



IMPACTOS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA EN COLOMBIA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN SOSTENIBLES: UNA REVISIÓN

IMPACTS OF LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS IN COLOMBIA SUSTAINABLE SOLUTION ALTERNATIVES: A REVIEW

Diana Carolina Baleta-Agreda ^a, <https://orcid.org/0000-0001-5914-7152>
Raúl Fabrizio Meneses-González ^a, <https://orcid.org/0000-0002-3032-5506>
Marco Antonio Imués-Figueroa ^b, <https://orcid.org/0000-0002-7607-540X>

^a Médicos Veterinarios, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. dianacarolinab20@gmail.com,
animalhousemv@gmail.com

^b Zoot, MSc, Profesor Asociado, Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias,
Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. marcoi@udenar.edu.co

Recibido: 24-04-2019

Aceptado: 15-05-2019

RESUMEN

La ganadería es una de las industrias agropecuarias que más impactos genera a nivel medioambiental en todo el mundo; dicho impacto ha sido evaluado como el principal causante de la degradación del suelo, la deforestación, la contaminación de los lechos de agua, uso excesivo de maderas para la construcción, desecación de humedales y las emisiones de gases de efecto invernadero. La intensificación sostenible del ganado tiene el potencial de promover beneficios sociales ambientales, y económicos, incluyendo, el mejoramiento de la capacidad de gestión de los propietarios de las tierras y la capacitación de los trabajadores. De allí la necesidad de realizar una revisión que permita analizar la situación actual de Colombia y de esa manera proponer alternativas sostenibles para el mejoramiento de la producción ganadera y la mitigación del impacto ambiental generado por la misma.

Palabras claves: deforestación, desarrollo sostenible, ganadería, gases de efecto invernadero, medio ambiente.

ABSTRACT

Livestock is one of the industries that generate environmental impacts worldwide. This impact has been evaluated as the main cause of soil degradation, deforestation, contamination of water, excessive use of wood for construction, drying of wetlands, and greenhouse gas emissions. The sustainable intensification of livestock has the potential to promote social, environmental, and economic benefits, including the improvement of the management capacity of landowners and the training of workers. For this reason, in this review, the current situation in Colombia will be analyzed, and sustainable alternatives will be proposed for the improvement of livestock production and the mitigation of the environmental impact generated.

Key words: deforestation, sustainable development, livestock, greenhouse gas, environment.

INTRODUCCIÓN

La economía en Colombia posee como componentes principales al sistema agropecuario y agroindustrial, enfocados en la producción de bienes primarios, la actividad ganadera es una de las principales generadoras de ingresos en el país, constituyendo el 67% del valor de la producción pecuaria y 30% del valor de la producción agropecuaria. Cabe resaltar que, la problemática respecto a producción y rentabilidad se encuentra completamente relacionada con el desarrollo tecnológico y el aprovechamiento de los recursos ambientales, los cuales no son un componente destacable de estos sistemas en el país. La solución se encuentra en la adopción de alternativas tecnológicas sostenibles que permitan obtener mejores indicadores económicos al mismo tiempo que preserven el ambiente.

La perspectiva de la actividad ganadera, a través del tiempo, ha generado una serie de efectos ambientales nocivos para los ecosistemas, se plantea como uno de los sectores con repercusiones más graves en los principales problemas medioambientales a todos los niveles, desde el ámbito local hasta el mundial.

Estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), afirman que en la actualidad, el entorno de productividad alimenticia ha generado la necesidad, en el mundo, de producir más alimentos para una población creciente, los especialistas y los productores, se enfrentan al reto de la generación de soluciones para disminuir el impacto negativo de cualquier actividad agrícola o pecuaria sobre la degradación del suelo, agua y aire, al mismo tiempo que se incrementa la presión sobre estos recursos naturales^[1].

La producción sostenible se centra en mejorar y mantener la capacidad de los diferentes sistemas productivos, así como la calidad de vida humana, sin afectar la capacidad de carga de los ecosistemas, contemplando como objetivo principal el aumento de los beneficios pro-

ductivos obtenidos y de la rentabilidad económica del sistema mediante el manejo adecuado de los servicios ecosistémicos.

Debido a dichos motivos, es esencial la generación de conciencia y conocimiento respecto a los impactos negativos tanto ambientales, como económicos y sociales, que generan los sistemas de producción ganadera, y las posibles alternativas de solución, para originar sistemas sostenibles.

Actualmente, se ha avanzado notablemente en el estudio del impacto ambiental y el desarrollo sostenible, generando una mayor preocupación por mejorar o mantener la calidad del ambiente. Un sistema de producción sustentable debe cumplir con lo siguiente: capacidad de mantener su productividad y su utilidad a la sociedad indefinidamente, preservando los recursos naturales y el medio ambiente y siendo económicamente competitivo y rentable^[2].

El logro de la sustentabilidad, es probable que resulte a partir de la interacción de varios elementos dentro del ecosistema y de la población, cabe resaltar la importancia de la relación de los componentes agroecológicos y su aplicación por parte de las comunidades, por lo cual se entiende que se requiere esfuerzo, conocimiento y paciencia en el planteamiento y aplicación de un sistema de ganadería sostenible^[3].

La ganadería sostenible está compuesta por la implementación de enfoques integrales sostenibles frente al enfoque tradicional, centrándose en el incremento y mantenimiento de la productividad y rentabilidad del sistema, mediante la aplicación de estrategias ecológicas, como los sistemas silvopastoriles, generación de servicios ecosistémicos, buenas prácticas ganaderas y reducción de la huella de carbono.

En la presente revisión se pretende dar a conocer características de los sistemas ganaderos en Colombia, los impactos generados en el ambiente y la población, y las posibles alternativas de solución que guíen al desarrollo de sistemas de producción ganadera sostenibles.

Ganadería en Colombia

A nivel mundial, la ganadería es la primera actividad económica en ocupar grandes extensiones de terreno para su desarrollo; según Henning^[4], el área total de tierras destinadas a pastoreo equivale a 3.400 millones de hectáreas, que representa un 26% de la superficie terrestre, con un manejo ineficiente de los suelos, baja aplicación de tecnologías y ganadería de carácter extensivo con baja productividad y escasa rentabilidad, que lleva a procesos de ampliación de la frontera agrícola a ecosistemas tan importantes como los bosques tropicales, páramos y humedales para convertirlos en pastizales.

