

Análisis del ciclo de vida de la producción de leche cruda. Como herramienta para determinar los impactos a la salud humana, a la calidad del ecosistema y a los recursos. Caso de estudio, finca San Francisco, vereda Patera Centro, Municipio de Ubaté - Cundinamarca

Analysis of milk life cycle, as a tool to determine impacts to human health, ecosystem, quality and resources. Case study, San Francisco farm, Patera Road, Ubaté Cundinamarca

Guzmán Vargas Luisa María, Gutiérrez Fernández Fernando.

Resumen



El presente artículo tiene como objetivo principal elaborar un estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en la fase de producción de leche cruda en finca, la metodología aplicada estuvo basada en la norma ISO 14044, el método escogido fue el Eco-indicador 99 ya que ofrece una manera de medir los impactos ambientales y muestra el resultado final en 3 categorías: daño a salud humana, a la calidad del ecosistema y a los recursos; el Software utilizado fue el Sima Pro 8.0.5.13. Como principales resultados de la investigación se obtuvo que los insumos más impactantes utilizados en la producción

Abstract



The main objective of this article is to develop a Life Cycle Analysis (LCA) study in the on-farm raw milk production phase. The applied methodology was based on ISO 14044. The chosen method was Eco-indicator 99, as it offers a way to measure environmental impacts and shows the final result in 3 categories: damage to human health, ecosystem quality and resources. The software used was Sima Pro 8.0.5.13. The main results of the research were that the most impacting inputs used in dairy production are concentrates, fertilizers and insecticides, which are a critical point affecting human

Recibido / Received: Marzo 01 del 2016 Aprobado / Approved: Marzo 30 del 2016

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación Científica y Tecnológica Terminada.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque

Autor para comunicaciones / Author communications: Maria Luisa Guzman Vargas, lguzmanv@unbosque.edu.co

El autor declara que no tiene conflicto de interés.

lechera son los concentrados, fertilizantes e insecticidas, los cuales son un punto crítico que afecta la salud humana, específicamente por la generación de carcinogénicos, la respiración de sustancias orgánicas e inorgánicas, la ecotoxicidad, el aporte al cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono; de igual forma se identificó que sobre el medio ambiente, se producen impactos por: acidificación-eutrofización, agotamiento de recursos fósiles, y uso del suelo.

Palabras claves: Análisis de Ciclo de Vida, producción lechera, salud humana, impacto ecológico, insumos agroquímicos.

health, specifically the generation of carcinogenic substances, respiration of organic substances and inorganic, ecotoxicity, contribution to climate change and depletion of the ozone layer; It was also identified that impacts on the environment are caused by: acidification-eutrophication, depletion of fossil resources, and land use.

Key words: Life Cycle Analysis, dairy production, human health, ecological impact, agrochemical inputs.

Introducción

El sector ganadero es un renglón importante de la economía colombiana, ya que aporta el 7% del empleo nacional, generando 950.000 empleos directos [1], lo que ocasiona que una gran cantidad de tierras hayan sido dispuestas para sostener dicha actividad, de acuerdo con el censo agropecuario del año 2014 el 80,4% del suelo es destinado al sector pecuario [2]. A partir de este dato, es válido resaltar que en muchas zonas la ganadería se practica de forma inapropiada, promoviendo la degradación ecológica; iniciando con la transformación completa de los ecosistemas naturales debido a la tala de árboles, junto con el desgaste absoluto e irreversible de los suelos, la contaminación del agua por uso de fertilizantes químicos y plaguicidas, así como las emisiones de gases, producidas por la quema de combustible en el transporte de insumos [3].

En consecuencia, dentro de la presente investigación se realizó un análisis de ciclo de vida -ACV en la producción de leche, con el fin de conocer las implicaciones negativas que conlleva esta actividad, sobre la salud humana y el medio ambiente, y posteriormente proponer alterna-

tivas de producción más limpia para lograr una actividad más sustentable.

El ACV es una metodología desarrollada en los años 70's para medir el impacto de un producto, servicio, proceso a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida y su gestión posterior). Se basa en la recogida y el análisis de las entradas y salidas del sistema (recursos naturales, emisiones, residuos y subproductos) para obtener datos cuantitativos de sus impactos potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para su minimización o reducción.

