

Gerencia sistémica agropecuaria¹: indicadores de gestión. Parte II

María Alexandra Torres Artunduaga² / Jorge Fernando Triana Valenzuela³ / Iván Darío Calvache García⁴ / Juan Fernando Vela Jiménez⁵ / Alexander Navas Panadero⁶

RESUMEN

Los registros constituyen una herramienta esencial en el manejo de una empresa agropecuaria. Su importancia radica en la obtención de indicadores de gestión que permitan en forma cuantificable medir el rendimiento del sistema, permitiendo identificar a tiempo los problemas para corregirlos o las fortalezas para aprovecharlas. La evaluación de indicadores puede ser realizada desde diferentes aproximaciones: productivas, reproductivas, nutricionales y ambientales. La interacción entre éstas arroja una visión holística del sistema de producción, permitiendo que la toma de decisiones se haga de una forma objetiva, informada e integral. Algunos indicadores proporcionan una visión general del comportamiento productivo de la empresa, como la producción de leche/lactancia/ha (PLH). Otros indican el estado de los animales, como el Índice de Condición Corporal (ICC), que analizados conjuntamente con la edad a la pubertad y edad al primer parto, muestran la si-

tuación real de una categoría animal que representa el futuro material genético del hato. Otros son los indicadores reproductivos entre los cuales se encuentran, el Intervalo entre Partos (IEP), Periodo de Servicio (PS), Tasa de Preñez (TP), y Servicios por Concepción (SPC) como los de más común utilización, siendo la TP el indicador reproductivo más eficiente, ya que permite evaluar tanto los animales que están vacíos como los gestantes, permitiendo una capacidad de reacción rápida frente a posibles problemas. La concentración de sólidos lácteos (Σ % grasa + % proteína) mide indirectamente la condición alimenticia a la que están sometidos los animales. De igual forma, la relación entre la concentración de grasa y proteína (G:P) expresa de manera conservadora pero indicativa los trastornos ruminales de origen alimenticio. La medición y cuantificación de indicadores ambientales requiere mayor esfuerzo, lo cual hace que sea un indicador poco utilizado por las empresas ganaderas, sin embargo no menos importante. Los excesos de nutrientes/ha y consumo

¹ Grupo de investigación GESAP.

² DMV, MVst Producción Animal, MSc Reproducción, PhD Z, docente investigador Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Correo electrónico: matorresa@unisalle.edu.co

³ DMV, Esp. Gestión Ambiental, MSc Economía Ambiental, docente investigador Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Correo electrónico: j triana@unisalle.edu.co

⁴ Z, MSc Producción Animal, docente investigador Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Correo electrónico: icalvache@unisalle.edu.co

⁵ DMV, MBA, MsArgSc., docente investigador Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Correo electrónico: juanvela@unisalle.edu.co

⁶ DMVZ, MSc Agroforestería Tropical, docente investigador Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Correo electrónico: anavas@unisalle.edu.co

Fecha de recepción: 22 de febrero de 2010.

Fecha de aprobación: 26 de julio de 2010.

de energía/ha calculan la eficiencia en el uso de nutrientes y el impacto ambiental que ocasionan.

Palabras clave: Sistema de producción, indicadores de gestión, ganadería.

ABSTRACT

Records are an essential tool for farm management. Its importance resides in the acquisition of management indicators which will allow measuring the system's performance on a quantifiable way, allowing the fast detection of problems in order to correct them or the identification of strengths in order to take advantage of the circumstances. Indicators' evaluation can be carried out from different approaches: Productive, reproductive, nutritional and environmental. The interaction among these indicators provides a holistic vision of the production system, allowing decision making to be made far most objective, informed and integral. Some indicators provide a general vision of the company's productive behavior as: milk yield/lactation/ha (PLH). Others show the animal's condition such as the Body Condition Score (ICC),