En Colombia, el sector agropecuario contribuye aproximadamente con el 8,5% del producto interno bruto (PIB) nacional, así mismo la ganadería participa con el 1,6%, sobre el crecimiento^[5]; Según el analista financiero Juan Carlos Ortiz^[6], en su artículo “Una mirada a la Ganadería”, la producción ganadera es 2,7 veces la del sector cafetero y 4,6 veces del floricultor, sectores también de alta incidencia en la economía colombiana. Así mismo, es un sector estratégico en la generación de empleo, pues genera 950.000 empleos directos, que representan el 7% del empleo nacional y el 25 % del empleo del sector agropecuario, siendo que la ganadería se constituye en una fuente de contribución al sector económico colombiano.

Debido a lo anterior, la ganadería bovina en Colombia amerita una mayor atención, para encontrar verdaderos niveles de productividad y competitividad, los cuales permitan generar un protagonismo necesario para la economía del país, aportando elementos para salir de la actual crisis económica, social, tecnológica y ambiental.^[7]

El crecimiento de la actividad ganadera en Colombia se ha basado en el aumento del inventario y del área ocupada, mientras que la productividad media continúa estancada, no permitiendo el desarrollo de la competitividad de la ganadería; sin embargo, el sector agropecuario, aunque sigue manteniendo una representación significativa de la producción, en el

último siglo ha tendido a disminuir su importancia en el marco desarrollista del país.^[8]

De esta forma, el mercado nacional ha estado a expensas de la competencia internacional, además la falta de adopción de mecanismos de producción limpia, dan lugar a que mercados potenciales obstaculicen las producciones tradicionales, con medidas de tipo sanitarias o arancelarias, para la protección de sus consumidores y su medio ambiente.^[7]

Por lo tanto, se puede ver a la ganadería como un subsector de gran importancia socio-económica y para reconocer de una manera más clara la evolución de esta actividad, se deben tener en cuenta aspectos relacionados con la producción y sus impactos al medio ambiente.

La ganadería y el medio ambiente

Colombia posee alrededor de 68 especies de frailejones y especies afines, de las cuales 36 están amenazadas y siete se encuentran en peligro crítico. Los páramos de Colombia han sufrido un rápido deterioro por causa de la expansión de la ganadería, que, por lo general, utilizan prácticas letales como la remoción de la cobertura vegetal, el drenaje de suelos húmedos y la quema periódica de los pajonales, se entiende por lo tanto que la ganadería tiene un efecto crítico en problemas ambientales, principalmente en especies vegetales.^[9]

La gestión de los recursos como el suelo, el agua y el aire, en relación con los vegetales y los animales, en un enfoque agroecológico sostenible, implica tener en cuenta numerosos criterios que incluyen la preservación de la biodiversidad; la promoción de la multifuncionalidad de plantas y ganado; un adecuado manejo de plantas y animales, las limitaciones del entorno de cría y la multifuncionalidad de los recursos; intercambio entre funciones fisiológicas de adaptación al medio del ganado y funciones productivas; finalmente la economía de los insumos agrícolas^[10].

Con lo anterior, cabe resaltar la importancia de generar en la comunidad conocimientos y conciencia acerca del uso de la lógica de la efi-

Revisión literaria

ciencia en lugar de la maximización, en un sistema de producción ganadero, implica decisiones que incluyen políticas de genética, nutrición y reproducción, de acuerdo con las características del entorno donde se desarrolle el sistema.

Impactos ambientales

La producción ganadera es una de las fuentes de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), reconocidas mundialmente, dos gases de efecto invernadero particularmente potentes. Las principales fuentes de óxido nitroso corresponden al estiércol y a los fertilizantes. La mayor fuente de metano proviene de la fermentación entérica, un componente del proceso digestivo que poseen los rumiantes; por lo tanto, la creciente demanda de productos ganaderos se traduce en un aumento de las emisiones de CH_4 y N_2O ^[11]. Por ende, el establecimiento de estos sistemas de producción, es una importante causa de la deforestación y de la generación de dióxido de carbono (CO_2).

Deforestación. Para el establecimiento de los sistemas ganaderos extensivos, el hombre debe cambiar la cobertura vegetal, por lo tanto, su primera intervención consiste en talar o cortar el bosque nativo mediante procesos químicos, físicos (quema) o mecánicos, para posteriormente sembrar especies específicas de pastos, generando así el primer impacto ambiental.

Con la tala de árboles, el carbono en su estructura se libera y se convierte en una fuente de CO_2 , uno de los gases causantes del efecto invernadero, generando el aumento de la temperatura global de la tierra, los árboles enjaulan en su estructura toneladas de carbono, las cuales al cortarlos se envían a la atmósfera^[12]. Es decir, si faltan los árboles que ayudan a limpiar el aire, la contaminación aumenta, al eliminar la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, se contribuye a disminuir uno de los problemas ambientales de alto riesgo que está agotando la capa de ozono. Así la deforestación, lleva a la tala directa de bosques, en este caso para proporcionar pastos para los sistemas de producción pecuarios, además, la creciente demanda de alimentos para el ganado,

impulsa la expansión de las tierras de cultivo hacia los bosques. Esto provoca un cambio en el uso del suelo, desde la cobertura forestal y vegetación nativa como páramos, a usos para el mantenimiento de los sistemas pecuarios^[13].

De esta manera se entiende que la consecuencia más importante generada por la producción de sistemas ganaderos se centra en la disminución de la eficiencia de los ecosistemas naturales, en el abastecimiento de servicios ecosistémicos, debido a la degeneración de los recursos disponibles. Las prácticas tales como la extracción de madera, que han sido conexas al establecimiento de la ganadería, la habilitación de nuevos suelos para las actividades agropecuarias y la minería, afectan directamente el hábitat natural de un número importante de especies de briófitas. La destrucción de los bosques, páramos, cuerpos de agua, entre otros.^[9]

Según Trilleras et al^[14], los regímenes de manejo del ganado empleados en los pastos de la costa occidental de México, tienen como objetivo el fomento de la producción de forraje para el ganado, pero están comprometiendo su calidad y potencialmente afectando su mantenimiento a largo plazo. En este caso particular, la quema repetida tuvo los efectos positivos más fuertes en los servicios de aprovisionamiento deseados, pero también el potencial más fuerte para poner en peligro la sostenibilidad a largo plazo. Respecto a Colombia, la actividad pecuaria que se realiza a mayor escala corresponde a la ganadería, por lo cual, es una de las principales causas de deforestación, adicionalmente, debido a la falta de tecnología y conocimiento en las comunidades que se benefician de esta actividad pecuaria, no se realiza un aprovechamiento adecuado de los recursos lo que lleva a generar más gastos y menor producción en el sistema. Al igual que en México, si no se aplican alternativas sostenibles, se generarán dificultades económicas y ambientales a largo plazo.