Esta metodología ha generado grandes aportes a la determinación de impactos de diferentes materiales. Respecto a ello, es pertinente reconocer la importancia que tiene dicha herramienta dentro del sector lácteo, frente a las continuas problemáticas ecológicas que genera un desarrollo insostenible, impidiendo el avance hacia la actual coyuntura de la apertura comercial mundial y de las estrategias del postconflicto colombiano.

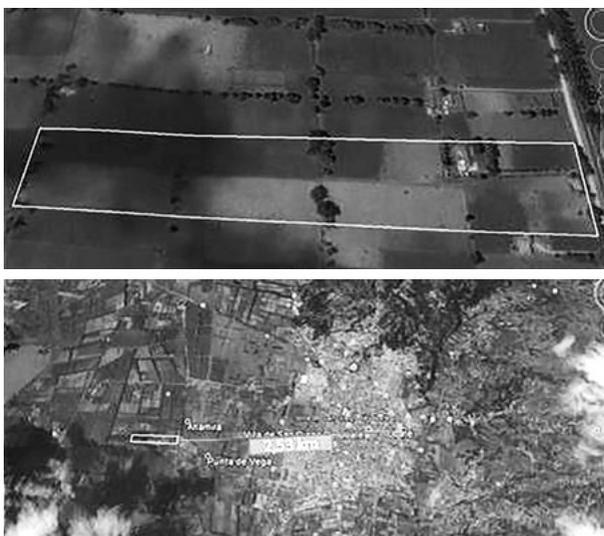
Metodología

Métodos

Datos

Los datos fueron obtenidos de la finca “San Francisco” ubicada en la vereda Patera en el municipio de Ubaté Cundinamarca (ver **Figura 1**), la cual es de tipo mediano al poseer un hato lechero de 25 animales.

Ilustración 1. Ubicación de la finca “San Francisco”



Fuente: Imagen tomada desde Google Earth

La herramienta utilizada para el análisis fue el Software Sima Pro 8.0.5.13

Desarrollo metodológico

Alcance y objetivo del estudio

La primera fase del estudio implicó establecer el objetivo, las aplicaciones, propósito y motivaciones que llevaron a elaborarlo.

Para la definición del alcance se describió el sistema del producto bajo estudio, la unidad funcional, los límites del sistema, los procedimientos de asignación, la meto-

dología para la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida - EICV junto con las categorías de impacto a evaluar, los requerimientos y calidad de los datos.

Análisis del inventario de ciclo de vida

En esta fase, se realizó la recolección de los datos junto con el cálculo para cuantificar las aportaciones pertinentes, de entradas y salidas de cada proceso unitario que están incluidos dentro de los límites del sistema.

- Instrumentos de recolección:

Para obtener la información acerca de los insumos utilizados para producir la cantidad de leche recogida durante el mes de Junio del año 2015, se realizaron entrevistas al jornalero de la finca y posteriormente la información fue tabulada. Para hallar la cantidad de insumos utilizados para producir la unidad funcional, fue propuesta la siguiente ecuación:

$${}^1C1 = ({}^2UF - {}^3GMI) / {}^4LMP$$

Dónde:

1. Cantidad necesaria para producir 1000 litros de leche.
2. Unidad Funcional = 1000 litros de leche.
3. Gasto mensual de insumos agroquímicos.
4. Litros de leche mensual.

Finalmente, fueron registradas las entradas desde la naturaleza y la tecnosfera.

Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida

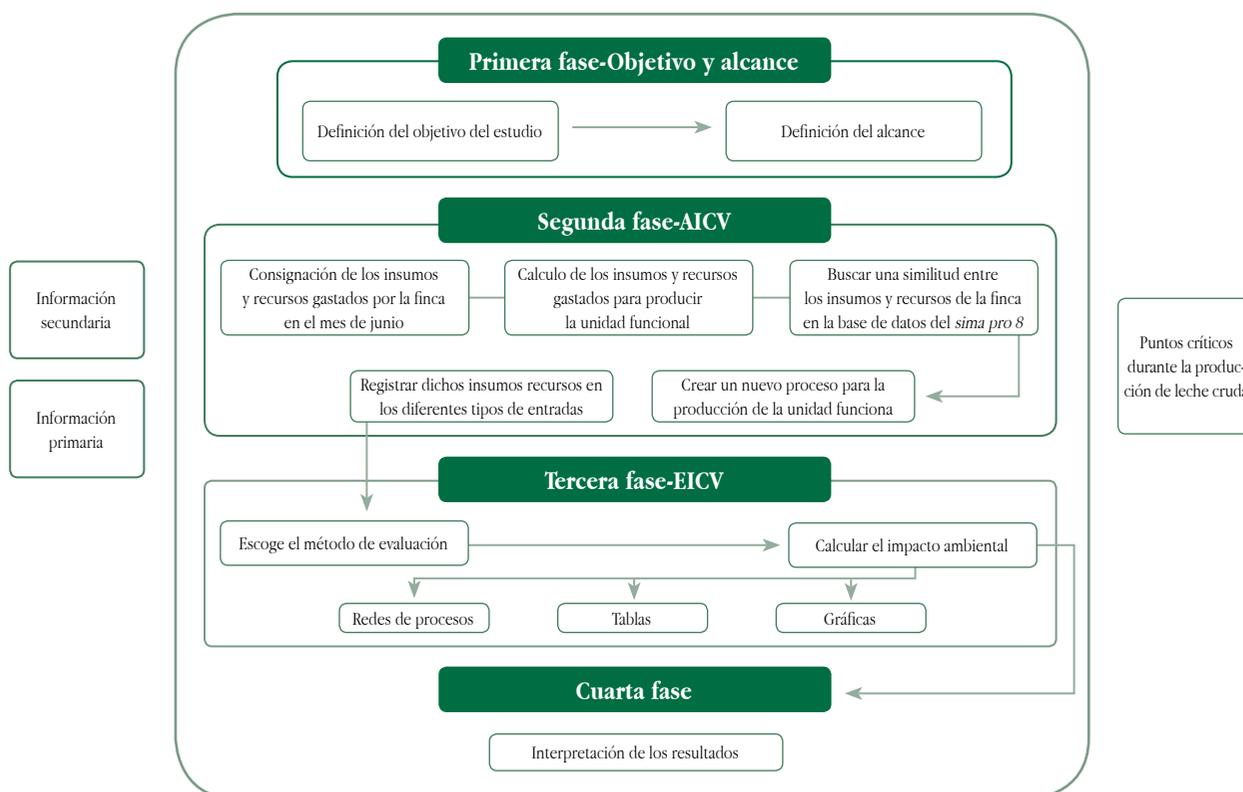
El análisis del inventario permitió evaluar los impactos ambientales por medio de la asociación de los datos del inventario a las categorías de impacto, para realizar esto fue necesario tener en cuenta la metodología determinada en la norma ISO 14044:2006, la cual establece la asignación de los datos del inventario dentro de la categoría de impacto, caracterización del impacto a través del modelo de los datos. Además, esta herramienta, permite ver los resultados de la evaluación en las redes de procesos, gráficos y tablas.

Interpretación de los resultados

Durante esta última etapa del estudio, se relacionaron los resultados del análisis del inventario junto con la evalua-

ción del impacto del ciclo de vida, resaltando los puntos críticos y estableciendo las últimas consideraciones como conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

Figura 1. Flujo metodológico del análisis del ciclo de vida para la producción de leche cruda



Fuente: Propia de los Autores

Resultados

Alcance y objetivo del estudio

El objetivo del estudio fue analizar el ciclo de vida, en la producción de leche cruda tradicional en finca, e identificar los puntos críticos a lo largo de la fase de producción.

El presente estudio, evaluó el sistema de producción de leche cruda, tomando como unidad funcional 1000 litros de leche. Con base en ello, dentro del alcance se incluyeron únicamente los insumos utilizados en la fase de producción (ver **Tabla 1**).

Tipo de insumo	Nombre del insumo
Concentrado	Solla leche 18%
	Distrisal 12%
Fertilizantes	Cal
	Triple 15
Insecticida	Lorsban
	Agua proveniente del rio Ubaté
	Energía

Fuente: Propia de los Autores

La información fue suministrada por el jornalero de la finca, y los datos utilizados se lograron mediante el cálculo de la cantidad de recursos e insumos utilizados para producir la cuota mensual de leche para el mes de Junio, y la relación de los insumos y recursos que se requieren para la producción de 1000 litros de leche.

Finalmente el método escogido para la fase de EICV fue el Eco-indicador 99, porque está focalizado hacia la evaluación de daños ambientales, dentro de los que se incluye la salud humana.