that analyzed together with age at puberty and age at first parturition show the real status of an animal category that represents the future genetic material of the herd. Reproductive indicators include, Calving Interval (IEP), Breeding Season (PS), Pregnancy Rate (TP), and Conception per Services (SPC) as those of more common use, being TP the most efficient reproductive indicator allowing to evaluate pregnant and non-pregnant animals. Milk solids concentration ($\Sigma\%$ fat + % protein) measures indirectly the nutritious condition to which the animals are subjected. On the same way, the relationship between fat and protein concentration (G:P) can be helpful indicator ruminal dysfunction caused by feeding alterations. Measuring and quantifying environmental indicators requires bigger effort, which limits the use of these indicators by dairies, however its importance is paramount. Nutrient surplus/ha and Energy consumption/ha can be used to calculate the efficiency in nutrient use and the environmental impact caused by the production system.

Key words: Production system, management, indicators, index, dairy.

INTRODUCCIÓN

El concepto clásico de administración se define como la serie de funciones que buscan el lucro como objetivo final, es decir, los procesos administrativos deben estar basados en la relación costo-beneficio, lo que determina administrar con el objetivo de alcanzar un costo que represente el mayor beneficio para obtener el mejor resultado.

Sumado a lo anterior aparece el concepto de empresa, la cual se define como el conjunto organizado de recursos económicos, sociales y humanos, el cual se caracteriza por la unidad productiva, que tiene como objetivo producir riquezas realizando transac-

ciones en dos tipos de mercados: el productor y el consumidor (Cabral, 2006).

Desafortunadamente, las "fincas", en la mayoría de los casos, no son consideradas como "empresas", lo cual conlleva que no se exhiban las características administrativas inherentes al gerenciamiento de una empresa (Vela *et ál.*, en prensa). La falta de planeación y los bajos índices de productividad son reflejo de la falla en la concepción administrativa del negocio. En muchos casos se observa una intención de aumento en la productividad por parte de los empresarios ganaderos, pero el desconocimiento de la situación real de la finca limita el establecimiento de metas y estrategias de acción puntuales, que ayu-

darían a la evolución constante del sistema, y como consecuencia se observan bajos índices zootécnicos los cuales estarían relacionados con la baja productividad y rentabilidad del agronegocio.

De manera general, el empresario ganadero debe saber “dónde esta” y “para dónde va”, recopilando la información necesaria y básica para determinar el estado actual del sistema y así dar inicio al proceso gerencial que comienza con la planeación, seguido de la organización y finalizando con la dirección y control. Un ejemplo claro es el control de procesos administrativos, conocido como PDCA. Este ciclo se desarrolló en la década del treinta y se basa en la planeación (*Plan*), ejecución (*Do*), control (*Check*) y acciones correctivas (*Act*) (Dossa, 1991). Analizando con más detalle el modelo PDCA, planear es prever las acciones a futuro de una manera lógica y organizada, clarificando los objetivos de la empresa rural y orientándola a una mejor coordinación de esfuerzos para alcanzar las metas propuestas (Dossa, 1991).

Por otra parte, para que la ejecución de los procesos sea exitosa debe ir precedida de una planeación estratégica paralela a una capacitación y entrenamiento de las personas responsables para el cumplimiento de las tareas. La función de control corresponde al registro de las principales actividades, con el fin de verificar si las acciones ejecutadas o los resultados obtenidos están de acuerdo con la planeación. El proceso de control es considerado como una tarea continua la cual observa el desempeño de cada acción permitiendo la acción rápida –capacidad de reacción– frente a posibles problemas que se puedan presentar.

Con el objetivo de hacer más eficiente el ciclo administrativo, aparecen los indicadores de gestión como herramientas clave para la planeación, el control y la evaluación de los sistemas de producción.

INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores son una manera de medir los atributos de un sistema; en general se relacionan con el desempeño técnico, económico y ambiental de éste, para luego compararlos con una medida previa usada como referencia (Domínguez, 2002). Esta medición permite elevar juicios de valor.

