



# Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia\*

Environmental Assessment for the Primary Production of Organic Milk in Ranches in the Municipality of Arjona, Department of Bolivar, Colombia

Evaluation environnementale pour la production primaire de lait organique dans les fermes de la commune d'Arjona dans le département de Bolivar en Colombie

María Teresa Vélez-Castro\*\*, Ruby Luz Cano-Arenas\*\*\*, R. Corrales-Julio\*\*\*\*, Mady C. García-Vergara\*\*\*\*\*

*Recibido: 2014-02-21 // Aprobado: 2014-04-10 // Disponible en línea: 2014-09-10*

Cómo citar este artículo: Vélez-Castro, M. T., Cano Arenas, R. L., Corrales-Julio, R. & García Vergara, M. C. (2014). Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35), 37-54. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.eapp>  
doi:10.11144/Javeriana.AyD18-35.eapp

## Resumen

La producción orgánica de leche bovina tiene potencial para incrementar la base exportadora y el mercado interno colombiano, considerando la demanda mundial creciente de este tipo de productos y la necesidad de conservar el ambiente. Por eso, este estudio de caso propone directrices prácticas para el mejoramiento de los procesos productivos del sector ganadero en la zona norte del departamento de Bolívar, a partir de los resultados del diagnóstico ambiental de la producción

---

\* Este artículo es producto del proyecto de investigación titulado *Lineamientos para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, Bolívar*.

\*\* Química farmacéutica, magíster en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Docente titular de la Universidad de Cartagena. Miembro del grupo de Química Ambiental y Computacional de la Universidad de Cartagena. Correo electrónico: matevelo@gmail.com

\*\*\* Magíster en Gestión Ambiental. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Subgerencia de Protección Fronteriza, Dirección Técnica Cuarentena, Cartagena, Colombia. Correo electrónico: rubycano@gmail.com, ruby.cano@ica.gov.co

\*\*\*\* Magíster en Gestión Ambiental. Representante legal de Coraless Ltda., Cartagena, Colombia. Correo electrónico: renecorj@gmail.com

\*\*\*\*\* Magíster en Gestión Ambiental. Jefe de Laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique), Cartagena, Colombia. Correo electrónico: madycarolina@hotmail.com

primaria de leche de bovinos, a través de la evaluación de las condiciones de 63 hatos del municipio de Arjona, Bolívar.

**Palabras clave:** leche orgánica; bovinos; producción primaria; riesgos ambientales; Bolívar; Colombia

### **Abstract**

The organic production of bovine milk has the potential to increase the export base and the internal market in Colombia, taking into account the growing demand across the world of this kind of products and the need to preserve the environment. For this reason, this case study proposes guidelines for the improvement of the production processes of the livestock sector in the north zone of the department of Bolívar, from the results of the environmental diagnosis of primary production of bovine milk through the assessment of the conditions of 63 ranches in the municipality of Arjona, Bolívar.

**Keywords:** organic milk; bovines; primary production; environmental risks; Bolívar; Colombia

### **Résumé**

La production organique de lait bovine a une potentielle pour augmenter la base d'exportation et le marché interne colombien, en considérant la demande mondiale en augmente de ce type de produits et le besoin de garder l'environnement. Dons cette étude de cas propose les directrices pratiques pour améliorer les processus productifs du secteur bovin de la zone nord du département de Bolívar, à partir du diagnostic environnementale de la production primaire du lait de bovin, au moyen de l'évaluation des conditions de 63 fermes de la commune d'Arjona, Bolívar.

**Mots-clés:** lait organique; bovins; production primaire; risques environnementales; Bolívar; Colombie

## Introducción

Con una producción anual de 6617 millones de litros de leche, Colombia ocupa el cuarto lugar en América Latina, después de Brasil, México y Argentina (Portal lechero, 2014; Fedegan, 2014).

En la región Caribe colombiana los departamentos de mayor importancia en este sector son, en orden decreciente, Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico, Guajira, Sucre y Bolívar. En ellos, aun cuando la producción láctea es un subsector de peso en la industria alimenticia nacional, la mayoría de los proveedores son pequeños productores y microempresarios (230.000 predios) (Fedegán, 2010a), los cuales deben hacer grandes esfuerzos para mejorar sus procesos productivos y así hacer frente a un mercado nacional e internacional cada vez más competitivo y exigente en cuestión de calidad de los productos. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (2010), solamente el departamento del Atlántico está en el grupo escalafonado como de competitividad alta; Bolívar está en el nivel medio bajo y Cesar, Sucre, Córdoba y Magdalena muestran un bajo desempeño competitivo, y el más rezagado en la región es La Guajira.

A pesar de las cifras antes anotadas, el sector agropecuario nacional es dinámico pero con grandes limitaciones para elevar su productividad y ser competitivo a escala global (Gil, 2008), posiblemente por la carencia de unas políticas que lo encaminen hacia un desarrollo en el marco de la sostenibilidad económica y ambiental. No obstante, las condiciones del mercado mundial son una gran oportunidad para participar en la satisfacción de la demanda del 50% adicional de una población mundial creciente y así poder disminuir el alto nivel de pobreza (64,3%) que lo aqueja (Lafaurie, 2010a) y nivelar el desbalance entre las importaciones crecientes y las exportaciones de productos lácteos. En Colombia estas últimas vienen cayendo desde hace varios años (Salcedo, 2012), y ello exige la adopción de procesos más limpios, a fin de eliminar los obstáculos que esta deficiencia impone al ingreso en esos nuevos mercados potenciales de los productos de la ganadería colombiana (Gil, 2008; Mahecha et ál., 2002).

El ciclo de producción en la industria láctea desarrolla su fase primaria en las haciendas ganaderas con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas. Esta leche luego es trasladada a los centros de acopio. La recepción de leche cruda constituye la primera etapa en la elaboración de productos lácteos, en ella es necesario controlar la calidad de la materia prima y asegurar características de calidad para evitar riesgos biológicos, físicos y químicos que puedan afectar la inocuidad del producto (González & Juan, 2010; Calderón et ál., 2006).

Entre los puntos críticos de la producción primaria de la cadena láctea colombiana están: la baja calidad higiénica de la leche, la falta de entrenamiento del personal y los directivos, la enfermedades infecciosas que afectan la salud del ganado, la falta de apropiación de tecnología, la baja infraestructura de redes de frío, la falta de implementación de buenas prácticas ganaderas en el interior de las explotaciones y otro tipo de manejos alternativos amigables con el ambiente (Minagricultura, 2007), que en su conjunto generan contaminación del producto y del ambiente.

Sumado a lo anterior, en Colombia la higiene en la producción de la leche se ha visto afectada por la precariedad de los servicios públicos esenciales para la limpieza de los hatos y la conservación de la leche en tanques fríos; de igual forma, no se cuenta con una cultura sanitaria acorde con las exigencias nacionales. En la costa Caribe esto es aún peor, considerando los niveles de pobreza, analfabetismo y demás indicadores socioeconómicos característicos de esta región. Según lo que reporta el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2014), el 34,4% de su población son pobres, porcentaje superior al total nacional (30,6%). Es decir, que persiste la condición de ser una región tecnológicamente rezagada si se compara con el contexto nacional, según lo reportado por la Universidad del Norte desde 2005.

Teniendo en cuenta que la leche es un alimento básico de la canasta familiar, es claro que las condiciones de obtención pueden ser la causa de distintos tipos de riesgos: biológicos (enfermedades zoonóticas: brucelosis, tuberculosis y leptospirosis, entre otras); físicos, por los elementos identificados a nivel de recepción de la

leche en las plantas procesadoras y de acopio, como pelos, insectos y materia fecal, entre otros, que alteran la calidad y la inocuidad de la leche; y químicos (residuos de antibióticos, bifenilos policlorados, plaguicidas, metales y detergentes), dependientes de las condiciones de su producción primaria y procesamiento, las cuales afectan la inocuidad de la leche y el ambiente (González & Juan, 2010).

Además del riesgo biológico por enfermedades, es preciso tener en cuenta la contaminación de la leche por otros microorganismos, debido a las malas prácticas de higiene durante el ordeño comunes en el Caribe colombiano. Esto han sido verificado a través de los recuentos de millares de bacterias en exámenes regulares que realizan las plantas de acopio y de proceso de leche ubicadas en Cartagena, que superan las cifras máximas aceptables establecidas para la leche cruda según el Decreto 2838, de recuento máximo de aerobios mesófilos de  $700 \times 10^3$  UFC/ml (Ministerio de Protección Social, 2006).

Además, en esta zona no se cuenta con unas condiciones climáticas favorables y durante el año se tienen épocas de invierno y de verano no muy bien establecidas, lo que influye en la producción del forraje o pienso para los animales. Debido a la falta de previsión, se buscan otras alternativas de alimentación, muchas veces contraproducentes para la inocuidad del producto (leche y sus derivados), como gallinazas y porquinazas sin tratamiento previo, semillas de algodón y otros subproductos de cosechas. Estos últimos, al ser tratados con una serie de agroquímicos al momento de ser suministrados a los bovinos, pueden eliminarse indirectamente por la leche (Lorenzatti et ál., 2003). Eso sin contar con el alto impacto que genera su digestión, pues según las características fisicoquímicas del alimento que se suministre al ganado, así mismo será la cantidad de amoníaco, metano y otros gases generados por su fermentación (Place & Mitloehner, 2010; OECD,<sup>1</sup> 2004), algunos de los cuales representan más de una cuarta parte de las emisiones antropogénicas con efecto invernadero (FAO,<sup>2</sup> 2002; Mahecha et ál., 2002).

Igualmente, respecto a los riesgos químicos, estudios realizados por Yarzagaray (2004) reportaron resultados positivos para residuos de medicamentos en leche pasteurizada, especialmente oxtetraciclinas, y más recientemente para plaguicidas como el lindano (De Arco, 2010), por el uso irracional de estos insumos.

En cuanto a los riesgos físicos, a nivel de recepción de la leche en las plantas procesadoras y de acopio, son muchos los elementos identificados, como pelos e insectos, que alteran la calidad y la inocuidad de la leche.

La ganadería bovina ocupa la mayor parte de las tierras explotadas de Colombia, con 38,3 millones ha, la mitad no aptas para esta actividad (Fedegan,<sup>3</sup> 2010). Para su desarrollo se hace tala y quema de bosques, uniformidad genética —al privilegiar el monocultivo de gramíneas—, fertilización de pastos con abonos nitrogenados, desecación de humedales, construcción de vías de penetración, uso creciente de madera para construcciones, deposición de residuos orgánicos e inorgánicos en el agua y en el suelo, y emisión de gases, causantes entre otros efectos de los impactos ambientales que genera este sector productivo (Murgueitio, 2006; OECD, 2004; Mahecha et ál., 2002); estos son, entre otros: degradación, erosión o compactación de suelos, desbalance hídrico, contaminación de ecosistemas acuáticos y aire (Thomassen et ál., 2008; Murgueitio, 2004), cambios en el uso del suelo, pérdida de hábitat y de biodiversidad, que en su conjunto atentan contra la sostenibilidad de estos agrosistemas (Minagricultura,<sup>4</sup> 2007; FAO, 2006).

La relación planta-suelo-animal es importante en el proceso de producción bovina, por ello es necesario analizar con detenimiento los diversos factores que alteran las condiciones físicas, químicas y biológicas de los recursos suelo, agua, atmósfera y biodiversidad, para llegar a comprender mejor la situación ambiental de la ganadería en Colombia (Mahecha et ál., 2002, p. 7).

Hoy el sector debe enfrentar nuevas dificultades derivadas de la firma de los tratados de libre comercio (TLC), además de los problemas estructurales graves que lo aquejan: “mucha leche y poca

1 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, en su sigla en inglés).

2 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, en su sigla en inglés).

3 Federación Colombiana de Ganaderos.

4 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

capacidad de procesamiento (2.850 millones); muchos productores (más de 400 mil) y sólo cinco industrias procesan el 72%; y mucha leche destinada a los estratos altos (172 litros/año) y poca a los estratos bajos (34 litros/año)” (Lafaurie, 2010b).

En casi todos los países desarrollados ha habido un aumento significativo de los llamados productos ecológicos u orgánicos, desde mediados de la década de 1990, por lo general como consecuencia del desarrollo de políticas de apoyo; no obstante, dichos productos representan todavía una parte muy pequeña de la producción total. La producción orgánica está definida como un sistema amigable con el ambiente, dado que disminuye la contaminación ambiental y la pérdida de nutrientes, dirigido a un mercado exclusivo y creciente de productos (Lince, 2009; Sundrum, 2001). Son muchos los argumentos que fomentan su implementación: protección de la salud y del ambiente, incremento constante de los rendimientos, uso de materias primas e insumos ambientalmente amigables, procesos con menor consumo energético o uso de energías alternativas (Rodríguez et ál., 2010; Grönroos et ál., 2006; Álvarez, 2001).

En el caso de la leche, la producción orgánica tiene claras diferencias respecto al proceso convencional, al igual que en los beneficios y las ventajas comparativas, en especial desde el punto de vista ambiental, que traería para el sector ganadero primario de leche el implementar este tipo de producciones (tabla 1).

**Tabla 1**

Sistema de producción convencional vs. sistema de producción orgánica

<i>Producción convencional</i>	<i>Producción orgánica</i>
Depende de gran cantidad y variedad de insumos externos (Espinoza, 2007; Mahecha et ál., 2002). Ganadería de leche: medicamentos, agroquímicos, fertilizantes.	Reduce o elimina los insumos externos. La ganadería de leche se limita a usar los permitidos, respetando las condiciones de uso (Calcedo, 2000). No insumos de síntesis química (Lince, 2009; Álvarez, 2001).
Obtiene un producto a partir de un vegetal o un animal (Espinoza, 2007).	Orienta a la producción y destino de varios productos, interviniendo dos o más especies (Lince, 2009; Murgueitio, 2006). Los residuos cumplen una función dentro del sistema (Arango, 2004).
Los residuos no tienen una disposición específica.	
Exige menor número de hectáreas por vaca (Pérez & Álvarez, 2008; Thomassen, et ál., 2008).	Mejores indicadores de calidad de agua, suelo y biodiversidad (Thomassen et ál., 2008; OECD, 2004).
Genera altos costos de producción, por las grandes inversiones por compra de insumos externos que además ponen en riesgo los recursos agua, suelo, aire e incluso el producto final, debido al mal uso y la contaminación que generan (Gil, 2008; OECD, 2004; Murgueitio, 2004).	El costo puede ser mayor por la producción de los alimentos en el sistema y con más mano de obra capacitada para controlar el proceso (Calcedo, 2000). Sin embargo, puede disminuir a largo plazo por la reutilización de productos considerados desechos en la producción convencional, que sustituyen a los insumos externos (Butler 2002; Stonehouse et ál., 2001).

Fuente: elaboración propia

La globalización de los mercados establece para este tipo de productos barreras sanitarias y de inocuidad alimentaria cada vez más difíciles de superar, con miras a garantizar la sostenibilidad mundial del sector a través del bienestar animal y del ambiente (McAllister & Acosta, 2006). Frente a esta creciente amenaza, el país debe esforzarse en mejorar el proceso lechero en todas sus etapas. Para los productores primarios de leche de la región Caribe, en especial del departamento de Bolívar, el reto es aún mayor dado que es una de las zonas más vulnerables por sus precarias condiciones socioeconómicas, y al tiempo por su ubicación estratégica con respecto al comercio internacional portuario.

Es prioritario responder a las nuevas demandas de un mercado globalizado que busca productos más limpios, que además garanticen una sana nutrición y permitan conservar los recursos de manera sostenible para las próximas generaciones, por cuanto los insumos son en lo posible producidos en la misma finca, minimizándose con ello la dependencia de productos externos. Todo esto hace de la ganadería orgánica una alternativa viable para desarrollar en Colombia y promover mercados de altos ingresos, teniendo en cuenta los acuerdos comerciales internacionales, el alto rango de biodiversidad y la vocación ganadera de Colombia y su gente (Arango, 2004).

Enfrentar esta situación requiere no solo conocer las condiciones actuales de producción, sino además evaluar la gestión ambiental necesaria para lograr producir leche orgánica. Considerando que la calidad del producto final depende de la materia prima obtenida, en el caso de la leche en los hatos es crucial garantizar que desde la etapa primaria ese alimento cumpla con los requisitos establecidos para este tipo de productos.

En consideración a lo antes expuesto, este trabajo buscó determinar si la ganadería en el departamento de Bolívar cumple con los requisitos mínimos para el manejo de una producción orgánica sostenible, con el objetivo de proponer lineamientos para la producción primaria de leche orgánica de bovinos, a partir de la evaluación del proceso en hatos del municipio de Arjona, y de esta manera contribuir a mejorar la gestión actual de este alimento en su etapa inicial, como estrategia para minimizar los riesgos e impactos que se generan, pero también para producir leche inocua en el marco del desarrollo sostenible.

## **Metodología**

### Área de estudio

El municipio de Arjona se encuentra ubicado en la zona norte del departamento de Bolívar, a 25 minutos de Cartagena, a 10° 15' 18" de latitud norte y 75° 21' 41" de longitud oeste (figura 1).

Datos del último censo nacional de población, realizado en el 2005, muestran que este municipio tiene una población de 60 600 habitantes, 47 605 de los cuales residen en la cabecera municipal. De estos últimos, el 50,3% son hombres y el 49,7% mujeres. El 95% de la población cuenta con servicio de energía eléctrica, 67,5% cuenta con acueducto, el 61% con gas natural y solo el 7,6% cuenta con alcantarillado (Presidencia, 2006).

Las actividades base de su economía son la agricultura, la actividad pecuaria, la pesca, la actividad comercial y la explotación forestal. En cuanto al uso del suelo, 61,9% se utiliza para la actividad ganadera, por lo cual recibe la denominación de "capital ganadera del norte Bolívar", mientras que las explotaciones agrícolas ocupan el 12,8% (Cardique<sup>5</sup>-PUJ,<sup>6</sup> 2005). Cuenta con un censo de 483 predios con 51 823 cabezas de bovinos, en su gran mayoría de doble propósito, (Fedegan-ICA,<sup>7</sup> 2007).

5 Corporación Autónoma Regional del Dique.

6 Pontificia Universidad Javeriana.

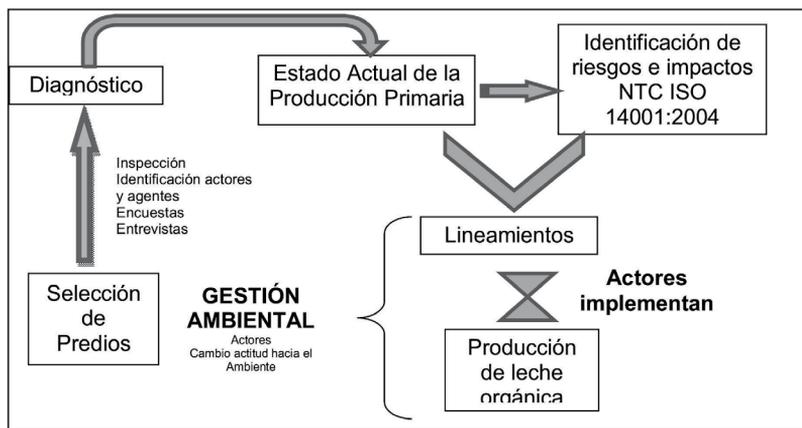
7 Instituto Colombiano Agropecuario.



**Figura 1.** Región Caribe colombiana. Municipio de Arjona

Fuente: Grupo de Química Ambiental y Computacional, Universidad de Cartagena

La metodología aplicada responde a los parámetros de la investigación descriptiva con enfoque cualitativo, basada en la realidad de los diferentes predios pecuarios productores de leche del municipio de Arjona, como información de base para el diagnóstico ambiental del sistema actual de producción primaria de leche en dichos predios, realizado entre mayo y diciembre del 2007, según el esquema mostrado en la figura 2.



**Figura 2.** Metodología aplicada

Fuente: elaboración propia

La población de esta investigación estuvo representada por predios del municipio de Arjona, los cuales se clasificaron según el número de animales por hato, de acuerdo a los rangos utilizados por Fedegan para el análisis de la estructura ganadera (Fedegan-ICA, 2007). Sobre esta se aplicó el método de muestreo estratificado para la selección por grupo etario de los predios pecuarios, mediante la ecuación estadística para una población finita:

$$n = \frac{N \times p \times q \times Z}{(n - 1) \times E + p \times q \times Z}$$

Donde:

$N$  = el tamaño de la población

$p$  = la probabilidad de ocurrencia de llegar a feliz término la investigación

$q$  = la probabilidad de no ocurrencia  $q = (1 - p)$

$Z$  = un nivel de confianza del 95%

$E$  = el error de tolerancia máximo permitido

La muestra seleccionada, la cual se consideró representativa, fue de 63 predios (tabla 2).

**Tabla 2**  
Método de muestreo

<i>Grupo etario</i> <i>Número de animales/ predio</i>	<i>Número de</i> <i>predios existentes</i>	<i>Número de predios por</i> <i>muestrear con un <math>E = 7\%</math></i>
< 10	44	5
11 a 25	81	9
26 a 50	133	15
51 a 100	132	15
101 a 250	113	13
251 a 500	44	5
501 a 1000	7	1
Más de 1001 animales	2	0
<b>Total predios</b>	<b>556</b>	<b>63</b>

Fuente: tomado y adaptado de Fedegan-ICA (2007)

Los predios objeto de estudio fueron seleccionados al azar, a partir de los listados, y los elegidos se georreferenciaron. La etapa diagnóstica incluyó la inspección de los hatos, identificación de problemas, actores y agentes involucrados en este proceso, y para ello se aplicó una encuesta como instrumento principal de recolección de información primaria. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a representantes del gremio, almacenes agropecuarios, funcionarios de entidades públicas y de plantas de acopio y proceso, para conocer su visión acerca de la producción orgánica y del estado del arte.

Asimismo, fueron identificados los riesgos a los que se enfrenta la producción primaria de leche, utilizando la guía de determinación de aspectos e impactos potenciales pasados, presentes o futuros (positivos o negativos), de las actividades de la organización sobre el ambiente, con base en lineamientos establecidos por la norma internacional de gestión ambiental NTC ISO 14001:2004. Esta etapa incluyó

también la identificación de situaciones potenciales reglamentarias, legales o de negocio, que puedan afectar el proceso internamente y al ambiente que lo rodea. La significancia del aspecto/impacto fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{Significancia} = \text{Probabilidad (P)} \times \text{Severidad (S)} \times \text{Alcance (A)} \times \text{Reversibilidad (R)} \times \text{Frecuencia (F)} \times \text{Sensibilidad Pública (SP)} \times \text{Legislación (L)}$$

$$(\text{Significancia} = P \times S \times A \times R \times F \times SP \times L) = \begin{matrix} \geq 200 \text{ alta} \\ \text{Entre 199 y 60 media} \\ < 60 \text{ baja} \end{matrix}$$

Con los parámetros anteriores se construyó la matriz de correlación, con la intención de identificar los riesgos químicos, físicos, biológicos y ambientales asociados. En ese orden de ideas, se calificaron como negativos (-) los aspectos e impactos derivados de la producción primaria convencional que causan pérdida natural, paisajística, ecológica o aumento de procesos perjudiciales producto de la degradación o contaminación ambiental, en tanto que se consideraron positivos (+) los de la producción orgánica, pues inciden favorablemente en lo biológico, abiótico y/o cultural.

Del análisis de la información obtenida surgen los lineamientos para la producción primaria de leche orgánica de bovinos, al analizar qué tan cerca o lejos se encuentra esa alternativa de producción, la cual podría brindar grandes beneficios a nivel social, ambiental y económico.

## Resultados

Las encuestas realizadas en 63 hatos del municipio de Arjona, con un margen de error del 7%, arrojaron resultados que fueron tabulados y porcentualizados de modo que se facilitara su evaluación e interpretación; estos se sintetizan en la tabla 3.

**Tabla 3**  
Tabulación de encuestas

<i>Información del hato</i>		<i>Resultado de las encuestas</i>		<i>Limitaciones para implementar la producción orgánica</i>
Sistema de producción	100% doble propósito	Volumen: 50% , 3 o 4 litros/vaca/d	Destino: 44% queso, 25,39% plantas lecheras, y el resto consumo interno o venta directa	No se tienen implementadas las Buenas Prácticas de Producción. Los ganaderos productores de leche de este municipio no manejan sus hatos como una empresa de alimentos.
			Densidad animal: 60% con 1 o 2 cabezas/ha	

<i>Información del hato</i>		<i>Resultado de las encuestas</i>	<i>Limitaciones para implementar la producción orgánica</i>	
Sistema de ordeño	100% manual	<p>Protocolos de higiene: 60% carece para limpieza de la ubre, 87,3% no tiene para limpieza y desinfección de la fase de ordeño, 50% sin rutina de aseo del personal, 93,65% tiene rutina de aseo de equipos y cantinas. 100% usa detergentes no biodegradables.</p>	Malas prácticas en la higiene del proceso de ordeño.	
Infraestructura y saneamiento básico	58,73% sin agua potable, 59% con energía eléctrica, 100% sin alcantarillado y recolección de basuras	<p>Sin sala de ordeño el 89%, sin sistema de enfriamiento el 100%, sin bodega de insumos el 60%.</p>	<p>63% usa estiércol como abono, sin compostaje previo. 100% quema o entierra envases de medicamentos y agroquímicos o los reusa para envasar agua. 46% descarga residuos líquidos en pozos sépticos y 54% los vierte en campo abierto. 65% quema residuos domésticos. 19% quema y entierra. 16% no reporta lo que hace.</p>	<p>Contaminación cruzada. Malas condiciones para conservación del producto, bienestar animal y laboral, riesgo biológico y químico. Residuos peligrosos manejados como basura convencional. Contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas.</p>
Alimentación	100% sistema de pastoreo.	5% usa alimentado balanceado.	<p>24% usa subproductos agrícolas. 5% usa subproductos industriales. 5% usa subproductos de origen animal.</p>	Los subproductos no provienen de producciones del mismo hato.
Uso de medicamentos veterinarios		<p>59% son formulados por veterinario. 60% de hatos asigna un responsable de la administración de medicamentos. 11% lleva registro de uso de medicamentos y los clasifica por tipo. 87% hace el registro ICA. 27% conserva formulas. 19% almacena adecuadamente los medicamentos. 98% cumple con las vacunaciones obligatorias 19% cumple con tiempos de retiro.</p>	<p>Mal manejo de medicamentos. Uso generalizado de antibióticos sin diagnóstico médico veterinario.</p>	

<i>Información del hato</i>	<i>Resultado de las encuestas</i>	<i>Limitaciones para implementar la producción orgánica</i>	
Uso de agroquímicos	63,49% usa urea, 100 % herbicidas (tordón) y otros plaguicidas sintéticos (lorsban). 19% usa agroquímicos, asesorados por un ingeniero agrónomo.	Abuso de agroquímicos no aceptados e inadecuada disposición de los envases. Malas prácticas en manejo de potreros.	
Sistema reproducción	95% monta natural. 4,76% inseminación artificial.	Inseminación es permitida en casos excepcionales.	
Bienestar animal	29% cuenta con una buena infraestructura. 24% propende por minimizar riesgos al animal. 87% considera importante el bienestar animal.	Bajas condiciones para evitar estrés y riesgos.	
Gestión del personal	Prestaciones sociales: 38% afiliados EPS. 3% afiliados ARP. 14% cotiza pensiones.	24% personal analfabeta. 57% cursó parcialmente primaria. 17,5% recibió inducción o capacitación.	Incumplimiento de normas laborales, bajas condiciones de bienestar personal.

Fuente: elaboración propia

Las malas prácticas de alimentación, reproducción, higiene de equipos, utensilios y personal; el abuso y manejo inadecuado de medicamentos y agroquímicos; la baja o nula cobertura de algunos servicios públicos y las deficiencias en la infraestructura de los hatos, así como las limitaciones del personal para documentar procedimientos y registrar tratamientos, son condiciones que limitan la implementación de una producción orgánica, puesto que contravienen en estos aspectos los decretos 616 y 2838 de 2006 del Ministerio de la Protección Social que regulan el manejo técnico de la etapa primaria de la leche, y asimismo violan la norma reglamentaria para los productos orgánicos agropecuarios en Colombia, Versión 01 de la Resolución 00187/2006 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Aun cuando cumplen con las vacunaciones establecidas por la Ley 395/95, el Decreto 616 de 2006 y la Resolución ICA 0550 de 2003, hay abuso en el uso de antibióticos, especialmente de la oxitetraciclina, utilizada en todo tipo de infecciones, sin previo diagnóstico médico-veterinario, lo que concuerda con lo reportado por Yarzagaray (2004).

Igualmente, hay abuso de agroquímicos, lo que sumado a las malas prácticas en el manejo de potreros puede generar degradación del recurso suelo y deforestación de los hatos de la región, condición que fue evidente en la época de verano que cubrió este estudio, en concordancia con la situación nacional descrita por Murgueitio (2006).

En consecuencia, cabe la pregunta: ¿qué tan factible sería desarrollar este tipo de proceso, cuando requiere compromiso, conocimiento y responsabilidad para cumplir y documentar procedimientos en cada una de sus etapas?, aplicada a los actores del sistema de producción de leche, cuya percepción se presenta sintetizada en la tabla 4.

**Tabla 4**  
Percepción de actores del sistema de producción de leche

<i>Actores</i>	<i>Percepción</i>
Ganaderos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuentan con información clara sobre el tema de productos orgánicos o ecológicos, y para la mayoría su producción no es posible por la cantidad de plagas en la zona y los costos de la inversión.</li> <li>• Desconocen los impactos que genera el uso indiscriminado de químicos.</li> <li>• Conocen cuáles son las enfermedades a las que están obligados a vacunar, como la aftosa, pero no son conscientes de las enfermedades de tipo zoonótico (brucelosis y tuberculosis).</li> <li>• Son conscientes de la importancia de la capacitación, pero no están dispuestos a asumirla, pues para ellos es responsabilidad del Estado.</li> <li>• Consideran esencial que el Estado les otorgue incentivos para mejorar sus productos.</li> </ul>
Gremio (Fedegan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene claro que la producción orgánica es un tema visionario, que es preciso tener en cuenta por salud pública, mercado y comercio internacional, pero debe generar un beneficio económico y ambiental.</li> <li>• Reconoce que uno de los problemas grandes de la producción de leche en la Región Caribe es su calidad, por la deficiente limpieza.</li> <li>• Es consciente de que debe fomentarse la formación y capacitación de todos los actores y personal de apoyo para empezar a cambiar malos hábitos.</li> </ul>
Almacenes veterinarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocen sobre los productos orgánicos.</li> <li>• Saben que son actores esenciales para garantizar el buen manejo de los insumos pecuarios.</li> <li>• Ninguno cuenta con la asesoría permanente de un veterinario y/o agrónomo para la venta de medicamentos y agroquímicos.</li> <li>• Los administradores de estos negocios desconocen lo establecido por el Decreto 4741/2005 del MAVDT<sup>8</sup> en referencia a la disposición final de los envases de productos peligrosos como los agroquímicos y medicamentos utilizados o vencidos; por ende, no pueden brindar información al cliente para que a nivel de predio haga una buena disposición de estos elementos.</li> <li>• No son supervisados permanentemente por el ICA, ni por el ente de salud local. Queda claro que hay una deficiente vigilancia y control por parte de estas entidades.</li> </ul>
Autoridad ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene evidencia de una gestión directa sobre este tipo de producción, debido a la falta de regulación específica, muy a pesar de que los impactos generados afectan el ambiente donde se desarrolla.</li> </ul>
Plantas lecheras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideran importante la producción orgánica porque mejoraría todos sus procesos, dado que uno de sus principales problemas es la mala calidad de la leche cruda de la región.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Las apreciaciones del gremio coinciden con el marco conceptual del modelo de gestión de desarrollo regional, “[...] el cual tiene por objeto crear las condiciones para lograr el desarrollo sostenible y competitivo de una zona o región ganadera, teniendo en cuenta que integra tres grandes componentes, el social, el ambiental y el económico” (Fedegan-FNG,<sup>9</sup> 2006, p. 131). Mas sin embargo, la realidad encontrada en la región dista mucho de esta consideración, lo cual es evidente por la falta de control ambiental en los hatos, manejados con la misma informalidad con la que se desenvuelve el sector.

A partir de la identificación de todas las actividades asociadas a la producción primaria de leche, se evaluaron sus aspectos ambientales. Dentro de las actividades diarias o rutinarias de los predios, la generación de residuos peligrosos y sólidos comunes y el vertimiento de agua con residuos químicos y domésticos son los de mayor significancia, por sus impactos negativos en la salud pública y el ambiente (Murgueitio, 2006), a pesar de ser recursos regulados.

Esto permite inferir riesgos químicos, físicos, biológicos y ambientales que pueden afectar los aspectos agronómicos, ambientales y sociales, y por consiguiente la calidad del producto, generando altos costos económicos, en su mayoría por desconocimiento o violación de la normativa vigente.

Así, entre los riesgos químicos los referentes a los residuos de plaguicidas tienen una significancia promedio muy alta (787), con mayor peso en contaminación de agua y suelo, y repercusión alta en la salud, no solo por su residualidad, sino también por su persistencia en estos dos recursos (Kan & Meijer, 2007).

En los predios del área de estudio, el riesgo biológico es uno de los más significativos (entre 864 y 576), y amenaza a la salud pública e inclusive animal (González & Juan, 2010). Los riesgos físicos identificados tienen una valoración de significancia media de 64; por tanto, pueden generar impactos negativos leves en la salud pública.

Los riesgos ambientales más significativos se derivan de la deforestación asociada al pastoreo (570), la emisión de amoníaco (576), la disminución de cobertura vegetal (264) y la generación de residuos sólidos, líquidos y gases de efecto invernadero ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) (De Vries & De Boer, 2010; Thomassen et ál., 2008), todos consecuencia de las malas prácticas en el manejo de potreros y en el abuso de los agroquímicos, los cuales pueden generar impactos en los recursos suelo, agua y aire (Castanheira et ál., 2010; Muerguitio, 2004, 2006).

La totalidad de aspectos derivados de las áreas, actividades y procesos para la producción primaria de leche generan impactos ambientales negativos significativos, en su mayoría altos, los cuales al ser correlacionados con los que se generarían de la producción ideal orgánica, se demuestra que la conversión de los métodos y la utilización de nuevas prácticas de producción mejorarían las relaciones entre el medio productivo y el ambiente que lo soporta, en concordancia con la conclusión de Wood et ál. (2006).

Con estos resultados, quedo claro qué tan cerca o lejos está el sistema de esta alternativa de producción, la cual brinda grandes beneficios a nivel social, ambiental y económico, y a partir de su análisis surgen los siguientes lineamientos para la producción orgánica de la leche en hatos del municipio de Arjona (tabla 5), en el marco de la gestión ambiental, teniendo en cuenta el tipo de riesgo, el impacto generado y el principal responsable de su ejecución.

---

9 Fondo Nacional del Ganado.

Tabla 5

Lineamientos para la producción orgánica de leche en hatos del municipio de Arjona, Bolívar

<i>Aspecto ambiental</i>	<i>Impacto ambiental</i>	<i>Lineamientos / Responsable ejecución</i>
Residuos de plaguicidas Fertilizantes, nitratos Contaminación en pastos	Contaminación de agua y suelo	Buenas prácticas de alimentación y saneamiento básico Políticas públicas/
	Contaminación por sustancias químicas	Propietarios, trabajadores, gremios, entidades de control pecuaria, agrícola y salud
	Aumento de residuos a disponer Afectación de la salud	Corporaciones autónomas, laboratorios productores, almacenes agropecuarios
Medicamentos veterinarios (antibióticos)	Contaminación de agua y suelo	Fortalecimiento de razas criollas, buenas prácticas de ordeño, de alimentación y saneamiento básico
	Contaminación por sustancias químicas	Consideraciones sociales/
	Aumento en residuos a disponer Afectación de la salud	Propietarios, gremios, entidades oficiales, laboratorios productores, almacenes agropecuarios
Brucelosis en humanos Rabia silvestre Tuberculosis bovina Contaminación microbiológica: aerobios mesófilos, E. coli, micotoxinas Contaminación con fertilizante natural	Afectación de la salud Contaminación	Buenas prácticas en el uso de medicamentos necesarios, y en el ordeño, consideraciones sociales, políticas públicas, bienestar animal Ganadero, trabajador entidades oficiales: ICA- Secretaría de Salud- plantas procesadoras de leche
Disminución de la cobertura vegetal/emisión de gases/ deforestación Uso del agua y vertimientos líquidos Sólidos comunes y peligrosos	Contaminación atmosférica, de agua y suelo	Políticas públicas, consideraciones sociales
	Erosión	Buenas prácticas de alimentación, ordeño y saneamiento básico.
	Reducción de recursos hídricos y suelos	Políticas públicas/
	Alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales Aumento de residuos a disponer	Productor, gremio, entidades públicas y privadas Todos los actores
Generación de material particulado	Contaminación atmosférica	Buenas prácticas de saneamiento básico/ Propietario y trabajadores

<i>Aspecto ambiental</i>	<i>Impacto ambiental</i>	<i>Lineamientos / Responsable ejecución</i>
Consumo de energía eléctrica e hidrocarburos	Reducción de recursos natural	Consideraciones sociales/ Propietario y trabajadores
Generación de ruidos	Molestias a la comunidad	

Fuente: elaboración propia

En general, no se tienen implementadas las Buenas Prácticas de Producción, y esa es la causa de las falencias detectadas, pues en los predios no se hace un manejo técnico de los animales. Muchas veces, para el ganadero la finca no es una empresa de alimentos.

Lo anterior pone de manifiesto que sobre este sector productivo recae una gran responsabilidad, no solo con relación a los posibles efectos sobre la salud de los consumidores y el ambiente en el que se desarrolla, sino que urge un cambio de actitud respecto al manejo del sistema y todos sus componentes, hasta la interrelación con la cadena económica y social. Dentro de los aspectos más relevantes, existe una normatividad que reclama el cambio en el sector, y la retribución de los beneficios económicos que se han recibido respecto a la deuda social y ambiental acumulada, que en estos momentos es indispensable afrontar por el bien de la sociedad.

En consecuencia, este trabajo plantea unos retos de cambio de paradigma y empadronamiento del sector productivo y todos sus actores, para la formulación e implementación de políticas ambientales que pueden ser potenciadas por la adaptación de tecnologías y la innovación que cada día exige el ambiente.

## Conclusiones

En términos generales, según anteriores resultados, el sistema de producción primaria de leche en predios del municipio de Arjona y su problemática ambiental corresponden a unas “malas prácticas ganaderas” que, probablemente, son las causantes de la notable deforestación en la zona de estudio; de contaminación por inadecuada disposición de residuos líquidos y sólidos, así como del incumplimiento de la normativa nacional vigente en relación con el bienestar laboral. Adicionalmente, la idiosincrasia de los ganaderos de la zona y el desamparo de los entes de control estatal con relación las políticas de calidad de la leche y del ambiente agravan la situación de esta producción.

Para iniciar acciones con miras a la conversión hacia una producción orgánica de leche desde el hato, es esencial un cambio de actitud en los actores que los motive a la mejora continua y la autoevaluación de los procedimientos, y que permita la adaptación de paquetes tecnológicos, la reducción del consumo de recursos naturales, el uso de productos más eficientes y de residuos como materias primas que restituyan a nuevas cadenas de producción, de manera permanente mientras exista la actividad.

De los 63 hatos estudiados, solo uno se podría elegir para implementar algunas acciones, a fin de cumplir con las condiciones que exige una producción primaria de leche orgánica y ser evaluado como predio piloto para este tipo de producción en Arjona, Bolívar.

Con este trabajo se aporta una información sobre las condiciones de la actividad ganadera en este municipio que resulta útil para los agentes y actores responsables y para la comunidad en general.

La gestión ambiental permitió la aproximación al tema y el conocimiento de las características de la actividad ganadera de la región, como base para el desarrollo de acciones que garanticen la inocuidad de la leche mediante una producción orgánica, competitiva, sostenible y respetuosa con el ambiente, en el mediano plazo.

## Referencias

- Álvarez, P. (2001). Producción de leche con denominación ecológica. *Mundo Ganadero*, (135), 34-39.
- Arango, C. A. (2004). Elementos de producción agropecuaria, ecológica. En *Memorias técnicas: ganadería ecológica* (pp. 7-12). Bogotá: Analac, Sena.
- Butler, L. (2002). The Economic of Organic Milk Production in California: A Comparison with Conventional Costs. *American Journal of Alternative Agriculture*, 17 (2), 83-91.
- Calcedo, V. (2000). *Leche orgánica*. Recuperado el 15 de agosto del 2010, de <http://www.mapa.es>
- Calderón, A., García, F. & Martínez G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ*, 11 (1), 725-737.
- Castanheira, E. G., Dias, A. C., Arroja, L. & Amaro, R. (2010). The Environmental Performance of Milk Production on a Typical Portuguese Dairy Farm. *Agricultural Systems*, 103 (7), 498-507.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (2010). *Escalañón de competitividad de los departamentos en Colombia 2009*. Recuperado el 2 de diciembre del 2010, de <http://www.cepal.org>
- Corporación Autónoma y Regional del Canal del Dique (Cardique) & Pontificia Universidad Javeriana (2005). *Formulación del plan de manejo para áreas rurales en la jurisdicción de Cardique: Informe final*. Cartagena: Cardique.
- De Arco, D. (2010). *Evaluación de plaguicidas organoclorados por HS-SPME-GC/ECD en leche procesada comercializada en la ciudad de Cartagena* (tesis de posgrado para optar el grado de *Magister Scientiae* en Ciencias Ambientales), Sistema Universitario Estatal, SUE Caribe, Cartagena, Colombia.
- De Vries, M. & De Boer, I. M. (2010). Comparing Environmental Impacts for Livestock Products: A Review of Life Cycle Assessments. *Livestock Science*, 128 (1-3), 1-11.
- Espinoza, J., Palacios, A., Ávila, N., Guillen, A., De Luna, R., Ortega, R. & Murillo, B. (2007). La ganadería orgánica una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: Una revisión. *Interciencia*, 32 (6), 385-390.
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) (2010). *La ganadería colombiana y las cadenas láctea y cárnica. Cifras de referencia Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://portal.fedegan.org.co>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) (2014). *Estadísticas de producción Colombia*. Recuperado el 3 de agosto del 2014, de <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) – Fondo Nacional del Ganado (FNG) (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá: Fedegan.
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) - Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2007). *Informe primer ciclo de vacunación 2006 contra fiebre aftosa*. Cartagena: ICA. Manuscrito no publicado.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2006). *La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones*. Roma: FAO.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2007). *Preliminary 2009 Data Now Available for Selected Countries and Products*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://faostat.fao.org>