Análisis del inventario del ciclo de vida

En el inventario solamente se tuvo en cuenta las entradas del sistema en la fase de producción, como está reflejado en la **Figura 2**.

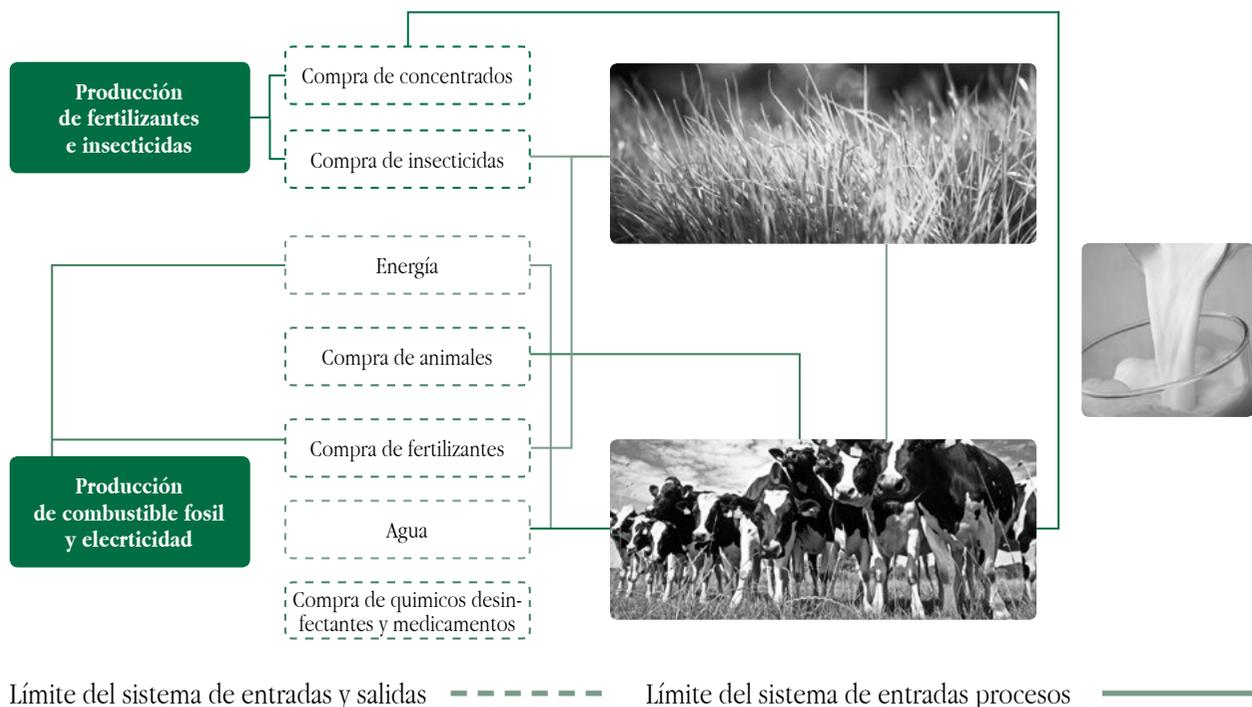
En la **Tabla 2** se encuentran los datos del inventario de las cantidades de insumos requeridos para producir 1000 litros de leche, que es la unidad funcional seleccionada.

A continuación se explica la relación encontrada.

- **Sollaleche 18%** : Es un concentrado para bovinos el cual tiene como fin el aumento de la producción de leche. Está compuesto principalmente de soya y subproductos de arroz, maíz, soya.
- **Distrisal 12%** : Es un suplemento a base de minerales y está compuesto por cloruro de sodio. Bajo ese criterio en las listas en procesos químicos inorgánicos el cloruro de sodio, el cual es el mayor componente del suplemento.
- **Fertilizante Triple 15:** Es un producto granulado compuesto de 15% de nitrógeno, 15% de fósforo y 15% de potasio. Dentro del proceso de fertilizantes químicos existe el mismo insumo en las mismas cantidades.
- **Insecticida Lorsban:** Es un insecticida de amplio espectro y es utilizado para el control de los insectos presentes en el suelo y tiene como principio activo clorpirifos los cuales pertenecen al grupo químico de los organofosforados.

A partir de lo anterior, en el proceso de químicos fue seleccionado los pesticidas organofosforados.

Figura 2. Límites del sistema de producción de leche.