El proceso de medición le ayuda al gerente y empresario ganadero a ser objetivo en la toma de decisiones, ya que no juzga los eventos de acuerdo con lo que cree, sino con lo que mide. La medición objetiva ayuda a retroalimentar las acciones que se han realizado. Por ejemplo, si se alimenta una vaca con un forraje de 90 días de rebrote, la vaca puede producir en pico de lactancia hasta 8 litros de leche por día; si se alimenta el mismo animal en el mismo tercio de producción con la misma cantidad de un pasto de mayor digestibilidad y una edad de rebrote de 45 días, ésta podría triplicar la producción. En este caso, se está midiendo la producción por vaca, la calidad del forraje y su estado fenológico, lo cual generará un conocimiento que permite al gerente decidir qué edad del pasto maximiza la producción (Vela y Navas, 2009).

Reconociendo las múltiples interacciones presentes en un proceso productivo, se generaría una gran cantidad de indicadores para medir el desempeño. No obstante, y sin ánimo de restar importancia a ciertos indicadores, se propone una selección de algunos relacionados a la evaluación productiva, reproductiva, nutricional y ambiental de los sistemas agropecuarios, los cuales en conjunto permiten llevar a cabo el proceso administrativo –PDCA– de manera eficiente.

INDICADORES PRODUCTIVOS

La productividad es la relación entre el producto obtenido y los recursos empleados, lo cual hace indispensable producir más leche por cada unidad de

área en el tiempo (litros de leche/hectárea/año), con el fin de obtener rentabilidad, la cual, según Hidalgo (2009), es: “una medida del desempeño económico de una empresa, expresada como un porcentaje o un valor absoluto de ingreso neto sobre los factores de producción y sobre la inversión” y que se debe medir como ingresos/hectárea/año (Márquez, 2010). Ratificando lo anterior, el primer indicador propuesto es producción leche/lactancia/año (PLA), el cual permite evaluar la eficiencia en producción de las vacas durante su fase de lactancia así como el uso del suelo.

Otros indicadores productivos incluyen la ganancia de peso, edad a la pubertad y edad al primer parto. Éstos son importantes en el sistema de producción, ya que están demostrando la situación real de una categoría animal que representa el futuro material genético del hato y la expresión del potencial de producción de leche dependerá exclusivamente de la calidad y eficiencia con la que el productor cría las futuras vacas. De esta manera, factores como la calidad y cantidad de alimentos disponibles, costos de crianza, instalaciones, prácticas de manejo entre otros, están incluidos en los anteriores indicadores, con un alto impacto sobre la tasa de crecimiento, la cual se expresa como ganancia de peso promedio/día en las diferentes etapas de crecimiento del animal.

El Índice de Condición Corporal (ICC), considerado como otro indicador de gestión, es una herramienta de manejo que representa la cantidad de energía metabolizable almacenada en las reservas corporales del animal (tejido adiposo y músculos) (Edmonson *et ál.*, 1989). La evaluación de este índice en diferentes fases productivas permite establecer estrategias nutricionales y de manejo, que eviten el sobre o subcondicionamiento de los animales, favoreciendo la expresión del máximo potencial productivo. Este indicador también funciona como medida del balance energético del animal y, adicionalmente, evalúa variables como consumo voluntario, recurso alimen-

ticio usado en la alimentación, tanto en cantidad como en calidad, por tanto, sirve como herramienta para valorar el plan de alimentación.

Finalmente, el manejo de praderas tiene como objetivo primordial maximizar la producción y el consumo de forraje de buena calidad en el año. El control de la Carga Animal (CA), expresada en kg/hectárea, es una de las principales medidas dirigidas a equilibrar el requerimiento de los animales con la disponibilidad de las praderas a mediano y largo plazo. La Frecuencia e Intensidad de Pastoreo (FIP) determinan la disponibilidad del forraje en el momento que ingresan los animales (disponibilidad prepastoreo) y a la salida (residuo) de cada potrero, respectivamente. El control de esta variable afecta tanto el rendimiento y la calidad nutritiva de la pradera como su consumo por los animales (Anwandter *et ál.*, 2007).

