

1-1-2017

La eficiencia energética en la producción láctea

Dayanna Smith Padilla Díaz

Denys Julieth Vásquez Giraldo

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/contaduria_publica

Citación recomendada

Padilla Díaz, D. S., & Vásquez Giraldo, D. J. (2017). La eficiencia energética en la producción láctea. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/contaduria_publica/379

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Administrativas y Contables at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Contaduría Pública by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

PASANTIA DE INVESTIGACIÓN
INNOVACIÓN Y ENERGÍA EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL SECTOR
LÁCTEO
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA PRODUCCIÓN LÁCTEA

DAYANNA SMITH PADILLA DIAZ 17111043
DENYS JULIETH VÁSQUEZ GIRALDO 17111063

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES
PROGRAMA DE CONTADURIA PÚBLICA
BOGOTÁ D.C 2017

PASANTIA DE INVESTIGACIÓN
INNOVACIÓN Y ENERGÍA EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL SECTOR
LÁCTEO
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA PRODUCCIÓN LÁCTEA

DAYANNA SMITH PADILLA DIAZ 17111043
DENYS JULIETH VÁSQUEZ GIRALDO 17111063

TUTOR
RUBÉN DARÍO DIAZ MATEUZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES
PROGRAMA DE CONTADURIA PÚBLICA
BOGOTÁ D.C 2017

Contenido

Resumen	4
Introducción.....	5
Planteamiento de problema.....	7
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos Específicos.....	10
Marco teórico.....	11
Nueva ruralidad.....	11
Cadena Láctea.....	11
La energía	12
Metabolismo energético	¡Error! Marcador no definido.
Eficiencia Energética.....	18
Metodología.....	19
Factores económicos en la producción lactea.....	20
Costos de producción	20
Nutrición.....	21
Impactos ambientales	26
Eficiencia Energética.....	30
Discusión.....	36
Conclusión.....	38
Bibliografía	40

Resumen

La cadena láctea como generadora de valor está estructurada por eslabones, donde se identifica la producción, transporte, procesamiento, envasado, almacenamiento y comercialización, los cuales son vulnerables a cambios en los medios biofísicos y socioeconómicos asociados con eventos climáticos externos, generando baja productividad en las organizaciones participes de la cadena. Este documento tiene como objetivo establecer la incidencia de la eficiencia energética en el proceso de la producción láctea, mediante el método exploratorio documental para describir la influencia de la energía en la toma de decisiones del proceso de producción láctea. A través de una indagación en bases de datos informativas, se realizó un análisis documental de las características principales de la producción láctea y la participación del factor energía en cada una de las actividades desarrolladas en este eslabón, posteriormente, se identificaron las categorías de estudios relacionados con optimizar este elemento en la producción de leche, creando una lectura alternativa de la eficiencia energética en las granjas lecheras. Así, el principal resultado determina una relación de la eficiencia energética y la disminución de la problemática ambiental en la producción láctea, permitiendo la optimización de recursos naturales disminuyendo los costos totales incurridos por la producción de leche.

Introducción

En Colombia, la producción láctea está desarrollada por pequeños productores caracterizados por una estructura organizacional de carácter familiar con un nivel bajo de insumos y tecnología, por lo que la producción por animal hectárea es menor en comparación con unidades productoras de mayor grado industrial; la diferencia en los niveles de producción depende de la dotación de los factores productivos, para los pequeños productores su ventaja competitiva está en la gestión de los pastos, suelos y agua; mientras que para la organización industrial depende de la escala de producción y de una mayor demanda de insumos y de energía externa a su territorio.

La producción láctea contempla diferentes actividades dentro de su desarrollo como el enfriamiento de la leche, el calentamiento del agua, la maquinaria de ordeño y la iluminación, las cuales requieren la explotación de diferentes recursos, entre ellos la energía. La utilización de la energía y sus repercusiones se convierten en un factor económico, social y ambiental invisible en el análisis en la producción de leche.

El objetivo de este trabajo es establecer la incidencia de la eficiencia energética en el proceso de la producción láctea, mediante el método exploratorio documental para describir la influencia de la energía en el proceso de producción láctea; para el desarrollo del objetivo inicialmente se realizó una búsqueda de documentos en la bases de datos relacionados con la energía y su atribución en el primer eslabón de la cadena láctea, con el fin de conocer que autores han tratado y estudiado el tema y cuales han sido sus planteamientos frente a las investigaciones; en segundo lugar se determinaron cuatro factores económicos principales para agrupar los temas más importantes y con mayor información relacionados con la energía en la producción láctea, estos factores son los costos, nutrición, impactos ambientales y eficiencia energética, siendo este último el foco principal de estudio. Finalmente, a través del entendimiento obtenido de energía en la producción láctea y basado en la

documentación hallada. En la primera parte, se realiza un análisis de los diferentes puntos de vista de los autores y los diferentes factores de productividad en los procesos de producción; en la segunda parte del texto, se describen las diferentes categorías establecidas del análisis documental y finalmente, se discuten los hallazgos y resultados relacionados en el contexto colombiano.

Planteamiento de problema

En la cadena láctea interfieren factores económicos, ambientales y tecnológicos, los cuales buscan establecer una estructura que conecta cada una de las fases: producción, transporte, procesamiento, envasado, almacenamiento y comercialización (FAO,2016). La estructura de la cadena láctea está diseñada con el fin de generar valor entre los diferentes agentes participantes, no obstante, no todos implementan procesos eficientes, en términos de costos y producción, lo cual genera una desarticulación entre los diferentes eslabones dando como resultado deficiencias en el producto final alterando su calidad y participación en un mercado formal.

A nivel mundial, la producción láctea es una de las actividades que permite obtener ingresos a corto plazo y a su vez contribuye a la generación de un número significativo de empleos; en los países desarrollados el factor productivo corresponde al uso de tecnología y maquinaria, por el contrario, en los países en desarrollo el factor productivo está enfocado al uso de la mano de obra y los recursos naturales, esta diferencia se debe a que en los países desarrollados se trabaja una agricultura intensiva, esta consiste en explotar la tierra haciendo un uso intensivo de los medios de producción debido a que se orienta a la venta en el mercado y por ello aplica avances tecnológicos, en contraste, en los países en vía desarrollado se trabaja una agricultura extensiva donde los recursos naturales adquieren un papel protagonista al proveer una gran parte de la materia prima en el mismo territorio. Esta diferencia entre economías establece una disyuntiva en la utilización de los factores productivos tradicionales y un nuevo factor como es el uso de energía, factor determinante de la eficiencia en los sistemas productivos; “en los últimos 24 años, el total de la producción mundial de leche ha aumentado un 32%, mientras que la producción mundial de leche per cápita ha disminuido un 9%, lo que indica que la producción de leche no ha mantenido el paso del aumento de la población mundial” (Knips, 2016 , p.1), es decir, estas cifras demuestran un reto para las economías en vía de desarrollo como respuesta una mayor demanda por

lo que deben proyectar un crecimiento de la producción, destinando una mayor cantidad de animales, alimento y energía.

La producción láctea genera un alto impacto en la generación de residuos y daños ecológicos, esto se debe principalmente al proceso digestivo de rumiantes, la fertilización y elaboración de forrajes. Aproximadamente un 64.8% de los GEI del sector ganadero provienen de la producción de carne y leche según informe de la FAO para el año 2006. Sin embargo, existen alternativas para disminuir el impacto ambiental negativo, es de gran importancia seleccionar adecuadamente el alimento para la vaca y la cantidad, así se recomienda una dieta alimentaria que contenga lípidos, carbohidratos y procesamiento de los forrajes, “estos factores se convierten por tanto en factores alternativos para la disminución de la metanogénesis¹” (Johnson, K. A., & Johnson, D. E., 1995, p. 2483).

El sector lácteo en Colombia realiza esfuerzos para mitigar y controlar esta problemática mediante la reducción de la cantidad de emisiones de GEI y amoníaco, manejando de forma correcta los residuos y así proporcionar mejoras al proceso; adicionalmente se busca optimizar la utilización de la energía en cada uno de los elementos que componen la cadena láctea y sus eslabones, principalmente en la producción láctea. Es necesario resaltar que existen otros tipos de energía que influyen en este proceso diferentes a la eléctrica, por ejemplo, la energía metabólica la cual se origina en la ingesta de alimentos los cuales por medio de procesos químicos y a través de las células obtienen energía para cumplir con los requerimientos del cuerpo, el metabolismo es un factor que los pequeños productores ignoran dejando de lado los beneficios económicos y ambientales, por lo cual se busca optimizar el gasto de energía a través de la implementación de estrategias que generen una eficiencia energética enfocadas hacia el primer eslabón de la cadena láctea.

¹ La metanogénesis representa pérdida de la energía consumida por el rumiante y su remoción hacia la atmósfera contribuye al incremento en el total de gases de efecto invernadero (GEI) Posada, Sandra, Noguera Ricardo. (2014).

La problemática ambiental es una preocupación mundial, no obstante, no todas las granjas ni industrias lecheras han optado por priorizar la optimización de energía, debido a que se desconoce la influencia económica de este factor, pudiendo reducir costos y generando un aumento significativo de los ingresos, originando menores impactos negativos en la utilización de recursos hídricos y de suelo. Teniendo en cuenta lo anterior ¿Cuál es la incidencia de la eficiencia energética en el proceso de la producción láctea?

Objetivos

Objetivo general

Establecer la incidencia de la eficiencia energética en el proceso de la producción lactea, mediante el método exploratorio documental para describir la influencia de la energía en el proceso de producción lactea.

Objetivos Específicos

1. Identificar las tendencias de investigación científica relacionadas con la energía en la producción lactea mediante la revisión documental de las bases de datos.
2. Establecer los factores económicos que inciden en el comportamiento del primer eslabón de la cadena láctea, definiendo las categorías significativas de este proceso.
3. Analizar la incidencia de los factores económicos en la eficiencia energética de la producción lactea.

Marco teórico

Nueva ruralidad

La nueva ruralidad propone incluir dentro de su estudio factores socioeconómicos y problemáticas sociales como la pobreza, la emigración, los movimientos sociales las cuales están relacionados actualmente con este concepto, (Rosas, 2013). Sin embargo, Edelmira Pérez (2006) establece factores adicionales a los propuestos por Rosas Mara como la integración del equilibrio territorial y ecológico con el fin de contrarrestar el abandono de las actividades agrícolas por parte de los campesinos y preservar las fuentes de recursos naturales.

Según el Centro de estudios para el desarrollo rural y sustentable y la soberanía alimentaria -CEDRSSA- (2006), coincide con los lineamientos disciplinares, desde la ecología y el territorio como lo trabaja Rosas, puesto que define la nueva ruralidad como la integración de los agentes políticos y las propuestas sociales de las comunidades con el fin de enfrentar de la desigualdad, buscando la equidad y la inclusión de las personas con diversidad étnica, de género y clase socioeconómica.

Por otra parte Barkin (2001) propone rescatar los conocimientos ancestrales como alternativa frente al deterioro ambiental y empobrecimiento teniendo en cuenta los “tres principios de la población rural: autonomía, autosuficiencia, diversificación productiva y gestión de ecosistemas” (p.33).

De acuerdo con lo descrito anteriormente se expone que la nueva ruralidad integra actividades adicionales a la tradicional agricultura, por ejemplo, se formula incluir servicios relacionados con el entretenimiento (turismo rural, agroturismo, aportes al mantenimiento y desarrollo de la cultura, etcétera) y espacios para el descanso (CEDRSSA, 2006, p.38).

Cadena Láctea

En la actualidad se observa un incremento de la población en las grandes ciudades de países en desarrollo, acompañado generalmente de un aumento del poder

adquisitivo, que provoca un incremento en la demanda de alimentos, entre los que se encuentra la leche y sus derivados (Castro et al., 2001, citados por Álvarez, Saiz, Herrera, Castillo y Díaz, 2012, p. 128). Para cumplir con la demanda de los consumidores de productos lácteos se implementa el modelo de la cadena productiva "Entendemos por cadena el conjunto de actividades estrechamente interrelacionadas, verticalmente vinculadas por su pertenencia a un mismo producto y cuya finalidad es satisfacer al consumidor" (Montiguad, 1992, Citado en plan estratégico de desarrollo económico local de la provincia de espinar para el mediano plazo 20062010, p. 65). Según Duruflé, Fabre y Yung (1998) se entiende por cadena de producción al conjunto de agentes económicos que participan directamente en la producción.

La cadena láctea según Roldán (2003) está compuesta de dos eslabones principales. En el primero se encuentra la leche cruda, que se produce bajo el "sistema especializado" o bajo doble propósito, y el segundo eslabón corresponde a la industrialización o transformación del producto. Este planteamiento se ha modificado a través de los años incluyendo eslabones adicionales como la interacción de factores económicos, ambientales y tecnológicos, los cuales buscan establecer una estructura que conecta cada una de las fases: producción, transporte, procesamiento, envasado, almacenamiento y comercialización (FAO,2016) En la medida que la actividad ganadera es muy significativa dentro de la actividad agropecuaria y agroindustrial del país, la producción de leche, como producto básico de ésta, es relevante en la dinámica de la economía nacional (Ministerio agricultora y desarrollo rural, 2005).

La energía

El escenario antrópico relacionado con la energía en los sistemas económicos sólo relaciona la energía fósil como elemento productivo desconociendo elementos básicos en términos de energía, los cuales proporciona el ecosistema. "El ecosistema opera de manera de gastar la energía disponible necesaria para minimizar las constricciones de tiempo y espacio emanadas por las limitantes de

recursos (como agua y nutrientes) (Reichle et al., 1975)” citado en Altieri, M. A., 2009).

La energía es uno de los ejemplos que permite cuestionar la gestión de los recursos no renovables, el petróleo quemado no se pierde sino que se transforma en calor disipado convirtiéndose en una composición relativa de incapacidad para proporcionar energía de movimiento (Primera y segunda ley de la termodinámica) (Martínez A., Roca, Jordi p. 11-12). Por tanto, “Si insistimos en estos aspectos que rodean a la crisis de la noción de materia dentro de las ciencias de la naturaleza es porque a nuestro juicio tal crisis crea uno de los vacíos teóricos más grave a los que actualmente se enfrenta una disciplina que busca la economía en la gestión de recursos desde perspectivas que trasciendan de lo meramente pecuniario” (Naredo, 2015, p. 478).; esta breve descripción detalla el esquema calificativo en un sistema de razonamiento mecánico donde no existe irreversibilidades ni insuficiencia o escasez. Por tanto, los procesos económicos entretejen una representación circular, fuerza de los grandes polos de la producción y consumo en un sistema completamente cerrado y autosostenido. Después de todo, el raciocinio newtoniano evidencia una clara entrada y salida de recursos en el proceso económico. No obstante, la economía ecológica defiende la noción entrópica del proceso económico al suponer la transformación ineludible de recursos materiales valiosos en desperdicios sin valor (Georgescu-Roegen, 1980, p.50). Se hace inevitable cuestionar una de las partes limitantes en la expansión del aparato económico por medio de los principios de la termodinámica, en este caso son las leyes de «más categoría» de toda la física: “el principio de la conservación de la energía: la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. La ley de la entropía: si bien la energía de un sistema aislado se mantiene constante, también es cierto que en sus transformaciones se produce una pérdida de su calidad y se degrada” (Carpintero, 1999, p. 241).

De la misma manera, una mayor visión sobre la interpretación de estas leyes en la aplicación de un sistema natural, para el cual se debe citar los Barry Commoner como referente de varios de los aportes más originales al conocimiento de la problemática ambiental:

Primera ley de la ecología:

Todo está relacionado con los demás: red de interconexiones entre los diferentes organismos vivos, entre las poblaciones, especies y organismos individuales, y sus medios fisicoquímicos. El sistema es estabilizado por sus propiedades dinámicas autocompensadoras; estas mismas propiedades, si se acentúan demasiado, pueden conducir a un trágico derrumbamiento; la complejidad del tejido ecológico y su velocidad intrínseca de giro determinan hasta donde pueden llegar la tensión, y por cuánto tiempo, sin que aquél se destruya; la red ecológica es amplificadora, de modo que una pequeña perturbación en un lugar puede producir efectos muy grandes, remotos y retardados.

Segunda ley de la ecología

Todo debe ir a alguna parte: recalca que en la naturaleza no existe desperdicio. En todo sistema natural, lo que es expulsado por un organismo como desperdicio, es tomado por otro como alimento. Nada desaparece; sólo cambia de sitio, pasando una forma molecular a otra y actuando sobre los fenómenos vitales de cualquier organismo en que se aloje durante un tiempo.

Tercera ley de la ecológica

La naturaleza sabe lo que se hace: que todo cambio importante realizado por el hombre en un sistema natural resultará, probablemente perjudicial para este sistema. Sugiere que la introducción artificial de un compuesto orgánico que no existe en la naturaleza, sino que es confeccionado por el hombre –que otorga un papel activo en un sistema vivo-, resultará probablemente perjudicial.

Cuarta ley de la ecología

No existe la comida de balde: nos dice que no hay ganancia que no suponga un valor. Esta ley encarna las otras tres, como el ecosistema mundial es un todo conexo en el que nada puede ganarse perderse, y que no es susceptible de un mejoramiento total, cualquier cosa extraída de él por medio del esfuerzo humano debe ser reemplazada” (Commoner, 1973, p. 34)

La renovación causada en el análisis por estas leyes no pretende establecer una sola vía al razonamiento económico, según Odum, E.P., (1992) las transformaciones energéticas nunca pueden ser eficientes al cien por ciento²; es decir, es imposible producir un bien sin generar como resultado un residuo equivalente en forma de materia y energía degradada. Esta formulación se conoce como la cuarta ley de la termodinámica planteada por Georgescu-Roegen, quien realizó aportaciones pioneras a varios campos de la teoría económica, a la vez que fue un crítico singular tanto por el estilo de sus argumentaciones, como por su vocación en trascender el limitado campo de la economía convencional, sus esfuerzos conceptuales entrelazan con fuerte nudo conceptos filosóficos, económicos, históricos, físicos y biológicos de una manera enriquecedora para el análisis de la brecha entre las relaciones de la economía y la termodinámica, proporción de un primer razonamiento en el marco teórico propuesto a lo largo de su vida.

La materia-energía puede permanecer a favor del ser humano y de otras especies, una vez ésta se conserve constantemente en el tiempo, una condición que constituye la materia-energía disponible. De la misma forma, el tiempo constituye un obstáculo en los procesos de adquisición de la materia-energía, ya que están obligados a experimentar una degradación de forma continua e irrevocablemente, un estado conocido como materia-energía no disponible. La aplicabilidad de la ley de entropía va a depender de la presencia de la vida porque esta infiere en la reducción o aceleración de la materia-energía (como estudio de caso

² Un ejemplo citado por Odum; supongamos un proceso de conversión de energía solar (A) en alimento (C) a través de la fotosíntesis. Mientras la primera ley establece que $A = B + C$, donde B es calor; la segunda ley, nos informa de que C siempre es menor que A, por la disipación de B. Odum, E.P. *Ecología*, p 70-71.

respectivamente están las plantas verdes o los animales clasificados como consumidores). Como se ha descrito, es necesario hacer la distinción de la materia-energía que se degrada con independencia de si la vida está o no presente. En efecto, la materia se puede reciclar para luego hacerla útil, en cierto grado. Aun así, a la energía disipada no se puede asignar condiciones semejantes, ya que dependen de otras propiedades. Por lo tanto, se hace imprescindible señalar que la ley de entropía se convierte en la raíz de la escasez económica. La traducción del enfoque termodinámico en la definición en el sentido al valor económico, estará representado en la energía o en la materia utilizada en una escala baja de entropía³.

En el primer eslabón de la cadena láctea interfieren principalmente:

Energía eléctrica: La electricidad es la rama de la física que estudia los fenómenos eléctricos. Estos fenómenos son muy diversos y tienen su origen en una propiedad fundamental de la materia, la carga eléctrica (Jaramillo, 2004).

Algunos cuerpos, al frotarlos con otros, presentan particularidad de atraer a objetos ligeros, a este fenómeno se le da el nombre de electricidad. La carga eléctrica de un cuerpo viene dada por el número de electrones que le sobra o le falta para que presente el estado neutro (Jaramillo, 2004).

Energía mecánica: Se define como “la capacidad de producir trabajo que posee un cuerpo debido únicamente a causas de origen mecánico, tales como la posición y la velocidad. Existen dos tipos de energía mecánica bien diferenciadas, conocidas con los nombres de energía potencial y energía cinética; la primera está asociada a la posición y la segunda a la velocidad (Jaramillo, 2004).

Energía eólica: es el aprovechamiento de la energía cinética de masas de aire en movimiento, es decir, de la fuerza del viento. Esta energía se emplea para impulsar barcos en su desplazamiento, para bombear agua, para moler grano o, en su

³ Georgescu-Roegen, Nicholas. *Ensayos (...)*. Op cit., pp. 66-68.

aplicación más desarrollada en la actualidad, para producir energía eléctrica. (Rocha, 2011)

Por otra parte Jaramillo afirma que la energía eólica, debido a su carácter irregular, es difícil de utilizar a gran escala debido a los cambios en las corrientes de viento.

Energía solar: Es aquella que se genera directamente del sol; la tierra está recibiendo continuamente enormes cantidades de energía procedente del sol (se calcula que recibe en 15 minutos una cantidad de energía equivalente a la que se consume en el mundo durante un año). Esta energía se presenta bajo dos formas distintas: luz (energía lumínica) y calor (energía térmica) (Jaramillo, 2004).

La energía solar constituye el origen común de las fuentes de energía, es decir, toda fuente de energía (salvo la energía nuclear) proviene directa o indirectamente.

Energía metabólica: Es el conjunto de reacciones y procesos fisicoquímicos que ocurren en una célula; en los cuerpos, se evidencia en cada actividad que se desarrolla, por ejemplo, el trabajo muscular es el proceso metabólico que consume más energía metabólica; esta puede venir de varias fuentes, dependiendo de cada proceso, cada uno con diferente finalidad. El metabolismo anaeróbico soporta el trabajo explosivo y el aeróbico soporta los ejercicios de resistencia (Meléndez, 2011). Así, el metabolismo energético es la parte del metabolismo celular destinado a almacenar y consumir combustibles para cubrir las necesidades energéticas del organismo. El principal consumo de combustibles se usa para soportar el ejercicio físico, en el músculo, y para producir calor, en el tejido adiposo marrón (Meléndez, 2011).

Eficiencia Energética

De acuerdo con la ISO 50001 la energía es un factor fundamental en todas las organizaciones puesto que ésta es requerida para ejecutar las operaciones de la misma, debido a que la energía se encuentra presente durante la cadena de suministro. Es así como, además de los costos económicos, el uso de energía impone impactos ambientales y sociales de agotamiento de recursos, contribuyendo a problemas como el cambio climático (Díaz, 2014, p.1).

El objetivo de la eficiencia energética es lograr una idéntica satisfacción de necesidades y usos con un menor consumo específico (López, Joaquín, Moscoso, Diana, 2016, p.2), para lograr ésta eficiencia se requiere de la implementación de tecnología que permita tener una producción limpia, también se requiere establecer programas de reciclaje y utilizar energías renovables. El Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay plantea a cuestionarnos con la energía utilizada y promueve eliminar el consumo de aquella energía que no aporta mayor confort o no contribuye en lograr una mayor producción para lograr una mayor eficiencia.

Así mismo existen otros puntos de vista de eficiencia energética, por ejemplo, desde el enfoque ambiental el cual indica que el “ahorro de energía permite ahorrar nuestros escasos recursos económicos, pospone el agotamiento de nuestros escasos recursos fósiles (de los que sin embargo depende mayoritariamente nuestro suministro energético) y, por último, parece revelarse como una de las mejores alternativas para reducir las emisiones de CO₂” (Linares, 2009, p.75); se puede abordar la eficiencia energética también a través de la alimentación haciendo énfasis en el metabolismo buscando aprovechar la energía de los nutrientes y su transformación en calor y en los componentes necesarios para las células (Mijan de La Torre, 2004)

Metodología

El objetivo de esta investigación es realizar un método exploratorio documental utilizando la herramienta de estado del arte del tema energía en la producción láctea para conocer que expertos han tratado el tema, de qué forma se ha abordado, cuáles han sido los planteamientos y que estudios se han realizado frente a este concepto. Debido a que se ha escrito poco del tema en Colombia ampliamos nuestro alcance incluyendo literatura de todos los países del mundo y centrándonos en el eslabón de la producción láctea, para lo cual se consultó en las diferentes bases de datos comerciales disponibles en la página de la Universidad De La Salle. Para la búsqueda se utilizaron las siguientes palabras claves “energía”, “producción láctea”, “alimentación”, “eficiencia energética” y “eficiencia alimentaria”, en cada una de estas bases Access DL (Digital Library), CABI, EBSCO- Interfaces, Jstor, Passport, ScienceDirect, Scopus, fue necesario hacer la búsqueda utilizando las palabras claves en inglés puesto que la información disponible estaba en este idioma.

La información hallada fue escrita entre los periodos del 2000 al 2016, la mayor cantidad de artículos de investigación se encontró en las bases de datos Science Direct, Web of Science y Scopus, el origen de estas investigaciones se dió principalmente en Estados Unidos y Países Bajos sin embargo se encuentran documentos de México, Uruguay, Brasil, Chile, Cuba, Iran, Irak, Portugal, Francia, Senegal, Suiza, Dinamarca, Alemania e Italia. De cada uno de los artículos hallados se realizó un formato RAE el cual contiene datos tales como: Título, autor, tipo de documento, bases de datos o URL, ISSN o ISBN, N° páginas, país de publicación, palabras clave, resumen o abstract, objetivo general, problema de investigación, síntesis descriptiva, teórica y de contenido, tipo de investigación, método investigativo, población y muestra, principales resultados y conclusiones fundamentales. De acuerdo con el trabajo realizado en los resúmenes analíticos se establecieron las categorías a tratar dentro del escrito las cuales son: Nutrición animal, Impactos ambientales, Eficiencia energética y Costos de producción, las categorías se fundaron teniendo en cuenta la disponibilidad de la información

encontrada en nuestro barrido por las bases de datos electrónicas, siendo estos los temas más recurrentes relacionados con la energía.

Factores económicos en la producción láctea

Costos de producción

Los costos de producción en la cadena láctea corresponden a las erogaciones necesarias para llevar a cabo la operación, estos costos se clasifican en costos fijos como lo son arriendos, servicios públicos, salarios de personal operativo, y los costos variables como las materias primas, maquinaria y mano de obra. Son un factor determinante debido a que permiten evaluar el uso de los recursos con el fin de establecer las posibles mejoras para la eficiencia de las herramientas disponibles, y con esto obtener el beneficio de disminuir los costos de producción sin alterar la calidad de los productos. En la cadena láctea el uso de energía es elevado teniendo en cuenta las actividades que se realizan en los diferentes eslabones, pero no se tiene un control específico sobre estos costos, por tal razón se estudia la posibilidad de generar una eficiencia energética para beneficiar económicamente las granjas lecheras.

Los costos se pueden ver afectados de forma positiva o negativa, en el caso de la producción láctea los componentes que determinan la variación son: el tamaño de las granjas lecheras, el estrato socioeconómico, el uso de tecnología, la ubicación geográfica y la nutrición de las vacas; existe una relación directa entre el tamaño de la granja y el estrato, por ejemplo cuando la granja es pequeña y de estrato bajo el uso de tecnología es mínimo, porque estas se caracterizan por no contratar mano de obra, ni utilizar maquinaria tecnificada, convirtiéndolo así en un negocio familiar.

Por otra parte la ubicación geográfica tiene relación directa con el tamaño de la granja, por lo general las pequeñas granjas o familiares se ubican en Latinoamérica, lo cual es positivo porque disminuye el costo de alimentación de los animales debido

a que las condiciones climáticas son favorables para producir su propio alimento. (Posadas, Salinas, 2014)

Por el contrario, en Europa, las granjas cuentan con mayor tecnología que en Latinoamérica, lo que conlleva a un mayor consumo de energía eléctrica debido a que algunas actividades requieren el uso de equipos y maquinaria, como el enfriamiento de la leche, el calentamiento del agua, la maquinaria de ordeño y la iluminación, por lo tanto, se evidencia un incremento en los costos de electricidad. Adicionalmente el ajuste en las tarifas mundiales de energía provocó un aumento en el precio de la electricidad de un 32% en los años de 2010 a 2015. (Upton, Murphy, Shalloo, 2015)

Las modificaciones de las tarifas generan incertidumbre para los pequeños, medianos y grandes productores, lo cual hace necesario desarrollar nuevas estrategias que impulsen un mejor consumo de la energía obteniendo como resultado la disminución de los costos.

Nutrición

La alimentación es un factor importante que se debe analizar en la producción láctea debido a que la mayor parte de los costos totales de producción pertenecen a los alimentos y suplementos para animales (43%). La eficiencia alimentaria en bovinos es una estrategia que permite reducir costos de producción, también está relacionado con el tipo de animal y sus características genómicas metabólicas, puesto que, si el animal al consumir alimento lo transforma en la energía utilizada para su mantenimiento y produce gran cantidad de calor, se pierde el restante de la energía metabolizable, lo que conlleva a que sea un animal ineficiente en términos de producción de leche. Por ejemplo, el aumento de la generación de leche por vaca, requiere mayor y mejor alimento para el animal, gran parte de esta alimentación se divide hacia la producción de leche en lugar de mantenimiento y crecimiento de su cuerpo.

El tema de la nutrición es tan relevante que diferentes autores lo han abarcado desde diversas perspectivas. Ruiz-Albarran, M., Balocchi, O., Wittwer, F., Pulido, R (2016) investigaron la influencia de la asignación del forraje a las vacas en invierno, debido a que estas habían estado en edad de parición desde la temporada de otoño se realizó un estudio donde se analizó la influencia del forraje y los suplementos alimenticios en la mejora de la producción de leche, porque en la época invernal el consumo energético y calórico aumenta, por lo tanto el animal debe solventar necesidades básicas de mantenimiento optimizando la ingesta de forraje adecuado y otros suplementos que permitan mejorar no solamente la producción de leche, sino también la calidad de la misma. En el estudio se pudo determinar que de las 32 vacas lecheras Holstein Friesian-multíparas, en el transcurso de los 63 días del estudio fueron alimentadas con ensilaje de hierba suministro diario de 6.25 y 4.6 kg de MS de concentrado (concentrado de humedad del maíz comercial más alto) estas vacas mejoraron el nivel de grasa y proteína en niveles generales, aun cuando no se comprobó una incidencia significativa verificable en la producción y calidad de la leche, la dieta se optimizó y se optó porque las jornadas de pastoreo fueran restringidas para disminuir el gasto energético, es importante resaltar que los análisis y muestras no remiten a un detrimento en los niveles de eficiencia metabólica y se podrían reconocer como una labor de previsión y mantenimiento en la producción de leche en condiciones de alta des favorabilidad.

En el campo nutricional se han podido implementar el uso de otros suministros a fin de mejorar la calidad y producción lactea teniendo en cuenta siempre los parámetros metabólicos para su estudio, un ejemplo de ello es el sulfato de vanadio un suplemento dietario esencial para todos los mamíferos que permite la efectividad de la insulina , lo que beneficia el transporte de nutrientes tales como la glucosa y aminoácidos, esto aporta positivamente al metabolismo proteico, esencial en la conservación energética del bovino además de reducir la generación de grasa, que en teoría está relacionada con un mejor desempeño y capacidad en la producción de leche desde etapas gestacionales.

Heidari, S.R.a, Ganjkanlou, M.a , Zali, A.a, Ghorbani, G.R.b, Dehghan-Banadaky, M.a, Hayirli, A.c (2016) realizaron una investigación científica utilizando 32 vacas Holstein multíparas fueron utilizados a partir de la 4 semana antes del parto hasta la 4 de semana del posparto para investigar los efectos de los suplementos de vanadio (V) sobre el rendimiento, la producción y los parámetros metabólicos. El estudio de método experimental se realizó en un período de adaptación, las vacas fueron asignadas al azar para recibir 1 de 4 niveles de vanadio: 0, 0,04, 0,08, y 0,12 mg de V como sulfato de vanadio / kg de BW^{0.75}. Los parámetros de rendimiento (BW, BCS, DMI y el balance de energía) no se modificaron por la suplementación del vanadio, si bien el nivel de producción de leche aumento con respecto al inicio de la ingesta, hubo efectos plasmáticos durante la gestación y modificaciones en los niveles de insulina, por tratarse de ser un medicamento utilizado en una etapa delicada en las últimas semanas de gestación profiere un manejo adecuado en los niveles de ingesta antes durante y después del embarazo, en términos generales el vanadio es un modulador eficiente de insulina y permite en gran medida optimizar la producción, asegurando una estabilidad proteica en el animal. El estudio también arrojó una alerta en el suministro del vanadio en las fases finales del embarazo ya que las vacas intervenidas con este suplemento presentaron un impacto en la tensión aumentando su nivel de normalidad, este es el único efecto que difiere con respecto a otras vacas no intervenidas, ya que la producción lactea aumenta en las etapas post parto lo que incide en un gran elemento dietario en la asimilación de nutrientes en dietas normales.

En términos de eficiencia alimentaria existen muchas alternativas no solamente destinadas a la calidad y mayor producción lactea, además existen investigaciones donde se promueve la inclusión de mezclas de forraje en la dieta de crecimiento en novillas lecheras a fin de determinar los impactos en la digestión, la utilización de energía y las emisiones de metano residuales que afectan el medio ambiente por la emisión de gases efecto invernadero. Expertos de la Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán, consideran al girasol como un alimento proteico, junto a las tortas de algodón, la soya o la harina de pescado, los cuales, mezclados con energéticos, son positivos para los semovientes (CONtexto ganadero, 2014). El uso

del girasol como una alternativa de alimentación es una excelente opción en periodos de poca lluvia, adicionalmente se ven reflejados beneficios en el incremento de la producción de leche.

La producción de forraje para uso alimenticio de bovinos en gran medida ha sido subutilizando el suelo para nuevas especies de pastos de gran riqueza nutricional que podrían mitigar en gran medida las deficiencias nutricionales de las vacas y permitir que la diversidad de pastizales posibilite la sostenibilidad no solamente de las demandas alimenticias de los bovinos sino a un decrecimiento en los niveles de metano gracias al uso de estas nuevas especies de pastos.

El estudio realizado por Hammond, K.J.a, Humphries, D.J.a, Westbury, D.B.b, Thompson, A.a, Crompton, L.A.a, Kirton, P.a, Green, C.a, Reynolds, C.K.a (2016) permitió comparar el uso de diferentes muestras de pastos o cuatro tratamientos de forraje, el objetivo de este estudio fue evaluar múltiples mezclas de especies forrajeras en comparación con raigrás-dominante, observando la utilización de la energía la excreción de N, y las emisiones de metano por el crecimiento de 10-15 meses de edad vaquillas, el experimento 2 utilizó 12 novillas lecheras diferentes pastan tres de los mismos tratamientos de forraje usadas para hacer ensilaje en el experimento 1 (raigrás, trébol y flores) y las emisiones de metano se estimaron utilizando la técnica del marcador hexafluoruro de azufre (SF₆). Los resultados de esta investigación arrojaron que la digestibilidad de los forrajes propuestos fue menor a la avena pero esto fue debido a los pastizales y la época de cosecha, por otra parte el segundo grupo de novillas que fueron alimentadas principalmente con flores redujeron significativamente los niveles de metano generados por su ingesta, lo que se consideró como un éxito aunque su valor nutricional fue menor, los niveles de nitrógeno también descendieron y los costos de producción fueron bajos, lo que convierte esta estrategia en un factor opcional favorable para mitigar los efectos colaterales ambientales generados por la industria láctea.

Existe un acercamiento a la eficiencia alimentaria desde la literatura de otros expertos y científicos que han profundizado en este tema Agnew, R.E., Yan, T (2000) presentan las diferentes teorías y hallazgos de algunos autores con el

propósito de evaluar y reflexionar sobre el impacto de estos estudios en el sistema de energía metabolizable UK (ME), y otros sistemas de energía neta (NE). Por ejemplo se afirma que los valores de NEM (Energía neta metabolizable) actualmente utilizados en Europa y América del Norte, fueron desarrollados a partir de los datos publicados hace 30 años. Una de las publicaciones de esa época revela que el aumento de las concentraciones de fibra en las dietas puede reducir la metabolización energética al reducir la digestibilidad energética (Flatt et al., 1969b, Beever et al., 1988 y Beever et al., 1998) y aumentar la producción de energía de metano como proporción de la ingesta total de fibra (De Al., 1999). Por el contrario los efectos de la fracción de fibra dietética en la tasa metabólica de mantenimiento pueden, por lo tanto, resultar en un requisito de energía metabolizable mayor para una dieta alta en comparación con una dieta baja en fibra. Esto se ha demostrado en varios estudios con vacas lecheras en lactación (Flatt et al., 1969b, Tyrrell y Moe, 1972 y Yan et al., 1997a) y con ganado de carne (Beever et al., 1988, Beever et al., 1998 y Reynolds et al., 1991a).

Sin embargo, no solo este tipo de estrategias nutricionales son incidentes en la optimización de la producción láctea de bovinos, la ciencia genética también ha tenido un gran avance en la última década, esto debido a los desarrollos tecnológicos que han permitido seleccionar las mejores razas productoras, en términos de eficiencia, digestibilidad y adaptación al medio y las estrategias propuestas por los investigadores. La Genómica permite la selección de nuevos rasgos tales como la eficiencia de la alimentación (Hayes et al, 2013; Pryce et al., 2014A.). Con el tiempo, las prácticas de gestión pueden ser adaptadas específicamente para los genotipos o genotipos podrían ser seleccionados para que coincida con los entornos. En los últimos 20 años, los índices de selección multi carácter se han desarrollado y evolucionado, y ahora incluyen no sólo la productividad sino también rasgos tales como la longevidad, la salud de la ubre y la fertilidad (VanRaden, 2004).

Los estudios e investigaciones realizadas a cerca de los genotipos, refieren grandes avances en el producto base, que además está sujeto a mejoras considerables en

la nutrición, de este estudio “El aprovechamiento de la genética de la vaca lechera moderna para continuar las mejoras en la eficiencia de la alimentación” (VandeHaar, M.J.a , Armentano, L.E.b, Weigel, K.b, Spurlock, D.M.c, Tempelman, R.J.a, Veerkamp, R.d, 2014) se puede inferir el aumento de la producción media diaria de leche en un 10% o el aumento de la longevidad de la vaca de 3 a 4 lactaciones se espera que aumente la eficiencia energética de por vida ~ 0,7%. La reducción de la utilización de alimentos en un 2%, sin cambios en la producción de leche o la disminución de pérdidas de alimento, mejoraría la eficiencia energética en ~ 0,5%.

La reducción de la edad al primer parto y ciertas mejoras en los niveles energéticos de la vaca genera grandes oportunidades de crecimiento para la producción láctea, estas condiciones genéticas favorables representan un nivel muy bajo de implementación, por lo que es necesario considerar avances investigativos de estos estudios, para implementar algunos rasgos identificados que contribuyan a un desarrollo de la producción optimizando recursos y manteniendo protocolos de eficiencia ambiental.

Impactos ambientales

El proceso de producción de leche contribuye en un amplio porcentaje a la generación de los impactos ambientales debido al uso de la tierra y recursos naturales, por ende, se generan daños a nivel de suelo, agua y aire produciendo perjuicios en el ambiente como la eutrofización, la acidificación, la pérdida de biodiversidad y el uso de los recursos, como la tierra y la energía fósil (Middelaar, Bloemhof, Engel, Boer, 2016). Cada uno de los procesos de la cadena láctea requiere el uso de recursos naturales y por esto se provocan cambios de forma directa o indirecta en el medio ambiente; estas actividades abarcan diferentes clases de impactos ambientales, entre ellos la contaminación, emisión de gases efecto invernadero y el daño del hábitat por el uso de los suelos.

En las diferentes etapas se originan estudios y métodos que buscan evaluar el daño ambiental y así mismo poder generar estrategias para la mitigación de los mismos.

Existen procesos ajenos a la cadena láctea como la elaboración de los alimentos para los animales, el sustento de las granjas y el uso de energía para el mantenimiento y producción, los cuales también están ocasionando daños ambientales.

La elaboración de alimento en las granjas lecheras es una gestión de mucha importancia, debido a que esta puede aumentar o reducir costos de acuerdo al manejo que se le dé; las vacas requieren de una dieta determinada para poder optimizar la producción de leche, pero en muchas ocasiones no se tienen en cuenta los impactos ambientales que la fabricación pueda dejar.

Además del método de producción, el uso de energía y las emisiones de GEI relacionadas con la producción de alimentos también están fuertemente influenciadas por la composición del paquete de alimentos.

Existen diferentes usos de los alimentos, en ocasiones se suministran proteínas como suplementos en la dieta, el uso de proteínas mejorada afecta las oportunidades de reducir estos impactos ambientales de los sistemas de producción láctea (White, 2016). Los cambios producidos en las dietas mejoran no solo la eficiencia energética sino también brindan mejores oportunidades para reducir el uso del suelo, el uso del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero (White, 2016) (GEI), este último se genera principalmente por el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono.

El aumento de los GEI se ha producido en gran parte por varios depósitos naturales que participan en el ciclo del carbono, como las aguas subterráneas que se contaminan por actividades como la agricultura y el uso del suelo; las emisiones de CO₂ provienen de la combustión de combustibles fósiles principalmente carbón, petróleo y gas natural, además de la deforestación, la erosión del suelo y la crianza animal. La fuerte dependencia del sector ganadero de los combustibles fósiles podría ser impugnada en cuestión de décadas o más pronto, ya sea por el aumento de precios de los combustibles fósiles o de los compromisos previstos en los protocolos de reducción de emisiones de carbono. En este contexto, es relevante para evaluar la huella energética de los productos de

origen animal y para identificar posibles estrategias para la transición hacia una mayor dependencia de la energía renovable. (Pagani, Vittuari, Johnson, De Menna, 2016).

En algunas granjas se identificó un consumo de energía más bajo debido al uso de alfalfa como alimento y menos uso de fertilizantes y combustibles. (Pagani, Vittuari, Johnson, De Menna, 2016). La reducción de los fertilizantes a lo largo de la cadena láctea podría fomentar una industria más sostenible.

A nivel general se busca formar una agricultura orgánica, lo cual contribuye a reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. (Bos, De Haan, Sukke, Schils, 2014)

Al implementarse esta alternativa se obtuvo como resultado que el uso de energía por unidad de leche en los productos lácteos orgánicos es aproximadamente un 25% menor que en los productos lácteos convencionales, mientras que las emisiones de GEI son 5-10% menores (Bos, De Haan, Sukke, Schils, 2014). El uso de energía en la agricultura orgánica es del 10-30% y en la horticultura orgánica 40-50% más alto que en sus homólogos convencionales respectivos. Las emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura orgánica de cultivos herbáceos son 0-15% y 35-40% más altas, respectivamente.

Las granjas que producen su propio forraje y cultivan alimentos necesitan de insumos de producción como fertilizantes, herbicidas, pesticidas y combustibles que requieren energía fósil y producen GEI durante todo el proceso.⁷(Robertson et al., 2000 , Cruse et al., 2010 , Woodhouse, 2010 , Gelfand et al., 2010 y Davis et al., 2012), por este motivo se busca generar una reducción de los insumos de combustibles fósiles, una de las formas para operaciones sobre el terreno es reemplazar el combustible diesel con fuentes de energía renovables, como el combustible de aceite vegetal recto (SVO) (Fore et al., 2011).

Estudios previos han demostrado también que la reducción del uso de plaguicidas a través de mejores prácticas de gestión puede mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero sin dejar de ser tan o más

productivos que los sistemas de control convencional (Cruse et al., 2010 , alluvione et al., 2011 , Crosson et al. 2011 y Davis et al., 2012).

Otra alternativa para reducir los impactos ambientales es la utilización de los residuos de la explotación lechera como fosforo y nitrógeno para producir bioenergía, esta es un tipo de energía renovable producida a través de la materia orgánica e industrial y suele ser utilizada en combustibles.

Por otra parte, la digestión anaerobia es una tecnología madura y probada que proporciona un portador de energía renovable, por lo tanto, el sector del biogás no sólo se animó a explotar los recursos de biomasa (Zhang et al., 2013), sino también a utilizar las tecnologías avanzadas e innovadoras para mejorar la producción de biogás y la eficiencia de los procesos, así como para aumentar la rentabilidad

Existen diferentes planes para la mitigación de los daños ambientales; algunos estudios previos comparan métodos como el tratamiento previo de bioquímica, mecánicos, térmicos y químicos, a través de los cuales se ha identificado el pretratamiento thermobarical (también llamada agua caliente o tratamiento de la tensión térmica) como un método apropiado para descomponer sustancias fibrosas, de alto peso molecular en sus constituyentes, por tanto, ponerlos a disposición de una digestión anaerobia más rápida y extensa que resulta en rendimientos más altos de metano (Budde et al., 2008 , Carlsson et al., 2012 , Hendriks y Zeeman de 2009 ,Schumacher, 2008 y Weiss y Brückner, 2008). La hidrólisis Thermobarical es factible para muchas materias primas tales como residuos y mezclas de residuos sólidos y líquidos de ganado.

Los beneficios de las estrategias para reducir los impactos ambientes son la reducción de costos adicionales en términos de energía, el ahorro energético, la construcción sostenible, la descontaminación de agua y suelos, la participación ecologista, las emisiones de gases de efecto invernadero y la rentabilidad (Budde,, Prochnow, Plöchl, SuárezQuiñones, Heiermann, 2016) lo cual trae consigo cambios significativos en el medio ambiente y por ende promueve las buenas prácticas en el desarrollo de la producción lactea.

Eficiencia Energética

La energía es uno de los recursos básicos necesarios para desarrollar diferentes actividades económicas y sociales (McParland, S., Kennedy, E., Lewis, E., Moore, S.G., McCarthy, B., O'Donovan, M., Berry, D.P, 2016) , cabe resaltar que la mayor fuente de energía con la que contamos es la energía solar, ésta por medio de la radiación solar, proporciona energía luminosa y calórica. También puede transformarse en energía eléctrica. Además, la radiación es primordial para el crecimiento de las plantas (a través de la fotosíntesis las cuales son la base de la cadena alimenticia en la Tierra, proveyendo de energía a todo el reino animal⁴. Actualmente el sector agrícola se ha convertido en el principal consumidor de energía con el fin de suministrar más alimento para mantener y aumentar la población humana y proporcionar una nutrición suficiente y adecuada (Samavatean et al., 2011), debido a este alto consumo energético y la extinción de las fuentes de energía fósiles se ha propuesto desarrollar y promocionar el consumo óptimo de energía para alcanzar una mayor producción y de esta forma contribuir a la economía, la rentabilidad y la competitividad de la agricultura sostenible de las comunidades rústicas (FAO,2008).

La eficiencia energética representa la evaluación de diversos factores que intervienen en la producción láctea como el análisis de las formas de producción en algunas granjas por ejemplo en el estudio de *Pagani, M., Vittuari, M., Johnson, T.G., De Menna, F;*(2016) se realiza una comparación entre las granjas de Missouri Estados Unidos y Emilia Romagna de Italia, las características principales por las cuales el modelo de producción de la granja de Emilia Romagna es más eficiente en el uso de la energía se debe a las prácticas agrícolas italianas, las cuales implican más pequeñas raciones diarias para vacas y un mayor uso de la alfalfa, que se combinan para reducir los requerimientos de energía para la producción de alimentos (- 28%), las entradas de energía más bajas para las novillas (- 20%), y

⁴ Para ampliar ver <http://graficas.explora.cl>

un menor consumo de combustible (- 52%). Este último factor está relacionado con el uso de tractores más pequeños utilizados en granjas italianas, en promedio 70 kW, en comparación con los 90 kW tractores en las granjas Missouri. Por otra parte en Missouri no se promueve la autoproducción de alimento para los animales, lo que incrementa el costo debido a la compra de alimentos importados para sus animales, adicionalmente otro factor influyente corresponde a la mayor cantidad de uso de fertilizantes y combustibles fósiles siendo un costo de energía más alto comparado con Emilia (Pagani, M., Vittuari, M., Johnson, T.G., De Menna, F, 2016). En concreto, los resultados indican que el potencial de reducción del 40% en la entrada total de energía podría lograrse mediante un cambio hacia la agricultura sostenible y siguiendo algunas de las prácticas de las granjas lecheras región de Emilia.

Así mismo el estudio realizado por Bos, J.F.F.P.a ,De Haan, J.b, Sukkel, W.b, Schils, R.L.M. (2014) propone examinar el uso de la energía y la incidencia de la producción láctea en la creación de gases efecto invernadero partiendo de dos tipos de granjas: La granja tradicional la cual tiene cultivos de alimentos como pasto y maíz, y la granja orgánica cultivos de diferentes tipos de hierbas, trébol y maíz. El manejo de nutrientes en las granjas orgánicas se basó en la leche de ganado, estiércol de ganado sólido y vinaza, un subproducto de la industria de la remolacha azucarera que contiene fácilmente disponible. Las dosis de fertilizantes aplicadas por primavera en la granja orgánica son 16 Mg de estiércol sólido, 4 Mg de lechada de vacuno y 1,1 Mg de vinaza. Los resultados del estudio confirmaron que el uso de energía en la granja lechera orgánica fue de 23% menor que la granja convencional produciendo la misma cantidad de leche por hectárea; El menor uso de energía en las granjas orgánicas puede explicarse por la baja cantidad de utilización de concentrados importados y la escasa manipulación de fertilizantes.

Por otra parte el uso de energía por unidad de leche en los productos lácteos orgánicos es aproximadamente un 25% menor que en los productos lácteos convencionales, mientras que las emisiones de GEI son 5-10% menores minerales (Bos,J.F.F.P et al; 2014). Las granjas orgánicas utilizan menor cantidad de energía

principalmente por su bajo uso de concentrados importados y de fertilizantes minerales; En cuanto al impacto ambiental las granjas lecheras orgánicas generaron alrededor del 10-15% menos emisiones directas e indirectas de Oxido de Nitroso (N₂O) por Mg de leche.

Se hace necesario evaluar cada uno de los eslabones de la producción para determinar los posibles derroches energéticos y hacer un seguimiento al flujo de la energía, partiendo desde los insumos y las salidas de la producción, como se realiza en el estudio de McParland, S., Kennedy, E., Lewis, E., Moore, S.G., McCarthy, B., O'Donovan, M., Berry, D.P (2016) el cual propone aplicar un DEA⁵ para determinar la eficiencia energética y encontrar un óptimo consumo de energía para mejorar los procesos de producción de leche, de esta forma lograr sistemas con menos emisiones de gases efecto invernadero. Se identificó que la mayor proporción de uso de energía dentro del proceso productivo corresponde a los alimentos y los combustibles fósiles, este estudio establece la cantidad de energía optima que se debería utilizar, con el cual se lograría un ahorro total de 12% de energía, así mismo se podría disminuir los GEI, la mayor parte de la reducción de estas emisiones están relacionadas con la fermentación entérica (74%) las cuales están directamente relacionadas con el consumo de alimento.

Una de las variables que influye de manera negativa en la producción lactea proviene del uso de combustibles fósiles y con ellos los impactos negativos a la naturaleza y el ambiente como la creación de gases efecto invernadero y la aceleración del cambio climático; la actividad bovina es la responsable de casi una cuarta parte de todas las emisiones de metano en el planeta. Esto es debido a que la cría del ganado produce anualmente 115 millones de toneladas de gas metano que se origina en su mayor parte en el sistema digestivo de los rumiantes, y del 64 por ciento del amoniaco. Actualmente, el metano contribuye al Calentamiento Global con un 15%.(VidaSostenible.org . 2016); Si se incluyen las emisiones por el uso de la tierra y el cambio del uso de la tierra, el sector ganadero es responsable del 9 por ciento del CO₂ procedente de las actividades humana, pero produce un

⁵ Análisis envolvente de datos

porcentaje mucho más elevado de los gases de efecto invernadero más perjudiciales. Genera el 65 por ciento del óxido nitroso de origen humano, que tiene 296 veces el Potencial de Calentamiento Global del CO₂, producido principalmente por estiércol. (FAO, 2008)

El informe de la FAO explica que la ganadería utiliza hoy en día el 30 por ciento de la superficie terrestre del planeta, que en su mayor parte son pastizales, pero que ocupa también un 33 por ciento de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje. La tala de bosques para crear pastos es una de las principales causas de la deforestación, en especial en Latinoamérica, donde por ejemplo el 70 por ciento de los bosques que han desaparecido en el Amazonas se han dedicado a pastizales. (FAO,2008)

De acuerdo con la afectación ambiental que tiene el uso de combustibles fósiles Nacer, T, Hamidat, A., Nadjemi, O.(2016), proponen promover el uso de energías renovables para lo cual utilizan el método HOMER⁶ para evaluar la factibilidad y el impacto de reemplazar sistemas convencionales existentes por energías renovables.

Este estudio recopila el uso de energía, la factibilidad técnica y económica en la granja lechera tradicional, para poder establecer la configuración optima del sistema, se tiene en cuenta las actividades básicas de la granja que requieren de energía como alojamiento de los animales, alimentación, ordeño y refrigeración de la leche; por otra parte se realiza un análisis de la implementación del sistema evaluando los beneficios e impactos que este generaría en la granja lechera, para esto se analiza el valor requerido de energía y se inicia un estudio de la radiación solar y la velocidad del viento con el fin de conocer que tan viable es reemplazar las fuentes de energía comunes por alguno de estos dos factores naturales.

Este estudio revela que la introducción de estos sistemas de uso de energía renovable es factible debido alto potencial de las mismas, en particular de los

⁶ El modelo de optimización híbrida para el software renovable eléctrico

recursos solares, específicamente la adopción de los sistemas fotovoltaicos⁷ fue el que genera mayor beneficios en la producción láctea, de esta forma se puede reducir la dependencia del uso de combustibles fósiles y la afectación y generación de gases efecto invernadero, es decir una producción verde y limpia lo cual es primordial para poder responder al crecimiento económico sin deteriorar los recursos naturales.

De igual forma Vigne, M.ac ,Vayssières, J.b, Lecomte, P.c, Peyraud, J.-L.a (2013) plantean el método del análisis de pluri energía el cual hace una comparación entre los insumos utilizados en los países en vía de desarrollo y los países pertenecientes a la OCDE⁸ con el fin analizar las formas de usos de la energía, por ejemplo en el Sur de Malí los sistemas utilizados dependen principalmente de la energía solar y la mano de obra por esto no requieren de insumos de energía fósil.

Por otro lado, las granjas francesas de Poitou-Charentes y Bretagne presentan valores intermedios en la utilización de energía fósil en la producción de leche, sin embargo en las granjas ubicadas en la región de Poitou-Charentes se usa una mayor cantidad de energía fósil principalmente por la condición de los terrenos puesto que no se facilita la cosecha de ensilajes como se puede apreciar en Bretagne. Esta característica de las propiedades de la tierra es un factor común en las granjas de la Isla de la Reunión debido a que en esta zona por su ubicación geográfica, limita la cantidad de tierra cultivable, lo cual conlleva al uso de gran cantidad de la energía fósil y a la importación de alimentos y concentrados para los animales.

En ese mismo sentido las granjas analizadas en Uruguay presentan un resultado positivo respecto al panorama Europeo, frente al consumo de energía fósil, Llanos, Eduardo; Astigarraga, Laura; Jacques, Ruben; Picasso, Valentín (2013) realizan un estudio con el objetivo de evaluar los sistemas de producción de leche desde el punto de vista energético, para identificar las principales variables que inciden en la

⁷ Tipo de electricidad (energía eléctrica) que se obtiene directamente de los rayos del sol gracias a la foto-detección cuántica de un dispositivo. La energía fotovoltaica permite producir electricidad para redes de distribución, abastecer viviendas aisladas y alimentar todo tipo de aparatos.

⁸ OCDE: La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

eficiencia energética y consumo de energía fósil, a través de un modelo de entradas y salidas se tomaron 30 predios lecheros clasificados en tres estratos con base a la productividad de leche por hectárea, con el fin de evaluar el uso de energía fósil utilizada para producir un litro de leche, los resultados arrojan un consumo de 2,40; 3,63 y 3,80 MJ.L-1 para los estratos de productividad bajo, medio y alto respectivamente. La energía fósil de los agroquímicos y los combustibles representó más del 80% de la energía consumida para los tres estratos. A mayor porcentaje de concentrado en la dieta, menor fue la eficiencia energética (Llanos, Eduardo, et al; 2013).

Durante los análisis realizados a la cadena de producción láctea se ha centrado la atención en la producción del alimento para las vacas, por ejemplo Malcolm, G.M.a, Camargo, G.G.T.b, Ishler, V.A.c, Richard, T.L.b, Karsten, H.D.a . (2015) realizan un estudio a las granjas ubicadas en noroeste de Estados Unidos las cuales se caracterizan por producir su propio forraje, importar cultivos de cereales, y se basan en gran medida de otros insumos. Los insumos de producción incluyen fertilizantes, herbicidas, pesticidas y combustible que requieren energía fósil y producen gases de efecto invernadero (GEI) durante su fabricación y transporte. Se analizan tres sistemas de cultivos el "Para", NSVO y FORGR, se determinó que el 'NSVO' y los sistemas 'FORGr' bajó entradas totales de energía fósil por mg de leche que se produce en un 18% y 15%, respectivamente, en gran parte mediante la importación de 77 % y 71% menos de los cultivos de alimentación que han sido cultivados en otros lugares. El sistema 'NSVO' disminuye el uso de energía fósil, pero requiere de más superficie de tierra y no puede proporcionar un ahorro económico con los precios actuales del combustible diésel.

Debido al impacto ambiental y energético negativo que tiene el uso de plaguicidas es necesario implementar mejores prácticas de gestión y disminuir la manipulación de estas sustancias con el fin de mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases efecto invernadero. También se podría aumentar la diversidad de sistemas de cultivo de productos lácteos por los cultivos de cereales y minimizar la dependencia en el mercado precio del grano variable. Vigne, M.ac, et al; (2013).

Discusión

La energía es un factor imprescindible dentro de la unidad productora de leche, debido a que está presente en cada uno de sus procesos partiendo desde el cultivo de los alimentos, el uso de las tierras y fertilizantes, materias primas y la maquinaria necesaria para la producción o la mano de obra del obrero.

Al hacer un análisis de la información consultada se establecieron los temas frecuentes abarcados por los escritores y grupos de investigación, los cuales se clasificaron en cuatro categorías la nutrición de los animales, los costos de producción, los impactos ambientales y por último la eficiencia energética, cada una de estas categorías está relacionada entre sí, la energía es el factor común de cada estas categorías, debido a que éste factor participa en el ciclo de producción.

La nutrición es una variable que tiene gran participación en la producción lactea, existen aspectos a tener en cuenta para encontrar la eficiencia en la alimentación, uno de ellos es la posición geográfica de las granjas lecheras puesto que existen beneficios cuando están ubicadas en el trópico bajo, por ejemplo la calidad de la tierra es mejor permitiendo el cultivo de alimento sin problema alguno, lo cual disminuye costos en la compra de alimentos e importación de concentrado, adicionalmente el gasto energético de la vaca es menor en el trópico bajo en comparación a las vacas de trópico alto, puesto que en el clima frio una gran parte del alimento es utilizado para la manutención del animal y el residual se transforma en leche, esto se debe a que el requerimiento de energía para manutención del animal en invierno es mayor, por lo cual la disponibilidad del alimento debe ser inmediato, ya que si el animal recorre distancias largas incurre en un esfuerzo adicional, incrementando el consumo de forraje y convirtiéndose así en un derroche de energía. De acuerdo con lo expuesto anteriormente se considera que el consumo energético en el trópico alto es mayor, sin embargo, escoger la combinación de forraje adecuado permite eficiencia alimenticia para estaciones como la de invierno reduciendo el impacto del gasto energético.

Así mismo se puede afirmar que la producción de alimentos para los animales genera beneficios adicionales a los económicos, desde la perspectiva ambiental el hecho de cultivar alimento, genera una apropiación por parte del granjero de la producción por lo cual este se compromete utilizando mejores prácticas para disminuir la afectación a los recursos naturales, cuidando la tierra sin sobreexplotarla y dejando a un lado la tala de árboles para la producción de pastos, si este granjero estuviera al tanto de las diferentes combinaciones de forrajes y plantas que aumentan la producción de leche, y al mismo tiempo son amigables con el medio ambiente, podría sustituir el concentrado. Teniendo en cuenta lo anterior la participación del pasivo ambiental disminuiría, al adoptar la postura desde la eficiencia energética, debido a que el granjero controlaría las causas para no aumentar este valor del cual se haría cargo, lo cual es positivo pues el proveedor de alimento solo se compromete con la calidad de su producto, dejando a un lado el factor ambiental.

En la categoría de costos los autores concuerdan en proponer la producción de alimentos, usando la menor cantidad de fertilizantes evitando la importación de concentrados para los animales, así mismo invitan a los granjeros a utilizar fuentes de energía alternativas como la energía solar e implementar tecnología en los procesos productivos que utilicen una menor cantidad de energía y favorezcan el incremento de la producción de leche.

Así mismo se plantea que si el productor de leche empieza a evaluar cada una de sus prácticas encontrará las falencias y adquiriendo un conocimiento mayor referente las formas que existen para ser eficientes energéticamente desde reutilizar el agua de lluvia para regar sus plantas o el alimento cultivado, o usándolo como bebida para sus animales; hasta mejorar la manipulación de los desechos de los mismos para crear biocombustibles, y contrarrestar las emisiones de metano sembrando árboles, proporciona un comportamiento favorable a la sostenibilidad, lo cual en este momento se convierte en un valor agregado al producto, debido al estado actual del planeta tierra y a los desalentadores datos del deterioro de la capa de ozono, de la contaminación del aire, y el incremento de los gases efecto

invernadero, por todos estos motivos las buenas practicas traducen un valor agregado, y los consumidores deberán reconocer el esfuerzo que hace cada una de estas granjas dándole como recompensa un lugar decisivo e influyente en el mercado, dejando de ser el proveedor del productor industrializado a ser un miembro importante en la toma de decisiones de esta actividad económica.

La eficiencia energética es un tema clave para el desarrollo sostenible de las granjas lecheras, ya posicionadas, e inclusive para los productores que están incursionando en el mercado, debido a que les permitirá optimizar sus recursos y buscar opciones de producción más saludables con el ambiente, adicionalmente se pretende ser más competitivos brindando un producto orgánico y mostrando al consumidor las buenas prácticas para así ampliar su participación económica.

Las cuatro categorías económicas contribuyen a la mejora continua de las actividades que comprenden la producción lactea, brindando información suficiente para modificar las prácticas actuales y así garantizar nuevos procesos en donde se tendrá como prioridad el consumo energético, aportando favorablemente al desarrollo del primer eslabón de la cadena láctea.

Conclusión

La energía es un factor fundamental dentro de la producción de leche, puesto que participa en cada una de los factores de producción, en la nutrición de los animales, en el cultivo de alimentos y en el combustible, debido al alto consumo de energía que demanda esta actividad económica, se requiere que las granjas adopten y conozcan la eficiencia energética, buscando un mayor aprovechamiento de los recursos sin alterar negativamente los recursos naturales.

La eficiencia energética busca disminuir la cantidad de energía utilizada sin alterar la producción, así mismo plantea aprovechar al máximo las condiciones climáticas como fuentes alternativas de energía, por ejemplo, utilizar paneles de energía solar, o la velocidad del viento para generar energía. Así mismo tener un mejor manejo de

los residuos con el fin de utilizarlos para tener fuentes de energías renovables o biocombustibles que puedan reemplazar los combustibles fósiles.

Otro aspecto importante corresponde a la selección del alimento para las vacas, por ejemplo, suministrar girasoles como forraje ha demostrado un aumento en la producción de leche, adicionalmente esta planta tiene una gran ventaja y es que puede sobrevivir en tiempo de sequía lo cual es una óptima alternativa en diferentes lugares donde cuentan con estaciones, usando estas alternativas en la nutrición se disminuye el impacto ambiental. Cada uno de los planteamientos de la eficiencia energética no solamente contribuye a disminuir la contaminación de esta actividad, también optimiza recursos disminuyendo los costos incurridos en la producción.

Dentro de la búsqueda de información existe una limitación para acceder a la literatura de eficiencia energética escrita en Colombia debido a que no existe un enfoque de este tema hacia la producción lactea, lo cual hizo que se ampliará la búsqueda a las investigaciones realizadas en el mundo.

Se puede evidenciar que la falta de conocimiento de los pequeños, medianos y grandes productores de leche acerca de la influencia de la energía en sus procesos, desencadena en un desgaste energético que a su vez afecta en gran medida a la contaminación ambiental y al incremento de los costos de producción, por lo anterior es necesario que se le asigne un papel protagonista a este tema en las entidades gubernamentales encargadas de regular las actividades agropecuarias, con el fin de incentivar y capacitar a los productores de leche, para optimizar sus procesos buscando la eficiencia energética.

Bibliografía

Agnew, R.E., Yan, T.(30/10/2000). El impacto de la investigación reciente sobre los sistemas de alimentación de energía para el ganado lechero-The impact of recent research on energy feeding systems for dairy cattle. *Livestock Production Science*, 66, 197–215. 29/11/2016, De Sciece Direct Base de datos.

Alberto Mijan de la Torre. (2004). *Nutrición y Metabolismo en trastornos de la conducta alimentaria*. Barcelona: Benito Helin.

Altieri, M. A. (2009). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*, 77.

Bos, J.F.F.P.a ,De Haan, J.b, Sukkel, W.b, Schils, R.L.M.cd. (07/03/2014). Las emisiones de uso de energía y gases de efecto invernadero en los sistemas agrícolas orgánicos y convencionales en los Países Bajos-Energy use and greenhouse gas emissions in organic and conventional farming systems in the Netherlands. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 68, 61-70. 09/11/2016, De Science Direct Base de datos.

Budde, J., Prochnow, A., Plöchl, M., SuárezQuiñones, T., Heiermann, M.. (2016). Energy balance, greenhouse gas emissions, and profitability of thermobarical pretreatment of cattle waste in anaerobic digestion. Agosto 31,2016, de ElsevierLtd Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15302373>

Camarillo, M.K.ab , Stringfellow, W.T.abc, Spier, C.L.b, Hanlon, J.S.b, Domen, J.K.b . (2013). Impact of co-digestion on existing salt and nutrient mass balances for a full-scale dairy energy project. noviembre 08, 2016, de SCOPUS Sitio web: <http://www.sciencedirect.com.hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0301479713003137>

Carpintero Redondo, Oscar. *Entre economía y la naturaleza*; Fundación 1º de Mayo, Madrid 1999, p 241.

CEDRSSA. (2006). *Nueva ruralidad enfoques y propuestas para América Latina*. Estudios e investigaciones, 263.

Chowdhury, R., Freire, F. (15/09/2015). La producción de bioenergía a partir de algas utilizando el estiércol lácteos como fuente de nutrientes: la energía del ciclo de vida y análisis de emisión de gases de efecto invernadero-Bioenergy production from algae using dairy manure as a nutrient source: Life cycle energy and greenhouse gas emission analysis. *Applied Energy*, 154, 1112–1121. 14/09/2016, De Scopus Base de datos.

Commoner, Barry. *El Circulo Que Se Cierra*. Plaza & janes, S.A. editores. Primera edición, octubre 1973. Pp. 33 – 43

CONtexto Ganadero. (2014). Girasoles ayudan a elevar la producción láctea. Recuperado el 14/04/2017, de CONtexto Ganadero Sitio web: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/girasoles-ayudan-elevar-la-produccion-lactea>

FAO. (2016). Producción láctea. 29/04/2017, disponible en FAO Sitio web: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/la-cadena-lactea/es/#.WP5r0UXyvcs>

Georgescu-Roegen N., The Entropy law and the Economic Problem. Daly H., (1980) (Editor). Economic, ecology, ethics, W.H., Freeman and Company, San Francisco:1980.pp. 49-60. Citado en: Simón Fernández, Xavier. "Economía (...). Ibíd., p. 209.

Hammond, K.J.a, Humphries, D.J.a, Westbury, D.B.b, Thompson, A.a, Crompton, L.A.a, Kirton, P.a, Green, C.a, Reynolds, C.K.a "La inclusión de mezclas de forraje en la dieta de crecimiento novillas lecheras: Impactos en la digestión, la utilización de energía y las emisiones de metano-The inclusion of forage mixtures in the diet of growing dairy heifers: Impacts on digestion, energy utilisation, and methane emissions" Artículo de investigación.

Heidari, S.R.a, Ganjkanlou, M.a, Zali, A.a, Ghorbani, G.R.b, Dehghan-Banadaky, M.a, Hayirli, A.c. (26/03/2016). Efectos de la suplementación de vanadio sobre los parámetros de rendimiento y metabólicos en vacas lecheras alrededor del parto-Effects of vanadium supplementation on performance and metabolic parameters in periparturient dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 216, 138–145. 19/07/2016, De Scopus Base de datos.

<http://www.metabolismo.biz/web/category/investigacion/metabolismo/>

J. Upton, J. Humphreys, P.W.G. Groot Koerkamp, P. French, P. Dillon, I.J.M. De Boer. (2013). Energy demand on dairy farms in Ireland. octubre 29,2016, de SCOPUS Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0022030213005353>

J. Upton, M. Murphy, L. Shalloo, P.W.G. Groot Koerkamp, I.J.M. De Boer. (01/01/2015). Evaluación del impacto de los cambios en la estructura de precios de la electricidad en costos de energía granja de productos lácteos-Assessing the impact of changes in the electricity price structure on dairy farm energy costs. Applied Energy, 137, 1-8. 26/09/2016, De Science Direct Base de datos.

Jaramillo,S.. (2004). Física para el acceso a ciclos formativos de grado superior. España: Mad, S.L p.160

Jaramillo,S.. (2004). Física para el acceso a ciclos formativos de grado superior. España: Mad, S.L p.293.

Jensen, C., Østergaard, S., Schei, I., Bertilsson, J., Weisbjerg, M.R.. (09/02/2015). Un meta-análisis de las respuestas de producción de leche a una mayor ingesta de energía neta en vacas lecheras escandinavos-A meta-analysis of milk production responses to increased net energy intake in Scandinavian dairy cows. *Livestock Science*, 175, 59–69. 20/09/2016, De Scopus Base de datos.

Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci*, 1995; 73: 2483-2492

Knips, Vivien (2016). Los países en desarrollo y el sector lechero mundial Parte I: Panorama mundial. Recuperado 01/06/2017, disponible en Infolactea Sitio web: <http://infolactea.com/biblioteca/los-paises-en-desarrollo-y-el-sector-lechero-mundial-parte-i-panorama-mundial/>

L.E. Moraes, E. Kebreab, A.B. Strathe, J. Dijkstra, J. France, D.P. Casper, J.G. Fadel. (01/06/2015). Multivariado y análisis univariado de los datos del balance de energía a partir de vacas lecheras-Multivariate and univariate analysis of energy balance data from lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 4012-4029. 26/10/2016, De Scopus Base de datos.

Laporta, J.ad, Moore, S.A.E.a, Weaver, S.R.a, Cronick, C.M.a, Olsen, M.a, Prichard, A.P.a, Schnell, B.P.a, Crenshaw, T.D.a, Peñagaricano, F.bd, Bruckmaier, R.M.c, Hernandez, L.L.a . (13/05/2015). El aumento de las concentraciones de serotonina alteran el calcio y el metabolismo de la energía en las vacas lecheras- Increasing serotonin concentrations alter calcium and energy metabolism in dairy cows. *Journal of endocrinology*, 226, 43-55. 12/12/2016, De Scopus Base de datos.

Linares, Pedro. (2009). Eficiencia energética y medio ambiente. 12/04/2017, de Revistasice Sitio web: http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_847_75-92__948996A922057AF57F9EA61527359753.pdf

Llanos Eduardo^{1,3}, Astigarraga Laura¹, Jacques Ruben² y Picasso Valentín^{1,3} . (2013). Eficiencia energética en sistemas lecheros del Uruguay. *Agrociencia Uruguay* , 17, 99-109. 19-05-16, De Web of Science Base de datos.

López, Joaquín, Moscoso, Diana. (2016). Planeta eficiente planeta consciente. 01/06/2017, de Inticonsultora Sitio web: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wwf_planetaeficiente_3_1.pdf

Malcolm, G.M.a , Camargo, G.G.T.b, Ishler, V.A.c, Richard, T.L.b, Karsten, H.D.a . (2015). Energy and greenhouse gas analysis of northeast U.S. dairy cropping systems. septiembre 25, 2016, de SCOPUS Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0167880914004708>

Malcolm, G.M.a , Camargo, G.G.T.b, Ishler, V.A.c, Richard, T.L.b, Karsten, H.D.a . (2015). Energy and greenhouse gas analysis of northeast U.S. dairy cropping

systems. septiembre 25,2016,de SCOPUS Sitio web:
<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0167880914004708>

Mara Rosas-Baños, « Nueva Ruralidad desde dos visiones de progreso rural y sustentabilidad: Economía Ambiental y Economía Ecológica », Polis [En línea], 34 | 2013, Publicado el 22 julio 2013, consultado el 01 junio 2017. URL : <http://polis.revues.org/8846>

Martínez-Alier, Joan y Jordi Roca-Jusmet. 2000. Economía Ecológica y Política Ambiental, PNUMA, FCE, México

McParland, S., Kennedy, E., Lewis, E., Moore, S.G., McCarthy, B., O'Donovan, M., Berry, D.P. (25/04/2016). Optimización del consumo energético de las explotaciones lecheras utilizando el análisis envolvente de datos - Un estudio de caso: la ciudad de Qazvin de Irán- Optimization of energy consumption of dairy farms using data envelopment analysis – A case study: Qazvin city of Iran. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 1, 1-12. 19/10/2016, De Science Direct Base de datos.

McParland, S., Kennedy, E., Lewis, E., Moore, S.G., McCarthy, B., O'Donovan, M., Berry, D.P. (28/02/2015). Parámetros genéticos de la ingesta de energía vaca lechera y el estado de energía del cuerpo predecirse utilizando la espectrometría de infrarrojo medio de la leche-Genetic parameters of dairy cow energy intake and body energy status predicted using mid-infrared spectrometry of milk. American dairy science Association, 98, 1310-1320. 24/10/2016, De Scopus Base de datos.

Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2005). La competitividad de las cadenas agro productivas en Colombia. Bogotá: Ministerio de agricultura y desarrollo rural

Mu, W.ab , van Middelaar, C.E.a, Bloemhof, J.M.b, Engel, B.c, de Boer, I.J.M.a . (2016/08/09). Evaluación comparativa del rendimiento medioambiental de los sistemas de producción de leche especializados: selección de un conjunto de indicadores-Benchmarking the environmental performance of specialized milk production systems: selection of a set of indicators . Ecological Indicators, 72, 91–98. 19/09/2016, De Scopus Base de datos.

Nacer, T, Hamidat, A., Nadjemi, O.. (20/01/2016). Un método general para evaluar la viabilidad de las energías renovables en las granjas lecheras de Argelia-A comprehensive method to assess the feasibility of renewable energy on Algerian dairy farms. Journal of Cleaner Production, 112, 3631–3642. 24/11/2016, De Scopus Base de datos.

Naredo, J. M. (2015). La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Siglo XXI de España Editores.

Newman, A., Mann, S., Nydam, D.V., Overton, T.R., Behling-Kelly, E.. (09/05/2015). Impacto de nivel dietética de energía durante el período seco en parámetros de lipoproteínas en el período de transición en el ganado lechero-Impact of dietary plane of energy during the dry period on lipoprotein parameters in the transition period in dairy cattle. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100, 118-126. 12/09/2016, De Scopus Base de datos

Nurmayani, S., Sugiarti, Y., Putra, R.H..(2016). Utilization of industrial dairy waste as microalgae cultivation medium : a potential study for sustainable energy resources. agosto 31, 2016, de Institute of Physics Publishing Sitioweb:<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757899X/128/1/012033/meta;jsessionid=6669EF404D64F00CE77108BB820763DF.c2.iopscience.cld.iop.org>

Pagani, M., Vittuari, M., Johnson, T.G., De Menna, F.. (01/06/2016). Una evaluación de la huella energética de las explotaciones lecheras en Missouri y Emilia-Romaña-An assessment of the energy footprint of dairy farms in Missouri and Emilia-Romagna. *Agricultural Systems*, 145, 116-126. 30/08/2016, De Scopus Base de datos.

Pagani, M., Vittuari, M., Johnson, T.G., De Menna, F.. (01/06/2016). Una evaluación de la huella energética de las explotaciones lecheras en Missouri y Emilia-Romaña-An assessment of the energy footprint of dairy farms in Missouri and Emilia-Romagna. *Agricultural Systems*, 145, 116-126. 30/08/2016, De Scopus Base de datos.

Posada, Sandra, Noguera Ricardo. (2014). Metanogénesis ruminal y estrategias para su mitigación. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* , 9, 17.

R.E. Agnew a, b, c, T. Yana, , , J.J. Murphyd, C.P. Ferrisa, F.J. Gordona, b, c. (2003). Development of maintenance energy requirement and energetic efficiency for lactation from production data of dairy cows.

R.M Kirklanda, b,, F.J Gordona, b, c. (05/12/2001). Los efectos de la etapa de lactancia en la partición de, y las respuestas a los cambios en la ingesta de energía metabolizable en vacas lecheras en lactancia-The effects of stage of lactation on the partitioning of, and responses to changes in, metabolisable energy intake in lactating dairy cows.. *Livestock Production Science*, 72, 213–224. 26/09/2016, De Scopus Base de datos.

Rafiee, S.a , Khoshnevisan, B.ac , Mohammadi, I.a, Aghbashlo, M.a, mousazadeh, H.a, Clark, S.b . (15/03/2016). Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. *Science of The Total Environment*, 562, 614-627. 28/06/2016, De Scopus Base de datos.

Ramos González, Roberto; Cruz Sotomayor, Maritza; Navarro Rodríguez, Idaibel. (2012-03). Determinación del costo energético de la cosecha de forrajes para el

ganado vacuno en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 21, 73-78. 19/05/2016, De Web of Science Base de datos.

Reist, M., Erdin, D., Von Euw, D., Tschuemperlin, K., Leuenberger, H., Chilliard, Y., Hammon, H.M., (...), Blum, J.W.. (12/12/2002). Estimación del balance de energía a nivel individual y su rebaño usando rasgos de sangre y leche en vacas lecheras de alto rendimiento-Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. Journal of Dairy Science, 85, 3314-3327. 26/09/2016, De Scopus Base de datos.

Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez; Jesús Armando Salinas Martínez; Carlos Manuel Arriaga Jordán; Francisco Ernesto Martínez Castañeda; Nicolás Callejas Juárez; Gregorio Álvarez Fuentes; José Herrera Haro. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000–2012. Contaduría y Administración 59, 2, 253-275. 07/06/2016, De Science Direct Base de datos

Ruiz-Albarran, M., Balocchi, O., Wittwer, F., Pulido, R. “La producción de leche, el comportamiento en pastoreo y el estado nutricional de las vacas lecheras pastando dos asignaciones de forraje durante el invierno-Milk production, grazing behavior and nutritional status of dairy cows grazing two herbage allowances during Winter”, Artículo de investigación

Simões, Andre Rozemberg Peixoto; Simões, Andre Rozemberg Peixoto; Lima-Filho, Dario de Oliveira. (2012-03). Tecnologías para el desarrollo de la ganadería lechera en Asentamiento Rural Rio Feio, Guia Lopes da Laguna, MS, Brazil. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 21, 163-173. 19/05/2016, De Web of Science Base de datos.

Steinfeld, Gerber, Wassenaar, Castel, Rosales, Hann. (2006). Sombra larga del ganado. 12/04/2017, de FAO Sitio web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/A0701E/A0701E00.pdf>

Torquati, B. , Venanzi, S. , Ciani, A. , Diotallevi, F. , Tamburi, V. . (30/06/2014). La sostenibilidad ambiental y los beneficios económicos de la producción de energía de biogás granja de productos lácteos: Un estudio de caso en Umbría-Environmental sustainability and economic benefits of dairy farm biogas energy production: A case study in Umbria. Sustainability (Switzerland), 6, 6696-6713. 09/11/2016, De Scopus Base de datos.

Van Knegsel, A.T.M.a , Van der Drift, S.G.A.b, Čermáková, J.ac, Kemp, B.a. (2013). Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: A systematic review. octubre 19, 2016, de SCOPUS Sitio web: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S1090023313005194>

VandeHaar, M.J.a , Armentano, L.E.b, Weigel, K.b, Spurlock, D.M.c, Tempelman, R.J.a, Veerkamp, R.d, El aprovechamiento de la genética de la vaca lechera moderna para continuar las mejoras en la eficiencia de la alimentación-Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency,Artículo de investigación

VandeHaar, M.J.a , Armentano, L.E.b, Weigel, K.b, Spurlock, D.M.c, Tempelman, R.J.a, Veerkamp, R.d. (01/06/2016). El aprovechamiento de la genética de la vaca lechera moderna para continuar las mejoras en la eficiencia de la alimentación-Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. American dairy science, 99, 4941-4954. 13/07/2016, De Scopus Base de datos.

Vibeke Bjerre-Harpøth,,Mogens Larsen, Nicolas C. Friggens¹,Torben Larsen ,Martin Riis Weisbjerg , Birthe Marie Damgaard. (2014). Effect of dietary energy supply to dry Holstein cows with high or low body condition score at dry off on production and metabolism in early lactation. noviembre 08, 2016, de SCOPUS Sitio web:

<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S1871141314003965>

Vigne, M.ac ,Vayssières, J.b, Lecomte, P.c, Peyraud, J.-L.a. (2013). Pluri-energy analysis of livestock systems - A comparison of dairy systems indifferent territories . octubre 19, 2016, de SCOPUS Sitio web:<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0301479713002399>

Vigne, M.ac ,Vayssières, J.b, Lecomte, P.c, Peyraud, J.-L.a. (2013). Pluri-energy analysis of livestock systems - A comparison of dairy systems indifferent territories . octubre 19, 2016, de SCOPUS Sitio web:<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0301479713002399>

White, R.R.. (14/04/2016). Increasing energy and protein use efficiency improves opportunities to decrease land use, water use, and greenhouse gas emissions from dairy production. Agricultural Systems, 146, 20-29. 29/06/2016, De Scopus Base de datos