Fuente: Propia de los Autores

Tabla 2. Inventario mes de Junio/2015

Inventario para producir 1000L de leche							
	Nombre del flujo	Categoría	Sub categoría	Gasto mensual	Unidad	Value (1000l)	Unit
Inputs from nature	Energy	Resour / Elemen	Ground	199	Kw	30,15	Kw
	Water	Resour / Elemen	Water	1400	L	212,121	L
	Nombre del flujo	Categoría	Sub categoría	Gasto mensual	Unidad	Value (1000l)	Unit
Inputs from the technosphere	Alimento	Solla 18%	Product	80	Kg	12,121	Kg
		Hato diesel	Product	240	Kg	36,364	Kg
		Contigran	Product	320	Kg	48,485	Kg
		Distrisal 12%	Product	80	Kg	12,121	Kg
		Mastodine	Product	1,89	L	0,286	L
	Medicamentos	Ganathon	Product	0,25	L	0,038	L
		Hidramin	Product	0,5	L	0,076	L
		Progesterona	Product	0,02	L	0,003	L
		Vita Zoo	Product	0,02	L	0,003	L
		Oxitocina	Product	0,01	L	0,002	L
		Estrozo	Product	0,02	L	0,003	L
		Fencob	Product	0,5	L	0,076	L
		Aminolyte	Product	0,25	L	0,038	L
		Fosfolan A+B12	Product	0,5	L	0,076	L
		Cipermitrina	Product	0,5	L	0,076	L
	Fertilizantes	Cal	Product	40	Kg	6,061	Kg
		Triple 15	Product	320	Kg	48,485	Kg
	Pesticidas	Pyrcron 480E.C	Product	1	L	0,152	L
		Proteus' OD	Product	1	L	0,152	L
		Lorsban	Product	1	L	0,152	L

Fuente: Propia de los Autores

Tabla 3. Resumen de los % de impacto por cada insumo dado por las redes de procesos.

Categorías de impacto		Insumos agroquímicos				
		Soya al 18%	Fertilizante triple 15	Cal	Distrisal 12%	Insecticida Lorsban
		% de impacto				
Salud humana	Sustancias carcinogénicas	98,1	0,3	0,97	0,52	0,09
	Respiración de sustancias orgánicas	95,6	2,68	0,25	1,19	1,38
	Respiración de sustancias inorgánicas	60,9	22,4	11,5	2,9	2,16
	Cambio climático	35	42,4	19,3	1,95	1,35
	Agotamiento de la capa de ozono	43	47	7,71	1	1,29
Recursos	Agotamiento de recursos fosiles	42,2	47,9	7,71	1	1,29
	Minerales	0,375	0,39	64,6	30,09	3,75
Calidad del ecosistema	Ecotoxicidad	98,6	0,055	0,94	0,325	0,05
	Acidificación Eutrofización	73,8	18,4	4,98	0,45	0,4
	Uso del suelo	100	0	0	0	0