De igual forma, la frecuencia e intensidad de pastoreo está relacionada con factores inherentes a la planta, como la tasa de aparición de hojas (TAH), número de hojas (tanto vivas como muertas), tasa de aperción de macollos (TAM), entre otros, pero que están siendo afectados directamente por las condiciones ambientales como: a) humedad, b) luminosidad y c) temperatura, sin ser menos importantes la calidad nutritiva de los suelos donde son manejadas las praderas.

INDICADORES REPRODUCTIVOS

Existen varios indicadores de gestión que evalúan la eficiencia reproductiva del hato. Uno de los indicadores de menos complejidad es el que analiza el promedio días en lactancia por animal (DEL) en hatos especializados (Sá Fortes y Torres, 2005). En hatos de menor producción, el indicador más utilizado es la relación vacas en lactancia: vacas secas. Por medio de este indicador y con la inclusión del porcentaje de vacas en lactancia y el periodo de lactancia determina el Intervalo entre Partos (IEP) (Sá Fortes y Torres, 2005).

Los indicadores reproductivos más utilizados son: IEP, Periodo de Servicio (PS) y Servicios por Concepción (SPC). Sin embargo, estos indicadores solamente consideran los animales vacas gestantes. Adicionalmente, la Tasa de Concepción al Primer Servicio (TCPS) es otro indicador de uso común, el cual ofrece una visión más clara de la situación del hato, ya que también incluye los animales no gestantes (Sá Fortes y Torres, 2005).

De esta forma, el indicador que estaría evaluando de una manera más completa la eficiencia reproductiva de un hato corresponde a la Tasa de Preñez (TP). La evaluación de este indicador es determinante para el sistema de producción, ya que la eficiencia reproductiva se debe basar en la Tasa de Detección del Estro (TDE) y la Tasa de Concepción (TC) después de un Periodo de Espera Voluntario (PEV), el cual se basa en el restablecimiento o involución apropiada del tracto reproductivo de la hembra. De esta forma, la tasa de preñez se calcula de la siguiente forma: $TP = TDE \times TC$.

Analizando los indicadores que componen la tasa de preñez, se menciona que los factores que tienen influencia directa sobre el periodo de servicio –definido como el intervalo entre el parto y la concepción– son el periodo de espera voluntario para la primera inseminación artificial, la Tasa de Detección de Estro ($TDE = \text{número de vacas detectadas en estro dividido por el número de vacas aptas para inseminación artificial en un periodo de 21 días multiplicado por 100}$). Se consideran como vacas aptas a ser inseminadas todos los animales que se encuentren por encima del PEV, que no hayan sido inseminadas o que estén inseminadas sin diagnóstico de gestación (Sá Fortes y Torres, 2005). Por otro lado, la tasa de concepción se determina por medio del número total de vacas gestantes dividido por el número de vacas inseminadas en un periodo.

Por lo anterior, la Tasa de Preñez representa la proporción de vacas que están gestantes en un periodo

de 21 días. En otras palabras, la Tasa de Preñez es un indicador reproductivo eficiente, ya que permite evaluar los animales que están vacíos y los que están gestantes, y su gran importancia radica en que permite una capacidad de reacción rápida frente a posibles problemas que se puedan presentar y que estén comprometiendo la eficiencia reproductiva del hato. La Tasa de Preñez determina la velocidad con la cual los animales quedan gestantes a partir del PEV.

Los indicadores reproductivos citados anteriormente ilustran que cualquier falla en la detección del estro o en la TC disminuye la TP, aumentando el periodo de servicio promedio del hato y, en consecuencia, se presenta una disminución en la eficiencia reproductiva, así como en la producción de leche por día de IEP. Lo anterior sugiere que la TP debe ser considerada como el indicador de gestión reproductivo base para la aplicación del PDCA en el sistema de producción.

INDICADORES NUTRICIONALES

La producción láctea mundial ha experimentado cambios importantes. Dichos cambios radican en la tendencia a potenciar y hacer más eficiente el proceso de conversión de leche líquida a productos lácteos, debido a que la eficiencia en el procesamiento y la transformación de leche líquida a producto lácteo depende de la concentración de sólidos de la leche (Dobranić *e.ál.*, 2008) entendiéndose por sólidos lácteos un esquema Neo Zelandés ($\Sigma \% \text{grasa} + \% \text{proteína}$).