- Gil Quintero, J. (2008). TLC, globalización y el futuro de la ganadería en Colombia. *El Cuaderno – Escuela de Ciencias Estratégicas*, 2 (3), 23-51.
- González, F. & Juan, B. (2010). *Riesgos asociados al consumo de leche*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2001/11/07/528.php>.
- Grönroos, J., Seppälä, J., Vountelainen, P., Seuri, P. & Koikkalainen, K. (2006). Energy Use in Conventional and Organic Milk and Rye Bread Production in Finlad. *Agriculture, Ecosystems & Environmental*, 117 (2-3), 109-118.
- Kan, C. A. & Meijer, G. A. L. (2007). The Risk of Contamination of Food with Toxic Substances Present in Animal Feed. *Animal Feed Science and Technology*, 133 (1-2), 84-108.
- Lafaurie, J. (2010a). *Al oído del Ministro*. Recuperado el 23 de agosto del 2010, de <http://portal.fedegan.org.co>
- Lafaurie, J. (2010b). *La Cámara Gremial de la Leche*. Recuperado el 12 de julio del 2010, de <http://portal.fedegan.org.co>
- Lince, K. (2009). *Ganadería orgánica: Una alternativa amigable con el ambiente*. Panamá: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Recuperado el 11 de octubre del 2010, de <http://www.idiap.gob.pa/index.php/dinpros/publicaciones/view.download/9/64>
- Lorenzatti, E. A., Maitre, M. I. & Lenardon, A. (2003). Evaluación de la contaminación con plaguicidas en productos lácteos. *Revista EAVE – Ciencias Veterinarias*, 2(1), 49-56.
- McAllister, G. & Acosta, J. M. (2006). *Bienestar animal: Nuevo reto para la Ganadería*. Bogotá: ICA.
- Mahecha, L., Gallego, L. A. & Peláez, F. J. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15 (2), 213-225.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2007). *Proyecto de transición de la agricultura. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena láctea colombiana*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://www.agronet.gov.co>
- Ministerio de la Protección Social (2006). *Decreto 2838 de 2006: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 616 de 2006 y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 3 de agosto del 2014, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2198>.
- Murgueitio, E. (2004). *Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución*. Cali: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenible de Producción Agropecuaria.
- Murgueitio, E. (2006). *Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia*. Recuperado el 6 de diciembre del 2010, de <http://www.agronet.gov.co>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2004). *Agricultura, comercio y medio ambiente. Sector lechero*. Recuperado el 9 de diciembre del 2010, de <http://www.oecd.org>
- Pérez M., J. A. & Álvarez, P. A. (2008). Información comercial española ICE: *Revista de Economía*, (843), 227-240.
- Place, S. E. & Mitloehner, F. M. (2010). Invited Review: Contemporary Environmental Issues: A Review of the Dairy Industry's Role in Climate Change and Air Quality and the Potential of Mitigation through Improved Production Efficiency. *Journal of Dairy Science*, 93 (8), 3407-3416.
- Portal Lechero (2014). *Colombia: sector lácteo requiere intervención inmediata*. Recuperado el 3 de agosto del 2014, de <http://portalechero.com>
- Presidencia de la República de Colombia (2006). *Radiografía de Bolívar según el Censo 2005*. Recuperado el 17 de enero del 2007, de [http://www.presidencia.gov.co/prensa\\_new/sne/2006/noviembre/18/05182006.htm](http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2006/noviembre/18/05182006.htm).

- Rodríguez G., A., Hernández B., A. & Martínez F., B. (2010). *Leche ecológica en Asturias: una apuesta por la calidad*. Recuperado el 9 de diciembre del 2010, de <http://ria.asturias.es>
- Salcedo, L. (2012). *La ganadería colombiana y la cadena láctea*. Presentación realizada en el 1<sup>er</sup> Foro Internacional de la leche "Los retos de la globalización". Cámara Gremial de la Leche, Fedegan, Bogotá, Colombia.
- Stonehouse, D. P. Clark, E. A & Ogini, Y. A. (2001). Organic and Conventional Dairy Farm Comparisons in Ontario, Canada. *Biological, Agriculture and Horticulture*, 19 (2), 115-125.
- Sundrum, A. (2001). Organic Livestock Farming: A Critical Review. *Livestock Production Science*, 67, 207-215.
- Thomassen, M. A., Van Calker, K. J., Smits, M. C. J., Iepema, G. L. & de Boer I. J. M. (2008). Life Cycle Assessments of Conventional and Organic Milk Production in the Netherlands. *Agricultural Systems*, 96 (1-3), 95-107.
- Universidad del Norte (2005). *Agenda para el Desarrollo Sostenible del Caribe Colombiano*. Recuperado el 2 de diciembre del 2010 de <http://www.uninorte.edu.co>.
- Wood, R., Manfred, L., Dey, C. & Lundie, S. (2006). A Comparative Study of some Environmental Impacts of Conventional and Organic Farming in Australia. *Agricultural Systems*, 89 (2-3), 324-348.
- Yarzagaray, A. (2004). *Desarrollo de una metodología analítica para la determinación de oxitetraciclina en leche* (trabajo de grado para optar por el grado de Química Farmacéutica). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.