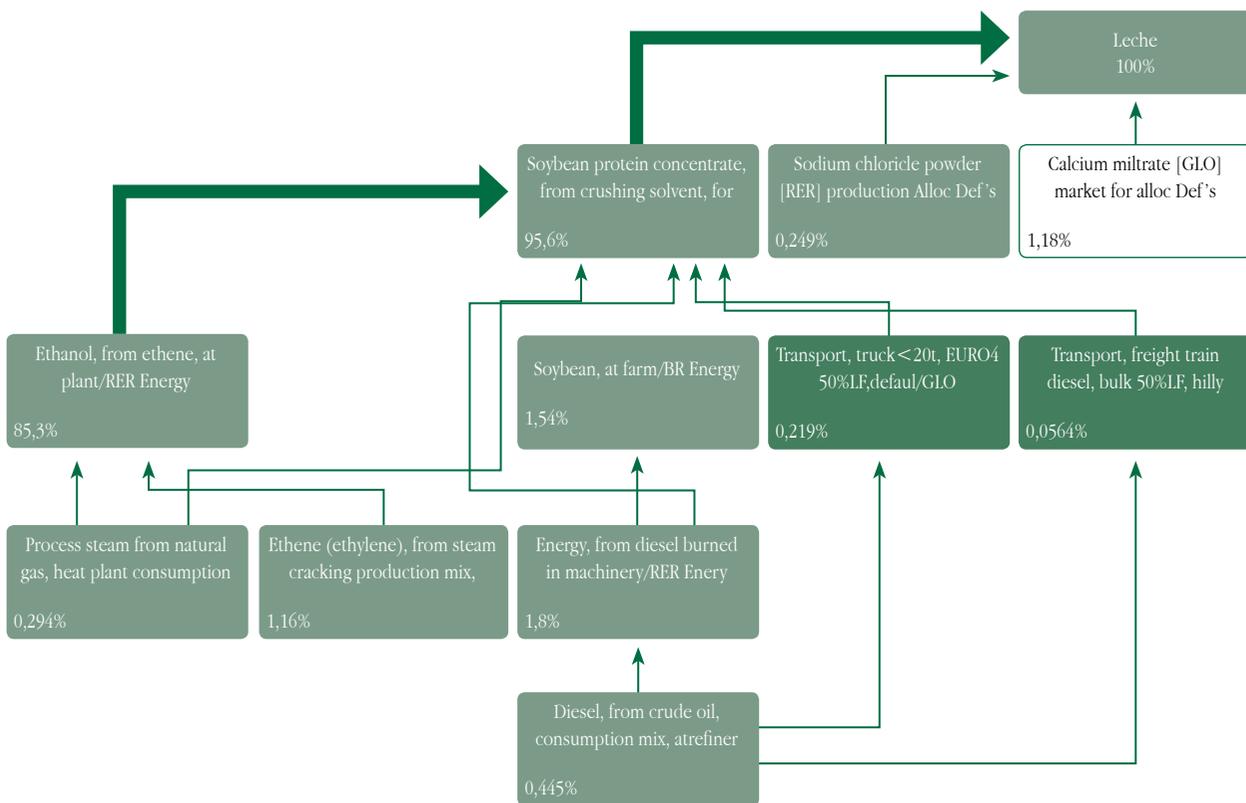
Fuente: Propia de los Autores

Interpretación de resultados

A partir de los resultados obtenidos en la EICV es clave destacar que la Solla al 18%® es el insumo que mayor impacto negativo tiene., así mismo, la Figura 3 evidencia que la Solla al 18%®, ocasiona daños significativos en la salud humana y en la calidad del ecosistema, lo cual es un dato novedoso en el análisis de la producción de leche, dado que anteriormente se habían relacionado afectaciones a la salud humana por uso de herbicidas, insecticidas y antibióticos en artículos como el escrito por Martínez M., Imelda, & Cruz R., Magdalena en el 2009 [4] que plantea una posible afección a la salud de los trabajadores de los ranchos de la zona ganadera de Xico, centro de Veracruz, México, por el uso de herbicidas e insecticidas; y la realizada por Ramírez, A., et al en 2001. [5], investigación que expone que el uso de antibióticos en el control de la mastitis ha propiciado un incremento mundial de la producción lechera, pero su manejo inadecuado trae como resultado la contaminación de la leche con residuos de los mismos, lo cual representa un serio problema para la salud pública y la industria láctea. Lo anterior, demuestra la importancia de la herramienta del análisis del ciclo de vida enfocado en la producción y no solo en el producto final, ya que como lo expone Noa, M. et al en 1999, es el productor quien controla la aplicación de los tratamientos al ganado productor de leche [6].

El impacto de este concentrado se explica debido al uso de la Solla al 18%®, como alimento principal para la manutención de la ganadería lechera; ya que durante el proceso productivo de este producto, se consumen recursos no renovables como el gas natural junto con la emisión de etanol, ya que la proteína es extraída con agua y etanol con el fin de reducir el contenido de oligosacáridos y así aumentar el contenido de proteína, lo que a su vez permite elevar el nivel energético en el animal ver Figura 3.

Figura 3. Proceso de fabricación de la soya.



Fuente: Red de procesos dado por el Software Sima Pro

Adicionalmente la elaboración y transporte de la Solla al 18%®, requiere la extracción de petróleo para obtener Diesel, lo cual también representa un punto crítico debido al número de emisiones contaminantes que ello desencadena.

Por otro lado, se ha visto un aumento de plantaciones de soya por la creciente demanda de productos cárnicos y lácteos, por tal motivo, millones de hectáreas de bosques, pastizales y sabanas se han convertido en tierras agrícolas; afectando a ecosistemas tales como el Amazonas, el Bosque Atlántico, y el Gran Chaco, entre otros [7].