Por tanto, es importante para la industria láctea recibir leche líquida con alta concentración de sólidos. Para el ganadero, producir leche con alta concentración de sólidos le trae beneficios económicos, cuando los esquemas de pago se basan en la concentración de estos. En este sentido, la materia prima de alta calidad toma importancia tanto para el productor como para la industria láctea, ya que, como se mencionó, concurre con beneficios económicos para las dos

partes y a su vez representa uno de los principales indicadores del estado nutricional de la vaca.

La nutrición y alimentación de las ganaderías lecheras tiene efectos importantes y observables a corto plazo sobre la concentración de sólidos y el volumen de la leche (Sutton 1989; Bernabucci *et ál.*, 2002), mientras que factores como el mejoramiento genético producen cambios en la concentración de sólidos lácteos pero en el largo plazo (Dillon *et ál.*, 2006).

Entre los factores nutricionales y alimenticios que afectan la concentración de sólidos se encuentra la fibra (Wilson y Hatfield, 1997). Este es el factor nutricional que más afecta la concentración de grasa en leche, de tal forma que la disminución en la concentración de grasa láctea puede ser un indicador de bajo contenido de fibra efectiva en la dieta del rumiante (Heinrichs *et ál.*, 1997; Zebeli *et ál.*, 2008). A su vez, estas concentraciones de grasa en leche sirven como indicador de la buena salud ruminal, de tal forma que una disminución en dicha concentración puede estar reflejando problemas o enfermedades metabólicas como la acidosis, bien sea aguda o sub aguda (Noro y Sepulveda, 2008).

Las fluctuaciones en la concentración de proteína láctea no son directamente afectadas por la utilización de fuentes proteicas en la dieta, sin embargo la reducción en la proporción del forraje fibroso en la dieta aumenta la concentración de proteína láctea (Jenkins y McGuire 2006).

La relación entre grasa y proteína cuantificada matemáticamente puede reflejar algún tipo de desorden metabólico ruminal (Sutto, 1989). El rango ideal para la relación grasa-proteína es de 1 a 1,3 (Buckley *et ál.*, 2003; Eicher, 2004). Por otra parte, la relación grasa-proteína puede ser utilizada como una técnica de monitoreo del balance energético en vacas durante el primer tercio de lactancia (Mulligan *et ál.*, 2006).

INDICADORES AMBIENTALES

Mucho se ha dicho acerca de los impactos ambientales generados por la producción agropecuaria y en especial los bovinos. Se les responsabiliza de poco más del 18% de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del planeta, de la degradación de las tierras, la contaminación atmosférica y del agua, y la pérdida de biodiversidad (Steinfeld *et ál.*, 2006). Sin embargo, antes de condenar y desvirtuar la producción bovina, se debe partir de la premisa que los rumiantes son los únicos con la capacidad de transformar la energía contenida en la biomasa, en energía y proteína de alta calidad disponible para el consumo humano, ya sea en forma de leche o carne.

Como se mencionó anteriormente, los indicadores son una manera de medir los atributos de un sistema (Domínguez, 2002). Sin embargo, es primordial reconocer que no existen indicadores universales, sino que éstos deben ser ajustados a las necesidades de información y características del sistema. Históricamente, se han utilizado indicadores productivos y reproductivos en mayor medida, mientras los de carácter ambiental hasta ahora están cobrando importancia a partir del informe Brundtland (United Nations, 1987) y la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992). Esta última afirma que la producción agropecuaria es sostenible cuando es ecológicamente segura, económicamente viable, culturalmente apropiada y basada en un método científico holístico.