En la ganadería se ha visto una demanda creciente con el uso de madera para cercos, corrales de manejo y camiones de carga^[15], en donde por este uso excesivo de madera se ha visto afectada gran parte de los bosques. Esto

implica una deforestación masiva, sin embargo, existen alternativas de solución como plantea la FAO ^[16], cuyos subproductos, debido a la deforestación, pueden ser enviados a mercados locales, destinarse a agronegocios o a la protección de la biodiversidad.

En Colombia, la modificación de los ecosistemas, especialmente por la deforestación y la adecuación de tierras para la ganadería es notable en las tres cordilleras y en los valles interandinos; además, explica el declive desproporcionado de algunos grupos de plantas ^[17]. El total de áreas en pastoreo en el país asciende a 35.709.158 hectáreas (Ha); de estas, la Orinoquía colombiana ocupa el primer lugar con 11.411.948 Ha.

En síntesis, la deforestación es el primer efecto ambiental generado por los sistemas de producción ganadera, en Colombia, este problema se incrementa debido a la falta de tecnología y conocimiento por parte de la comunidad, respecto a la producción sostenible.

Desecación de humedales. Los humedales son ecosistemas que se han considerado entornos muy valiosos tanto por la gran biodiversidad así como por su gran importancia económica. Sin embargo, gran parte de los humedales han sufrido con los procesos de explotación y transformación. Las actividades humanas, como el uso de diques, terraplenes, el drenaje artificial, la deforestación y el pastoreo, afectan la biodiversidad de estos ecosistemas. ^[18]

La cría de ganado es una de las principales fuentes de ingresos económicos en el sector rural; sin embargo, esta actividad ha ocasionado cambios en el uso del suelo, introduciendo especies invasoras, aumentando y desarrollando infraestructuras y ocasionando contaminación, que la convierte en la principal generadora de transformaciones directas e indirectas en los ecosistemas especiales ^[17], constituidos principalmente por los humedales, los cuales proporcionan otras necesidades para los agricultores de subsistencia, tales como las artesanías y los materiales de construcción, las plantas (por ejemplo, medicinales) y la recolección de animales. ^[19]

Cortés ^[17] concluye que, “la creciente urbanización está ejerciendo una mayor presión sobre el medio ambiente, especialmente alrededor de los centros urbanos, por ello es importante conservar unas áreas estratégicas que permitan la protección de los recursos naturales y la conectividad paisajística, y que aseguren la conservación del reservorio genético de la biodiversidad en las ciudades. Sin embargo, es preciso incorporar elementos estructurales del paisaje en la planificación ambiental del territorio, a partir de los cuales se evalúen los efectos del ordenamiento actual y se generen lineamientos de protección de las áreas protegidas, como los parques ecológicos distritales de humedal.”

Alteración del ecosistema acuático. En las amplias explotaciones ganaderas, se da un alto número de obras de drenaje y canalizaciones construidas para encauzar el flujo o eliminar el exceso de agua. La incorrecta planificación y construcción de éstos causa repercusiones en el ambiente, por cuanto tales obras suelen verse afectadas por el crecimiento de vegetación hidrófila. Para controlar esta situación se utiliza herbicidas que contaminan el agua, además, se ven afectadas algunas especies de fauna silvestre acuática que necesitan un hábitat de tipo léntico para su supervivencia. ^[20]

Como una medida para remediar estos efectos, se han utilizado compuertas que, eventualmente, puedan ser abiertas para promover la circulación, resultando una buena alternativa ambiental para este tipo de infraestructuras. Sin embargo, se recomienda eliminar la vegetación de las compuertas, de forma mecánica, sin la utilización de herbicidas.

Por otra parte, los animales en pastoreo eliminan al ambiente, mediante las excretas, entre el 60 y el 70% del nitrógeno y el fósforo ingerido, permaneciendo una mínima proporción en los productos animales. Los problemas de contaminación acuática se encuentran casi completamente relacionados con el manejo de las excretas y, por ende, el manejo de la nutrición de los bovinos; los residuos orgánicos generan contaminación de los cursos de agua superficiales, en especial, afectan su eutrofización debido

Revisión literaria

a las elevadas concentraciones de nitrógeno (N) y fósforo (P).^[2]

Alteración del suelo. Dentro de los efectos directos que genera la presencia de los sistemas ganaderos, se encuentra la afección en las propiedades químicas y físicas del suelo.

En cuanto a sus propiedades químicas, se dan cambios respecto a la disponibilidad de nutrientes, micro y macroelementos; nitrógeno, fósforo y potasio, por ejemplo, ocasionado mediante la liberación de carbono de los depósitos de materia orgánica; dentro de las afectaciones sobre las propiedades físicas, se encuentran, la degradación de la vegetación, la erosión del suelo, la desertización y la compactación del mismo; efectos producidos sobre la pastura (defoliación, tránsito y pisoteo, retorno por excretas) y sobre el suelo (tránsito y pisoteo), lo que conlleva a afectar la fertilidad.^[1]

Otra de las principales causas de alteración del suelo corresponde al pastoreo; los aspectos que distinguen las áreas pastoreadas de las áreas no pastoreadas se relacionan con el ciclo de nutrientes; el pastoreo introduce nuevas rutas de flujo a través de la ingesta de forraje y, como consecuencia, las excreciones animales^[21]. De este modo, el ganado, bien sea de carne como de leche, introduce una nueva ruta de exportación de nutrientes, produciendo el agotamiento de los nutrientes del suelo.