El fertilizante triple 15®, es un punto crítico en cambio climático, agotamiento de recursos fósiles y agotamiento de la capa de ozono. De acuerdo con el software utilizado la producción de fertilizantes, requiere un consumo de recursos como gas natural para la producción de amonio, generando ácido nítrico y nitrato de amonio. Adicionalmente la obtención de sulfuros esta derivada del uso de petróleo.

Finalmente la Cal y el suplemento Distrisal al 12%®, son un punto crítico en la categoría de recursos. Esto se debe a que estos insumos son obtenidos de la piedra caliza.

Esta piedra es una roca sedimentaria de origen fundamentalmente químico u orgánico, el 50% de su composición es a base de carbonato de calcio. Debido a sus propiedades la caliza tiene un alto valor económico.

En Colombia estas explotaciones se dan en su mayoría en los departamentos de Boyacá, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Santander.

Discusión de resultados

La actividad ganadera es una de las causas principales de los problemas ecológicos más importantes a nivel mundial, y perjudicial para la salud humana, por ser una actividad emisora de sustancias carcinógenas, así como una causa del calentamiento global, la degradación de tierras, la pérdida de biodiversidad, contaminación atmosférica y contaminación del agua [8].

La producción ganadera destina alrededor del 30% de la superficie terrestre del planeta y el 70% de pastos y forrajes son utilizadas por dicha actividad. Ello es una causa principal de la compactación y erosión del suelo [IBIDEM].

Adicionalmente, este sector es responsable de emitir el 18% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero –GEI- a nivel mundial en equivalentes de CO₂; 37% del metano antropogénico el cual tiene un potencial de calentamiento global –PCG- 23 veces mayor que el CO₂; y emite el 65% del Óxido nítrico, cuyo PCG es 296 veces mayor que el CO₂ [IBIDEM].

Sobre el recurso hídrico, la ganadería es responsable de ser una fuente alta de eutrofización en cuerpos de agua superficiales, por los desechos fecales de animales, antibióticos, hormonas, productos químicos usados en las curtiembres, fertilizantes y plaguicidas usados en los cultivos forrajeros [IBIDEM].

Estas implicaciones negativas, han afectado considerablemente el desarrollo local. De hecho, en América latina esta actividad ha sido causa de la degradación ecológica y pérdida de biodiversidad. Sin embargo, todos estos efectos están asociados a cada finca de ganadería lechera en un territorio específico.

Ahora bien, esta actividad, es una variable dependiente con respecto a los insumos agroquímicos, puesto que, el modelo de desarrollo del agro en Colombia está basado en un modelo capitalista dependiente, que privilegia la generación rápida de dinero, sin tener en cuenta la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales y la salud humana [IBIDEM], pero el uso de estos productos, si bien, si pueden mejorar la cantidad en litros del producto están afectando otras variables como la inocuidad de la leche y la carne, la “vida útil” de los animales y la salud del consumidor final.

El ejemplo más claro obtenido tras esta investigación es que la elaboración de la Solla al 18%®, como alimento para el hato lechero, involucra una serie de procesos que afectan directamente a los ecosistemas por: deforestación, acidificación y eutrofización, junto con la emisión de contaminantes por fabricación y transporte a cada tienda comercializadora y a cada finca.

En los últimos 50 años la producción de Solla al 18%®, ha crecido diez veces, de 27 a 269 millones de toneladas, teniendo el crecimiento más rápido en Sudamérica. Esto se debe principalmente a que la soya es una de los productos agrícolas más rentables actualmente [9].

De acuerdo con M.A. Thomassen y otros. (2008) la compra de concentrados son un punto crítico dentro de la producción de leche, precisamente por sus altas implicaciones ecológicas [10].

Por otra parte, están los fertilizantes que ocasionan un menor impacto debido a su poco uso dentro de la finca “San Francisco”; pero de igual forma, ejercen una presión que vale la pena discutir, junto con el uso de pesticidas y suplementos. En primera medida, los fertilizantes y pesticidas demandan recursos fósiles como el petróleo, para su fabricación. En adición, son fuente significativa de haluros y especies nitrogenadas que aumentan el calentamiento global.

Conclusiones

La ganadería lechera en Colombia es una actividad que depende de los agroquímicos, ocasionando efectos nocivos a la salud humana y a los servicios ambientales y ecosistémicos locales y transfronterizos.