Establecer una relación entre las actividades pecuarias y el impacto ambiental que generan no constituye una tarea fácil, más aún cuando la mayoría de estos impactos son emisiones difusas difíciles de cuantificar. Existen dos formas de orientar los indicadores a nivel ambiental. La primera y más común es con un enfoque de procesos por unidad de área, por ejemplo, excesos de nutrientes/hectárea, consumo de energía/hectárea, la cual se restringe al sistema de producción únicamen-

te, es decir, las emisiones asociadas a la producción de materias primas como fertilizantes, abonos y alimentos concentrados no son contabilizados. La segunda es orientada al producto, utilizando herramientas como el análisis del ciclo de vida que puede expresar uso del recurso y emisiones por unidad de producto, por ejemplo, emisiones de GEL/litro de leche producido. Estos últimos son de más difícil cuantificación a nivel de campo ya que requieren de instrumentos especializados y *software* para modelar los resultados.

Es importante recordar que si el objetivo es analizar la situación presente en el sistema de producción, es preciso recolectar información anterior, con el fin de tener parámetros de referencia. Sin embargo, ésta no suele ser la opción más viable en lo que tiene que ver con indicadores ambientales, ya que la existencia de estos indicadores es reducida o nula. Sin embargo, siempre existe la opción de compararlos con estudios similares de otras fuentes o instituciones (European Environmental Agency, FAO, OCDE), quienes ya han realizado aproximaciones y metodologías en la evaluación de desempeño ambiental de los sistemas de producción agropecuarios.

El uso de productos químicos ha sido común en la agricultura moderna, en la que la tendencia ha sido al aumento principalmente por motivos de resistencia a éstos, efectos climáticos, tendencias culturales y sobreoferta del mercado, entre otros. El uso de agroquímicos, medidos como kg/animal/año es un indicador que arroja valores absolutos y comparado con una línea base establecida para el mismo predio o con otros sistemas de producción, debe ir decreciendo a medida que la gestión ambiental de la empresa mejora. Otro indicador que puede ser evaluado bajo los mismos parámetros anteriores es el uso de antibióticos medido como kg/animal/año.

Los excedentes de nitratos y fosfatos corresponden a un indicador de contaminación, ya que la constante y excesiva fertilización llega a ocasionar problemas de

eutroficación y contaminación de aguas subterráneas. El indicador de contaminación por nitratos y fosfatos (CoNF) se puede calcular a partir del número total de animales sobre la superficie asociada a fertilización (CoNF = N.º total de animales/superficie fertilizada).

La calidad de aguas es sin lugar a duda un indicador muy dicente de la gestión ambiental del sistema. Estos indicadores son tal vez de los más objetivos a la hora de medirlos, ya que el cálculo es fácil y preciso. Los más importantes corresponden a Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) –medidos en mg/l–, ya que a partir de éstos se fijan las tarifas para las tasas retributivas por vertimientos líquidos según la resolución 273 de 1997 del Ministerio de Medio Ambiente (MMAVDT). Estas mediciones se ejecutan aguas arriba y aguas abajo del sistema para evaluar su aporte contaminante.

Existe amplia evidencia de que los procesos de toma de decisiones con respecto a la dirección y administración de los sistemas de producción pecuaria en la agricultura sustentable se obstaculizan por una falta de información y conocimiento. A esto se debe la urgencia que existe de compilar información de buena calidad –indicadores– y basar estos procesos de toma de decisiones en pesquisas serias que ayuden a mejorar las eficiencias de los sistemas, con menores impactos negativos sobre los ecosistemas.

CONCLUSIONES

La evaluación conjunta de los indicadores productivos, reproductivos, nutricionales y ambientales permite realizar una valoración holística del sistema de producción. Lo anterior facilita el proceso de toma de decisiones acertadas, asegurando que los niveles de gestión de la empresa ganadera aumenten paralelamente a su eficiencia y rentabilidad.

La evaluación de los indicadores siempre va a presentar un reto al momento de interpretar los re-

sultados. Por esta razón, no debe olvidarse que la comparación entre sistemas de producción, la visualización conjunta de varios indicadores y la diferenciación de las técnicas cuantitativas y cualitativas son factores que predisponen al momento de emitir juicios y medidas correctivas. Adicionalmen-

te, se debe tener cuidado al proponer indicadores de difícil medición o con excesiva información cualitativa, ya que se puede caer en la subjetividad. Sin embargo, deben estar ajustados a la realidad social, dependiendo de la zona en estudio y el sistema de producción a evaluar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anwandter, V., Balocchi, O., Parga, J., Canseco, C., Teuber, N., Abarzúa, A., Lopetegui, J. y Demanet, R. (2007). Métodos y control del pastoreo. En N. Teuber, N., O. Balocchi y J. Parga, *Manejo del pastoreo*. Chile: Osorno.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Ronchi, B. y Nardone, A. (2002). Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. *Animal Research*, 51, 25-33.
- Buckley, F., O'Sullivan, K., Mee, J., Evans, R. y Dillon, P. (2003). Relationships among milk yield, body condition, cow weight and reproduction in Spring-Calved Holstein-Friesians. *Journal Dairy Science*, 86, 2.308-2.319.
- Cabral, M. (2006). Coerencia e produtividade. Extraído el 5 de febrero de 2010 desde: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1381>.
- Dillon, P., Berry, D., Evans, R., Buckley, F. y Horan, B. (2006). Consequences of genetic selection for increased milk production in european seasonal pasture based systems of milk production. *Livestock Science*, 99, 141-158.
- Dobranić, V., Njari, B., Samardžija, M., Mioković, B. y Resanović, R. (2008). The influence of the season on the chemical composition and the somatic cell count of bulk tank cow's milk. *Veterinarski Arhiv*, 78, 235-242.
- Domínguez, G. (2002). *Indicadores de gestión y resultados: un enfoque sistémico*. Cuarta edición. Bogotá: Biblioteca Jurídica Dikes.
- Dossa, D., Guimaraes, F. y Canziani, J.R. (1991). *Manual técnico de administración rural*. Curitiba: Senar.
- Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver, T. y Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72, 68-78.
- Eicher, R. (2004). *Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components*. World Buiatrics Congress, Quebec, Canada, 11 al 16 de julio.
- Heinrichs, J., Jones, C. y Bailey K. (1997). Milk components: understanding the causes and importance of milk fat and protein variation in your dairy herd. *Dairy y Animal Science Fact Sheet*, 1e-8e.
- Jenkins, T. y McGuire, M. (2006). Major Advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, 89, 1302-1310.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (1997). *Manual de implementación de las tasas retributivas*. Extraído el 10 de febrero de 2010 desde: http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_agua_potable_saneam_basico/recurso_hidrico/tasas_retributivas.htm.
- Mulligan, F., O'Grady, L. y Doherty, M. (2006). A herd health approach to dairy cow nutrition and

- production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*, 96, 331-353.
- Noro, M. y Sepúlveda, P. (2008). Acidosis y alcalosis ruminal. En P. Contreras, M. Noro, *Rumen, morfología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa*. Valdivia, Chile.
- Sá Fortes, R. y Torres, M. (2005). *Eficiencia reproductiva, patologías reproductivas e protocolos de reproducción*. Extraído el 5 de febrero de 2010 desde: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1434>.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y De Hann, C. (2006). Livestock's long shadow, environmental issues and options. *FAO*. 102-147. Roma, Italia.
- Sutton, J. (1989). Altering milk composition by feeding. *Journal Dairy Science*, 72, 2.801-2.814.
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Extraído el 10 de febrero de 2010 desde: www.un-documents.net/wced-ocf.htm
- Vela, J. y Navas A. (2009). Gestión administrativa de la producción de leche. Seminario Manejo de los Recursos Naturales, SENA-SAC-Analac. Bogotá.
- Vela, J., Navas, A., Torres, M., Triana, J. y Calvache, I. (En prensa). Gerencia sistémica agropecuaria: gestión de la producción. Parte I. *Ciencia Animal*, 3.
- Wilson, J. y Hatfield, R. (1997). Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48, 165-180.
- Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B. y Drochner, W. (2008). Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *Journal Dairy Science*, 91, 2.046-2.066.