En los sistemas de producción pecuaria basados en pastos, la relación entre la producción de forraje y el valor nutritivo no se realizan, a menos que el animal de pastoreo consuma y utilice eficientemente el forraje; ensayos de pastoreo con ganado han demostrado resultados variables de dicha eficiencia; una mayor diversidad de plantas puede proporcionar beneficios para el pastoreo de ganado incluyendo la desintoxicación.^[22]

Respecto al ganado de carne o doble propósito, la cría en corrales de engorde es menos intensiva en emisiones que los sistemas de pastoreo basados en pastos, debido a que los bovinos alimentadas con pasto tienden a producir más metano y toman más tiempo para alcanzar el peso de sacrificio; sin embargo, esto también eleva el espectro de un "efecto rebote" no

deseado, por el cual una mayor productividad reduce los precios y aumenta la demanda de carne y productos lácteos, lo que reduce potencialmente la de ahorro de emisiones.^[12]

Haciendo referencia a los problemas causados por la ganadería sobre los ecosistemas, es importante recordar que Colombia es un país rico en biodiversidad, ecosistemas especiales y humedales, que han sido afectados por la producción ganadera. A este respecto, Rivera^[23] manifiesta que, en América Latina, la pérdida del bosque natural relacionado con sobrepastoreo es su principal característica, poniendo en peligro el 70% de la biodiversidad del mundo, caracterizado por especies únicas en flora y fauna. En Colombia, entre 1960 y 1995 los bosques se redujeron de 94,6 millones a 72,4 millones de hectáreas, en tanto que las tierras destinadas a la actividad ganadera pasaron de 14,6 a 35,5 millones de hectáreas de tierras para pastos, mientras que la estructura productiva está lejos de llegar a ser eficiente, caracterizado por una producción, en donde el 6,2% es de carácter extractivo, pastoreo extensivo tradicional el 61,4%, pastoreo extensivo mejorado el 28,4%, pastoreo intensivo mejorado el 3,5% y confinamiento menor al 1%.

Emisión de gases. La producción ganadera es una fuente contaminante de gases de efecto invernadero (GEI), como metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O) y amoníaco (NH₃), añadiendo la contaminación de aire, aguas y sólidos^[24]; sin embargo, el CO₂, que forma parte del ciclo biológico continuo, no se tiene en cuenta al calcular la emisión total de GEI del ganado. Aun así, se ha demostrado que, después del cambio de energía y uso de la tierra, la agricultura, incluida la ganadería, es el tercer sector responsable de las mayores emisiones de gases de efecto invernadero.^[25]

En particular, el ganado representa el 30% de la superficie agrícola mediante el uso directo de pastos y cultivos alimentarios; además, contribuye con el 10 al 18% de las emisiones de GEI, y la producción de carne y leche representa aproximadamente la mitad de las emisiones totales ocasionadas por el ganado^[26]. Las

principales contribuciones de GEI en el mundo, procedentes de procesos orgánicos, provienen del ganado bovino (79,3%), cerdos (9,57%) y ovinos (7,40%), y el resto del 3,8% provino de otras especies de ganado, según estudios realizados en el año 2010 [27].

La ganadería es la responsable de causar diferentes efectos al medio ambiente como, además del aumento de los GEI y la contaminación fuentes de agua. En conjunto, según datos de la FAO [4], las actividades ganaderas contribuyen con el 18% del total de emisiones antropogénicas de GEI segregados entre los que se encuentran: a) dióxido de carbono (CO₂): contribuye alrededor del 9%; b) el metano (CH₄): la fermentación entérica y las excretas representan un 80% de la emisiones agrícolas, c) el óxido nitroso (N₂O): se estima que dos terceras partes de las emisiones de óxido nitroso son provocados por la ganadería, y d) amoníaco: donde la ganadería provoca cerca del 68% de las emisiones agrícolas, principalmente mediante el estiércol.

Haciendo referencia a estudios realizados en la India, Patra [27] asegura que las emisiones totales de metano provenientes de la fermentación entérica y el manejo del estiércol, y la emisión de óxido nitroso, aumentaron de manera constante de igual manera en el mundo y los países en desarrollo durante el período 1961 a 2010. El autor mencionado indica que el aumento porcentual en la emisión de metano entérico del ganado indio fue mayor (70,6% vs 54,3%) durante los años 1961 a 2010. Con esta tendencia, las emisiones de GEI podrían alcanzar 3.528 millones de toneladas de CO₂-eq en 2050 (un aumento del 27,2% con respecto al año 2010), lo que se espera debido al crecimiento de la población animal impulsado por el aumento de la demanda de carne y productos lácteos, especialmente en los países en desarrollo, a menos que se adopten medidas adecuadas de mitigación de GEI en estos países.

Sin embargo, Kristensen [28] afirma que, en Dinamarca, en el año 2010, la emisión de gases por parte del sector ganadero se redujo en un 40% con respecto al año 1980; estos cambios

fueron llevados en combinación a la alta composición alimentaria, reducción en el uso de fertilizantes, y un incremento en el nitrógeno eficiente a nivel de granja. Esto indica que, mediante un buen manejo de producción ganadera amigable con el medio ambiente, se puede reducir significativamente el impacto ambiental en países en vías de desarrollo.

De igual manera, debe reconocerse que no es la única actividad generadora de estos residuos y que sí, en cambio se están implementando tecnologías que permiten absorber parte de sus residuos y a la vez mitigar los GEI producidos por otras actividades; por lo anterior, debe pensarse en actividades sostenibles que aporten beneficios y en las posibilidades que estos tendrán en una gestión ganadera, adecuada para el tratamiento técnico de residuos y emisiones producidas.

Alternativas de solución

Es esencial conocer las diferentes alternativas de solución existentes respecto a la problemática económica y ambiental generada por los sistemas de ganadería tradicionales, para así lograr la implementación de sistemas de producción sostenibles, su desarrollo, y mantenimiento a través del tiempo.

Sistemas silvopastoriles. Consistentes en sistemas de producción pecuaria, donde las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales del ambiente productivo (forrajeras herbáceas y animales), bajo un sistema de manejo integral, constituyendo una alternativa de producción sostenible, debido a que impulsa a la reducción del impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción ganadera.

La combinación de cultivos y ganado dentro de sistemas integrados de cultivos y ganado (ICLS por su sigla en inglés) representa una oportunidad para mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas; las complementariedades corresponden, en primer lugar, a las capacidades de los animales para valorizar los recur-

Revisión literaria

tos naturales y cultivados, especialmente la biomasa no alimentaria; los animales ingieren alimento y convierten productos, subproductos y residuos que no son adecuados para el consumo humano; de esta forma mantienen la fertilidad del suelo y la producción de cultivos mediante el reciclaje de las heces. Las ICLS se encuentran entre los tipos de sistemas agrícolas más importantes y más diversificados del mundo. ^[29]

Respecto a la gestión del sistema de producción, es necesario minimizar las pérdidas y los insumos externos, y sustituir los insumos químicos con las entradas naturales, optimizar la disponibilidad de nutrientes para cultivos y animales, desarrollar una gestión colectiva a nivel del paisaje, incluidos los elementos seminaturales, ya que los procesos ecológicos como el control de plagas o la polinización dependen de la escala del paisaje; la gestión de la ICLS tiene que extenderse más allá de los límites de la granja, lo que lleva a la gestión colectiva del paisaje entre los agricultores y otros usuarios, incluidos los elementos cultivados y seminaturales. ^[29]

Por lo tanto, la integración agropecuaria puede representar un modelo de la agricultura sostenible a partir de la utilización adecuada de los nutrientes, el reciclaje y uso eficiente de la tierra y los recursos ^[30]. Se debe tener en cuenta que, para hacer frente con las limitaciones organizativas y la viabilidad económica, los sistemas de cultivos y ganadería deben diseñarse con partes interesadas locales.

Las ICLS poseen rendimientos de cultivos más altos y un mejor rendimiento del sistema sostenible en relación con las áreas no pastoreadas, debido a la expresión de las propiedades emergentes del secuestro de los GEI, la eficiencia del uso de nutrientes y el mantenimiento de la calidad del suelo. Estas propiedades están respaldadas por una mayor diversidad microbiana, un mejor ciclo de nutrientes y la migración de la cal a una mayor profundidad; Otra propiedad importante de las ICLS con pastoreo moderado es la formación de un ambiente más adecuado para la coexistencia de microorganismos del suelo en comparación con los sistemas de monocultivo. ^[24]

La necesidad de aumentar no solo la productividad, sino también la eficiencia de los recursos, se plantea nuevos retos para los sistemas agropecuarios; entre ellos se espera que en las comunidades de plantas con mayor número de especies utilicen mejor los recursos disponibles, debido a la multiplicidad de nichos de especies, tendrán una mayor probabilidad de mostrar interacciones interespecíficas positivas; por lo tanto, la mezcla de cultivos podría ser una estrategia prometedora para la intensificación sostenible. El ideal de planta a utilizar para crear este tipo de sistemas son las leguminosas, debido al gran potencial de estas para la intensificación sostenible, relacionado con el hecho de que varias de sus características pueden actuar juntas en diferentes "sitios" en el sistema suelo-planta-animal-atmósfera. ^[31]

Mediante la implementación de estos sistemas también se genera la resistencia a las malezas, los pastos pueden ser más resistentes a la invasión por maleza debido a una mayor competencia creada por el mayor uso de recursos o a la inclusión de especies dominantes productivas que impiden la invasión. ^[30]

La diversificación de los componentes del sistema y el aumento de las interacciones, entre ellos son cruciales para mantener las funciones metabólicas, inmunes y de producción; al igual que en los ecosistemas, la diversidad funcional, de los componentes sustenta las funciones del sistema de producción; la acumulación de materia orgánica y las mejoras de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo sugieren que los sistemas integrados reducirán el impacto ambiental de la producción agrícola, mitigarán las emisiones de gases de efecto invernadero, mantendrán o aumentarán los rendimientos de los cultivos, mejorarán el agua y los nutrientes, y mejorarán la resistencia ambiental mediante la promoción de la diversidad biológica y la mejora de la calidad del suelo. ^[32]

En el mundo, los sistemas agroforestales representan alrededor de 1.000 millones de Ha, incluidas 85 millones de Ha de sistemas silvopastoriles para América Latina ^[33]. Los sistemas silvopastoriles al ser no homogéneos, esenciales para el desarrollo de la ganadería sostenible,

logran integrar la silvicultura y la producción ganadera.

En conclusión, los sistemas integrados de cultivos y ganado podrían hacer posible reconciliar la recuperación de la productividad de los pastos con una mayor estabilidad de cultivos. En general, la adopción de sistemas integrados es beneficiosa al reducir la degradación de los pastos, con beneficios que incluyen una mayor fertilidad del suelo debido a la acumulación de materia orgánica, un mejor ciclo de nutrientes, mayor eficiencia de fertilizantes, y una mejor agregación del suelo, además de favorecer un entorno biológicamente más activo en comparación con otros sistemas de cultivo, de manera similar, la fertilización de los cultivos mejora tanto la productividad de los pastos como los índices de rendimiento del ganado.

Reducción de la huella de carbono. Este concepto hace referencia a una medida del impacto de un producto o actividad en el medio ambiente y, en particular, el cambio climático. La huella de carbono considera las emisiones totales de gases de efecto invernadero causadas directa e indirectamente por el producto o actividad.

Aquí es necesario tener claro que la administración ambiental es una responsabilidad crítica de la producción ganadera, por lo tanto, la productividad es un factor que contribuye a reducir la huella de carbono por unidad de producto. Las prácticas y tecnologías que aumentan la eficiencia de la producción conservan los recursos y mejoran la gestión ambiental.^[34]

Si bien existe la oportunidad de reducir los impactos del carbono en toda la cadena de suministro, los productores de ganado deben usar la energía de manera eficiente e invertir en mejoras ambientales para reducir su huella de carbono. El mejoramiento de la eficiencia de la alimentación y la gestión del estiércol representan las mayores oportunidades para reducir la huella de carbono^[35].

La regulación del estiércol generado por el ganado en confinamiento, aunque varía mucho entre regiones y países, tiene como propósito disminuir el impacto en el ambiente.^[36]

Sin embargo, hay alternativas como el uso de tecnologías, a las cuales hacen referencia Vtoryi et al^[37], quienes concluyen que la eliminación de estiércol por el transportador de cadena y raspador de tipo TCH-2B es la tecnología más común en explotaciones ganaderas en Rusia; en el proceso de acumulación de estiércol en los canales de estiércol, hay una emisión constante de dióxido de carbono y se forma un microclima particular dependiendo de la cantidad de animales en el establo. Cuando los transportadores de extracción de estiércol comienzan a moverse y mezclar, las emisiones de dióxido de carbono se intensifican y su concentración aumenta. Durante la eliminación del estiércol, que dura entre 15 y 17 minutos, la concentración de CO₂ aumenta de 1,3 a 1,5 veces en diferentes partes del establo; cuando se completa la eliminación del estiércol, la concentración de dióxido de carbono disminuye; y después de 6 a 10 minutos vuelve a los valores iniciales.

Tal aumento a corto plazo en la concentración de CO₂, incluso en caso de que los valores permisibles se excedan ligeramente, no es peligroso para el personal de cuidado animal y no tiene efectos adversos en los animales y su productividad.

Reis^[34] recomienda algunas estrategias de reducción de carbono en la granja, pero la mejora de la eficiencia de la alimentación y la gestión del estiércol representan las mayores oportunidades.

Donde el mejoramiento en las prácticas de cultivo y la tecnología promueve un uso eficiente de las tierras de cultivo. Hay que centrarse en actividades como la mejora de la productividad animal, seleccionando genéticas que mejoren la salud general del rebaño, así como el aumento en la eficiencia de la alimentación, usando alimentos altamente digestibles, considerando suplementos dietéticos y aditivos para aumentar la eficiencia y reducir las emisiones. Mejorando la nutrición a través del balanceo de raciones y gestión de la alimentación. La gestión del estiércol, aplicando adecuadamente el estiércol a las tierras agrícolas y reemplazando el uso de fertilizantes químicos^[34].

Revisión literaria

Adicionalmente, es importante tener en cuenta la huella hídrica, ya que aproximadamente el 30% del agua que utiliza la agricultura a nivel mundial (70% del suministro de agua dulce disponible) se destina a la producción ganadera y un tercio de ésta (33%) se utiliza para el ganado de carne; estudios realizados en Valle del Cauca, demuestran que para la producción de un litro de leche se necesita aproximadamente 1,9m³, de igual manera el rote de potreros, manejo de praderas permite una reducción en la misma. ^[38]

Por lo tanto, mediante la aplicación de estas prácticas se asegura una reducción de carbono en la ganadería, mejorando así la producción y el sector financiero para el ganadero donde brinda un sistema sostenible para el medio ambiente.

Generación de servicios ecosistémicos. Los ecosistemas proporcionan a la humanidad varios beneficios, conocidos como servicios ecosistémicos, definidos como la potencial contribución del ecosistema a un beneficio particular para la sociedad; estos beneficios incluyen servicios de aprovisionamiento, como alimentos, agua y fibras; servicios de regulación, como la regulación de los gases de efecto invernadero y la fertilidad del suelo, además de la estimulación de la polinización; servicios de apoyo, como hábitats y diversidad genética para animales salvajes y domésticos; y servicios culturales como turismo y recreación. ^[39]

Los sistemas pecuarios basados en pasturas son multifuncionales, entregando así diversos servicios ecosistémicos de manera directa e indirecta a la sociedad. Estos servicios se clasifican así: los de aprovisionamiento, son salidas materiales o energéticas que incluyen bienes como alimento, agua, combustible, madera y fibra; los reguladores, son procesos biofísicos que proporcionan beneficios como mantenimiento del clima, regulación, prevención de inundaciones, tratamiento de residuos y purificación del agua; los culturales son recreativas y estéticas. ^[40]

Dependiendo de cuál sea el ecosistema afectado por el sistema de producción ganadera

(suelo, agua o aire), las soluciones deberán aplicarse de forma integrada. Hay que saber qué residuos se producen y sobre los que se puede incidir, ya sea para no generarlos, para reducirlos o para rentabilizarlos. Inicialmente, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo ^[1], a través del Decreto ley 2364 de 2015, mediante el cual crea la Agencia de Desarrollo Rural con el objeto de ejecutar la política de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial, formulada por este Ministerio, trata de regular la tenencia de tierra y su disposición, con énfasis en la sustentabilidad y sostenibilidad.

Se concluye que para la creación de sistemas ganaderos sostenibles es indispensable tener en cuenta los servicios ecosistémicos sobre los cuales incide el sistema de producción, para así implementar prácticas de manejo que permitan el máximo aprovechamiento y generación de dichos servicios, sin afectar la estabilidad del ecosistema.

Buenas prácticas ganaderas. Las buenas prácticas ganaderas (BPG) son normas que se aplican durante el proceso de producción pecuaria, con el fin de reducir el impacto ambiental, mejorar el proceso productivo y económico sin afectar a trabajadores y consumidores para mantener una higiene e inocuidad alimentaria durante el proceso.

El cumplimiento de las BPG exige que las producciones cumplan con normas sanitarias mínimas, así como la disponibilidad de recursos y equipos, lo cual genera unidades económicas más rentables ^[41]. Sin embargo, en Colombia los bajos niveles de ingresos en los pequeños productores pueden explicar la baja inversión en asistencia pecuaria, siguiendo con las prácticas tradicionales, que tienden a generar un gran impacto ambiental ^[42], teniendo en cuenta que en Colombia el 80% del sector ganadero se conforma por pequeños productores ^[43]. Silva ^[44] recomienda realizar capacitaciones para lograr ajustarse a las normativas establecidas.

La implementación de las BPG requiere inversión, esfuerzo y dedicación; las ventajas serán tanto para el productor como para el consumidor, debido que estos serán sanos e inocuos,

libres de contaminantes biológicos y químicos; el producto tendrá acceso a mercados nacionales e internacionales, con mejores precios y oportunidades, disminuyendo la cadena de intermediarios. ^[44]

Eco-economía en sistemas ganaderos. La sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, dependerá de su desempeño económico y competitividad; la Combinación de competitividad y sostenibilidad ambiental, proporcionará la capacidad de conservar el medio ambiente natural, produciendo alimentos a precios razonables y aumentando la rentabilidad de las fincas. Al combinar dichas características, el producto y su proceso de obtención son respetuosos con el medio ambiente y llevan a la empresa a obtener ganancias de eficiencia. ^[45]

La eco-economía debe ser considerada un componente esencial de cualquier sistema de producción pecuario en la actualidad, ya que se generan servicios y productos, cuyo proceso de obtención no genera repercusiones en el medio ambiente, al contrario de esto, genera servicios ecosistémicos, logrando un valor agregado en los productos, lo cual lleva a una mejora a nivel económico.

Respecto a los sistemas de producción ganaderos, su economía y su sostenibilidad, es significativo tener en cuenta el enfoque sistémico, el cual constituye una forma de entender las diferentes maneras de cómo se desarrolla la producción, pues éste permite visualizar cada elemento que ingresa al predio, su transformación, y, por último, qué resultados o productos se obtienen. ^[46]

Es conveniente el análisis mediante el enfoque de sistemas de producción, que analiza el sistema como un todo, resulta ideal para el caso de los sistemas ganaderos sostenibles, donde no

solamente interviene el componente productivo sino también los recursos del ecosistema.

Seguridad alimentaria. Un componente esencial en cualquier sistema de producción corresponde al beneficio de la comunidad; en este caso, los sistemas de producción ganaderos son los encargados de proveer de proteína a gran parte de la sociedad mundial. La *seguridad alimentaria se refiere* a la disponibilidad de alimentos, su distribución en la población y el aprovechamiento biológico de los mismos.

Los productos pecuarios proporcionan el 17% del consumo global de las localidades y el 33% del consumo mundial de proteínas; el sector ganadero contribuye a los medios de vida de mil millones de personas pertenecientes a la población más pobre del mundo, genera empleos en cerca de 1,1 mil millones de personas. Se espera que la producción mundial de leche aumente de 664 millones de toneladas (en 2006) a 1077 millones de toneladas (para 2050), y la producción de carne se duplicará de 258 a 455 millones de toneladas. ^[47]

La producción ganadera es un importante contribuyente a la seguridad alimentaria sostenible para muchas naciones, particularmente en los países de bajos ingresos. Los productos animales representan aproximadamente un tercio del consumo mundial de proteínas humanas ^[48], por ende, las precauciones de seguridad alimentaria son esenciales para la expansión de mercado de ganado nacional e internacional ^[49].

Los sistemas de producción se han visto afectados por inadecuadas condiciones del ambiente, generadas por el mal manejo de recursos naturales, por esto, es importante implementar sistemas pecuarios sostenibles, para así no solo asegurar el mantenimiento a través del tiempo de dichos sistemas y del medio ambiente sino también la seguridad alimentaria.

CONCLUSIONES

Los sistemas de producción ganadera representan un sector con graves repercusiones ambientales, que causan alteraciones en todos los componentes de los ecosistemas circundantes, como consecuencia de la falta de conocimiento

acerca de la implementación de alternativas sostenibles, las cuales permiten obtener un mayor rendimiento en el sistema productivo que no constituyan efectos nocivos para el medio ambiente.

Revisión literaria

El manejo adecuado de la ganadería y los cultivos, basado en principios de conservación agrícola, podría resultar en un sistema único que resuelva el dilema de producción y conservación. Los desafíos recientes en la implementación de dichos sistemas resultan de la complejidad y el costo de establecer las instalaciones necesarias, el requerimiento de expertos en el área y cuestiones de solvencia económica por parte de la comunidad.

Los sistemas integrados de ganado y cultivo son una alternativa en donde la biodiversidad

forma parte de los sistemas de producción de alimentos. Por esta razón, se consideran un sistema de intensificación sostenible que debe fomentarse a nivel mundial.

En el caso de Colombia, se constituye en un país que se encuentra en una posición ideal para establecer planes integrados para la intensificación sostenible del ganado. La idea de un plan de ganadería sostenible puede representar realmente un paso importante en la planificación en Colombia, debido a la escala y el gran impacto del sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mora M, Ríos L, Ríos L, Almario J. Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Revista Científica Ingeniería y Región*, 2017; 17: 6-9.
- [2] Tieri M, Comerón E, Pece M, Herrero M, Engler P, Charlón V, et al. Indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad integral de los sistemas de producción de leche con énfasis en el impacto ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2014; 1: 3-6.
- [3] Tinashe L. Digital technologies and sustainable livestock systems in rural communities. *EJISDC*, 2017; 81: 15-16.
- [4] Henning S, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan C de. La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones [En línea]. FAO. 2009; 86-139. Consultado [10 de marzo de 2019]. Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/011/a0701s/a0701s00.htm> 2009.
- [5] Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Tema: Planeación para una ganadería moderna y solidaria, 2006; 272 p.
- [6] Ortiz J C. Una mirada a la ganadería. [En línea]. Bogotá. La República; 2010. Consultado [10 de marzo de 2019]. Disponible en Internet: <https://juancarlosortizinnovaciones.wordpress.com/editoriales-en-diario-la-republica/una-mirada-a-la-ganaderia/>.
- [7] Mahecha L, Gallego L A, Peláez F J. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*, 2016; 15 (2): 213–225.
- [8] Cuenca N, Miranda F, Gantiva O. El sector de ganadería bovina en Colombia. *Esc Colomb Ing*. 2008; 16 (1): 13.
- [9] WWF Colombia. Colombia Viva: Un país megadiverso de cara al futuro. Cali, WWF – Colombia, Informe; 2017.
- [10] Archimede H, Alexandre G, Mahieu M, Fleury J, Petro D, Garcia G, et al. Agroecological resources for sustainable livestock farming in the humid tropics. *Sustainable Agriculture Reviews*, 2014; 14: 312-313.
- [11] Bailey R, Froggatt A, Wellesley L. Livestock: Climate change’s forgotten sector global public opinion on meat and dairy consumption. *Energy, Environment and Resources*, 2014; 1: 7-9.
- [12] García M. La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 2016; 11: 163.
- [13] Jadán O, Cedillo H, Zea P, Quichimbo P, Peralta A, Baca C. Relación entre deforestación y variables topográficas en un contexto agrícola ganadero, Cantón Cuenca. *Revista Científica Bosques Latitud Cero*, 2016; 6: 1-3.

- [14] Trilleras J, Jaramillo V, Vega E, Balvanera P. Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2015; 211: 141-142.
- [15] Murgueitio E. Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia [en línea]. Cali. FAO: 2000. Consultado el: [12 de marzo de 2019]. Disponible en Internet: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6710/1/20061127114225_Reconversion%20ambiental%20social%20de%20ganaderia%20en%20Colombia.pdf
- [16] Calle Z, Murgueitio E, Chará J. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unasylva*, FAO, 2012; 63:1.
- [17] Cortés B, Lorena A. Aproximación al paisaje de los humedales urbanos de Bogotá dentro de la estructura ecológica principal de la ciudad. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 2017; 27 (1): 118-130.
- [18] Bena M J, Sirolli H, Kalesnik F. Agriculture and livestock impacts on river floodplain wetlands: a study case from the lower Uruguay River, 2016; 51 (2): 341–352.
- [19] Junk W J, An S. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: A synthesis Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquat Sci.*, 2013; 75: 151-167.
- [20] Quintana R, Bó R, Astrada E, Reeves C. Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná. *Fundación Humedales/Wetlands International LAC*, 2014; 1: 73-80.
- [21] Moraes A, Faccio P, Anghinoni I, Brasil S, Valadão S, Kunrath T. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. *Europ. J. Agronomy*, 2013; 1: 1-2.
- [22] Sanderson M, Archer D, Hendrickson J, Kronberg S, Liebig M, Nichols K, et al. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2013; 28: 134-138.
- [23] Cuene A R. Análisis de ganadería sostenible en pequeños productores de leche en área de influencia del páramo de Cumbal, Chiles. [Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente]. Manizales, Colombia, Universidad de Manizales; 2016.
- [24] Herzog A, Winckler C, Zollitsch W. In pursuit of sustainability in dairy farming: A review of interdependent effects of animal welfare improvement and environmental impact mitigation. *Agric Ecosyst Environ*, 2018; 267: 174–187.
- [25] Pradeep-Kumar M, Atul-Purushottam K, Arindam D, Veerasamy S, Govindasamy-Thirumalaisamy R G. GHG Emissions from Livestock: Challenges and ameliorative measures to counter adversity. *Intech Open*, 2016; 0–16.
- [26] Lerner A M, Zuluaga A F, Chará J, Etter A, Searchinger T. Sustainable cattle ranching in practice: Moving from theory to planning in Colombia's livestock sector. *Springer, US, Environ Manage*, 2017; 60 (2): 176–84. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-017-0902-8>
- [27] Patra A K. Trends and projected estimates of GHG emissions from Indian livestock in comparisons with GHG emissions from world and developing countries, 2014; 27 (4): 592–9.
- [28] Kristensen T, Aaes O, Weisbjerg M R. Production and environmental impact of dairy cattle production in Denmark 1900-2010. *Livest. Sci.*, 2015; 178: 306–312.
- [29] Bonaudo T, Bendahan A, Sabatier R, Ryschawy J, Bellon S, Leger F, et al. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. *Europ. J. Agronomy*, 2013; 2.
- [30] Moraine M, Duru M, Nicholas P, Leterme P, Therond O. Farming system design for innovative crop-livestock integration in Europe. *Animal*, 2014; 8: 1214-1216.
- [31] Luscher A, Mueller-Harvey I, Soussana J, Rees R, Peyraud J. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 2014; 69: 210-212.

Revisión literaria

- [32] Salton J, Mercante F, Tomazi M, Zanatta J, Concenço G, Silva W, et al. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward asustainable production system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2014; 190: 71.
- [33] Bussoni A, Alvarez J, Cabbage F, Ferreira G, Picasso V. Diverse strategies for integration of forestry and livestock production. Springer Netherlands, *Agrofor Syst.*; 2017; 1–12.
- [34] Reis E. Opportunities and challenges to the sustainable development of cattle raising in Brazil, 1970–2005. *Economía*. National Association of Postgraduate Centers in Economics, ANPEC, 2016; 18 (1): 18–39.
- [35] Zifei-Liu P D. Carbon footprint of livestock production. *Biol Agric Eng*, 2015; 141: 1–4.
- [36] Acevedo P A I, Leos R J A, Figueroa V U, Romo L J L. Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la comarca Lagunera. *Acta Univ*, 2017; 27 (4): 3–12.
- [37] Vtoryi V, Vtoryi S, Gordeev V, Lantsova E. Carbon dioxide emission from cattle manure removed by scrapers. *Eng Rural Dev*, 2017; 16: 328–332
- [38] Del A del V. Water fingerprint of a cattle dairy estate under the conditions agroecológicas of the valley of the Cauca. 2016; 14 (2): 47–56.
- [39] Battaglini L, Bovolenta S, Gusmeroli F, Salvador S, Sturaro E. Environmental sustainability of Alpine livestock farms. *Italian Journal of Animal Science*, 2014; 13: 437–438.
- [40] Rodríguez T, Oteros E, Ripoll R, Tichit M, Martín M, Bernués A. Applying the ecosystem services framework to pasture-based livestock farming systems in Europe. *Animal*, 2014; 8: 1361-1362.
- [41] Bermúdez C E, Arenas N E, Moreno Melo V. Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Rev UDCA Actual Divulg Científica*, 2018; 20 (1): 199–208.
- [42] Shady N, Behrman J, Araujo MC, Azuero R, Bernal R, Bravo D, et al. Wealth gradients in early childhood cognitive development in five Latin. *J Hum Resour*, 2015; 50 (2): 446–63.
- [43] Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), Fondo Nacional del Ganado. Foro ganadería regional visión 2014 -2018 bolívar, Resumen y Conclusiones. Cartagena, Bolívar, abril de 2014.
- [44] Silva R, Amelines J A, Manosalva C R, Esp Z de C, Jre S. Evaluación de las prácticas de ordeño, la calidad higiénica y nutricional de la leche, en el municipio de Granada, Antioquia, Colombia. *Rev UDCA Actual Divulg Científica*, 2014; 17 (2): 467–475.
- [45] Nunes B, Bennett D, Marques S. Sustainable agricultural production: an investigation in Brazilian semi-arid livestock farms. *Journal of Cleaner Production*, 2014; 64: 415-418.
- [46] Giraldo P, Salinas J. Aplicación del modelo de sistemas de producción y medios de vida a un caso rural del departamento de Risaralda. *Luna Azul*, 2009; 28: 69-70.
- [47] Downing M, Nejadhashemi P, Harrigan T, Woznicki S. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 2017; 16: 146-149.
- [48] Godber O, Wall R. Livestock and food security: vulnerability to population growth and climate change. *Global Change Biology*, 2014; 20: 3092-3093.
- [49] Briske D, Zhao M, Han G, Xiu C, Kemp D, Willms W, et al. Strategies to alleviate poverty and grassland degradation in Inner Mongolia: Intensification vs production efficiency of livestock systems. *Journal of Environmental Management*, 2015; 152: 180-181.