El impacto ocasionado por la producción de leche cruda, depende de los insumos que se utilizan, por ello es vital un replanteamiento de la actividad ganadera. En conclusión, se requiere de un nuevo sistema de producción láctea en donde se dé una disminución de los insumos utilizados, lo que puede originar que disminuya la obtención de leche por hato, migrando hacia otros sistemas productivos que sean más sostenibles y quizás menos productivos pero más saludables.

Limitaciones

La presente investigación fue obtenida bajo los datos de una sola finca, donde el uso de insumos agroquímicos como pesticidas y fertilizantes no es tan representativo.

Por otro lado, no fue tenido en cuenta otros insumos como medicamentos, ya que no hubo la disponibilidad de los datos, lo cual sesgo la investigación.

Recomendaciones

Es importante elaborar un estudio que involucre más número de fincas en las zonas donde es representativa esta actividad, y que en adición se evalué en diferentes zonas geográficas, y de ese modo se genere una visión más amplia acerca de los impactos que se ocasionan en este sector productivo.

Bibliografía

- [1] PROPAIS. (s.f.). Estudio del sector lácteo Colombiano. Recuperado el 09 de Septiembre de 2015, de <http://propais.org.co/biblioteca/inteligencia/sobre-el-sector-lacteo-colombiano.pdf>
- [2] DANE. (13 de Noviembre de 2015). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2014. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2014/boletin_ena_2014.pdf
- [3] Murqueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. CIPAV. Recuperado el 20 de Febrero de 2016
- [4] MARTÍNEZ M., Imelda, & CRUZ R., Magdalena. (2009). El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, centro de Veracruz, México, y el posible impacto ambiental. *Acta zoológica mexicana*, 25(3), 673-681. Recuperado en 21 de febrero de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372009000300021&lng=es&tlng=es.
- [5] Ramírez, A., Gutiérrez, R., González, C., Escobar, I., Castro, G., Díaz, G., & Noa, M. (2001). Detección de antibióticos en leche comercializada en la ciudad de México. *Rev. Salud Anim*, 23(1), 37-41.
- [6] Noa, M.; Pérez, N.; Gutiérrez, R.; Escobar, A. (1999): Los residuos químicos en la leche:
- [7] Importancia y problemática actual. Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. Serie Académicos C.B.S.
- [8] Solera Ruiz, F. A., & Jarnica Marzola, H. L. (2012). Efectos ambientales y socio-economicos del sistema de producción ganadero con enfoque ambientalmente sostenible y el sistema tradicional, implementados en las fincas Escocia y Alejandria, respectivamente en el municipio de Monteria, departamento del Cordob. Cartagena: Universidad Javeriana.
- [9] Fundación vida silvestre. (18 de Marzo de 2014). El crecimiento de la soja. Recuperado el 17 de

Marzo de 2016, de http://www.vidasilvestre.org.ar/sala_redaccion/opublicaciones/?9200/El-crecimiento-de-la-soja-impacto-y-soluciones

[10] Thomassen, Van Calker, Smits, Lepema, & Boer. (2008). Life Cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *El Sevier*, 95-107.

Los Autores



Luisa María Guzman

Ingeniera ambiental de la Universidad El Bosque, formada bajo el enfoque biopsicosocial, con capacidad de afrontar y resolver problemáticas relacionadas con la interrelación de aspectos ecológicos, sociales y económicos. Cuento con la facultad de desarrollar políticas, planes y modelos de gestión ambiental. Adicionalmente poseo mayor interés en la aplicación de estrategias de producción más limpia en el sector agropecuario en pro del desarrollo rural del país, por tal motivo realice un proyecto de investigación orientado a aumentar la utilidad operacional de los pequeños productores de leche en el municipio de Ubaté, el cual fue aceptado en el congreso internacional de agua y saneamiento, ambiente y energías renovables y el XXXV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de AIDIS.



Fernando Gutierrez

Ecólogo de la Pontificia Universidad Javeriana, Especialista en Gestión Urbana y Desarrollo Territorial, Especialista en Gestión Ambiental, Especialista en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño, Doctor en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño de la Universidad Politécnica de Valencia - España. Director del Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente, miembro del grupo de investigación en Producción Limpia Choc Izona de la Facultad de Ingeniería y miembro del grupo Complejidad y Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque.