



Formando líderes para la construcción
de un nuevo país en paz

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA GANADERÍA EXTENSIVA EN COLOMBIA

MONOGRAFÍA

Junio de 2022

**MONOGRAFÍA: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA GANADERÍA
EXTENSIVA EN COLOMBIA**

Autor

Soraya Agudelo Delgado

Director

Juan Carlos Pablo Rojas

Ph.D.

Programa de Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingenierías y Arquitectura



Universidad de Pamplona

Junio de 2022



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

Tabla de contenido

1. Introducción.....	6
2. Antecedentes Históricos de la Ganadería en Colombia	8
3. Impactos ambientales de la Ganadería extensiva	9
3.1 Impacto sobre el suelo	11
3.1.1 Deforestación	13
3.1.2 Erosión.....	15
3.2 Impacto sobre el agua.....	16
3.3 Impacto Atmosférico	21
3.4 Impacto económico	24
4. Soluciones potenciales	25
5. Conclusiones	30
6. Bibliografía	31



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

Lista de figuras

Figura 1. Panorama del impacto ambiental por deforestación para la creación de pastos, Valparaíso Caquetá, año 2016 (Mora, et al., 2017).....	14
Figura 2. Demanda general de Agua para la Ganadería en Colombia. Adaptado de la Información en el Estudio Nacional del Agua -ENA- (2018).	16



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

MONOGRAFÍA: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA GANADERÍA EXTENSIVA EN COLOMBIA

Resumen

La ganadería extensiva en Colombia es una actividad cada vez más difundida, afectando ampliamente al medio ambiente y su impacto se aprecia principalmente en la pérdida de biodiversidad de especies, tanto animales como vegetales, en las emisiones atmosféricas, la contaminación de recursos hídricos y sobre todo en el cambio de uso y deterioro del suelo. La evaluación de estos daños es el objeto del presente trabajo investigativo de revisión bibliográfica. Para entrar en contexto, inicialmente se expone los orígenes de esta práctica en el país, continuando con la descripción de la manera en que la ganadería extensiva en Colombia es una actividad que genera impacto ambiental negativo sobre diferentes componentes del medio ambiente, definiendo del mismo modo sus consecuencias, para finalizar con algunas soluciones potenciales encontradas en diferentes estudios.

Palabras clave: ganadería, contaminación, deforestación, silvopastoreo.

Abstract

Extensive livestock farming in Colombia is increasing, widely affecting the environment, its impact can be seen mainly in the loss of biodiversity of species, both animal and plant, in atmospheric emissions, contamination of water resources and especially in the deterioration of the environment. I usually. The evaluation of these damages is the object of the present investigative work of bibliographic revision. To enter into context, the origins of this practice in the country are initially exposed, continuing with the description of the way in which extensive cattle ranching in Colombia is an activity that generates a negative environmental impact on different components of the environment, defining in the same way its consequences, to end with some potential solutions found in different studies.

Keywords: livestock, pollution, deforestation, silvopastoralism.

1. Introducción

Actualmente en el planeta tierra existen más de siete mil millones de personas que interactúan entre sí y con el medio que los rodea, causando significativos cambios en la naturaleza en busca del beneficio propio, alterando el equilibrio del ecosistema global. El crecimiento demográfico y una cultura del consumismo, suponen un reto para los sistemas alimentarios y agrícolas, provocando la sobreexplotación de los recursos naturales necesarios para mantener la producción de alimentos. Esta demanda ha impulsado al sector de producción bobina, aumentando su crecimiento a un ritmo apresurado para satisfacer la necesidad de producción alimentaria, provocando problemas ambientales importantes en diferentes recursos.

En consecuencia, la agricultura actual contribuye de forma significativa en los asuntos medioambientales, entre los cuales se nombran la contaminación del agua, la degradación de la tierra, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Según Gerber et al. (2013), entre las actividades agrícolas que más contaminan se encuentra la explotación ganadera, la cual actualmente rivaliza con otras áreas de producción por los recursos naturales, requiriendo el mayor aporte de esfuerzos agrícolas y de recursos naturales para su producción. El sector de la ganadería en general domina hasta el 70 % del territorio agrícola a escala global. Esta modalidad de producción se enfoca principalmente en el aumento de los rendimientos, es decir prima la implementación de la tecnología enfocada en el incremento de la productividad, invirtiéndose esfuerzos para la obtención y aprovechamiento de razas con elevada utilidad y en metodologías eficaces para la alimentación, además del consumado uso de fertilizantes sintéticos, plaguicidas y productos veterinarios, los cuales representan una amenaza para el medio ambiente, este hecho evidencia la total exclusión de la preocupación por el bienestar y por los ciclos naturales de los seres vivos.

La ganadería es uno de los promotores principales en la deforestación a nivel mundial, ya sea para el pastoreo o para la producción de forraje y piensos. Las mayores afectaciones en lo forestal se evidencian en territorios de selva tropical, incluyendo las selvas del amazonas, en las que el paisaje es transformado agresivamente gracias a la producción de granos y vegetales para la

producción ganadera local y extranjera. El ganado requiere monumentales proporciones de agua para su producción, la cual se desvía de quebradas y ríos al igual que se extrae de fuentes subterráneas para mantener los rebaños, puede ser utilizada para satisfacer las necesidades más prontas de agua potable o de forma indirecta para regar la producción de forraje. El ganado tiene un segundo impacto grave en el agua, ya que esta se convierte en fuente de contaminación de las aguas residuales, debido a que la producción usual de pienso aumenta el monto de pesticidas y fertilizantes en las fuentes hídricas, además del estiércol, que produce concentraciones elevadas de nitratos, antibióticos y hormonas. Las sustancias químicas de las tenerías y demás procesos de producción ayudan a aumentar aún más la huella hídrica de los productos en el sector pecuario, causando graves daños ambientales debido a la contaminación del agua y a las altas tasas de extracción (Ruvival Team, 2019).

La producción bovina de igual forma tiene un impacto notable en la atmósfera, como evidencia se tiene que en el año 2013, se cuantificó que el ganado generó el 44 % del metano, el 5 % del dióxido de carbono, y el 53 % del óxido nitroso de todas las emanaciones antropogénicas (Gerber, 2013).

Se pronostica que para el año 2045 se estará produciendo un 40% menos de comida en el planeta y la población será de 9.200 millones de personas. En este orden de ideas, según Ruvival Team (2019), se considera que a mitad del actual siglo, el requerimiento mundial de alimentos incrementará en un 1,1 % cada año. Se prevé que la demanda de carne incremente un 75 % y la de la leche un 60 %, comparado con la demanda a inicios del siglo. De no gestionarse de una manera apropiada, la producción ganadera podría detener los sistemas de sustentación de la vida en la biosfera y de todos los otros organismos vivos en el mundo. Por consiguiente, es cada vez de mayor relevancia entender la interacción entre la explotación y erosión del recurso suelo e hídrico con la demanda ascendente de estos productos propios del sector pecuario. Los sistemas actuales están obligados a asumir el desafío de acrecentar el grado de producción, disminuyendo su impacto negativo en el ambiente y a la vez deben estar comprometidos con el bienestar social y una economía factible. Sin embargo, entre expertos sobre el tema, las actividades concretas a realizar

para conseguir una producción sostenible en y/o entre distintos sistemas aún son asunto de discusión (Ruvival Team, (2019).

Si esta producción pecuaria no es gestionada apropiadamente, podría detener los procesos de mantenimiento de la vida en la biosfera y por ende estaría en peligro la existencia de los seres vivos así como la de los seres humanos.

En este contexto, en Colombia la ganadería representa una de las ocupaciones más relevantes, tanto por la contribución directa en la alimentación, como por cada actividad que se deriva a partir de la transformación de sus productos. Este sistema agrícola favorece a la economía local provocando beneficios en el sector rural y al mismo tiempo contribuye de manera indirecta en la producción industrial. Por otro lado, la instauración de la producción ganadera en el país tiene un elevado costo ambiental, algunas de los efectos negativos provocados son la pérdida de hábitats naturales, el quebrantamiento de ecosistemas y la reducción en la productividad de los suelos en el territorio.

2. Antecedentes Históricos de la Ganadería en Colombia

Hace cinco siglos, en la llegada del segundo viaje de los invasores españoles a América, con el propósito de conservar las expediciones de conquista iniciales, trajeron 200 vacas flacas y maltratadas que encontraron un entorno óptimo para sobrevivir, recuperarse y reproducirse. Con el tiempo fueron surgiendo las importaciones de diferentes razas, como lo mencionan Mora, M. et al. (2017). Particularmente a Colombia llegaron las primeras reses en 1525 a la gobernación de Santa Marta gracias a Rodrigo de Bastidas (Gallo y Sanabria, 2019), y desde aquí se esparcieron por el país. Mientras sucedía la devastación y cruce con la población aborígen se dio lugar al comenzó del derribamiento forestal en bosques tropicales que para este entonces se extendían más allá del 75 % de la región nacional (Murgueitio, 2006).

La llegada de los colonizadores a Colombia trajo un cambio cultural en el sector agropecuario, implicando el comienzo en actividades de tala de bosques para la obtención de

pasturas. Aunque la presencia de vacas se reprodujo en las diferentes regiones del país, no fue hasta la mitad del siglo XIX, al terminarse la independencia, que surgió el interés por exploración y repoblamiento de las tierras en el país, donde se dieron las condiciones para transformar el modelo del territorio de una producción agropecuaria doméstica a una extractiva de escala industrial, fenómeno que se dio primordialmente en los llanos orientales. Debido a este nuevo comportamiento en la economía, se acogió por parte de los entes gubernamentales el proceso de titulación de terrenos, modelo adquirido de las practicas españolas, en el que toda la tierra le pertenecía al Estado y la otorgaba a distintos individuos según los requerimientos económicos de cada región, este hecho resulto en la propagación del beneficio del ganado a gran proporción y el acaparamiento de territorios, dicho de otra manera, se convirtió en un sistema latifundista, y por ende se generaron disputas sociales entre los empresarios propietarios de grandes extensiones de terrenos y los propietarios de pequeños terrenos (Gallo, y Sanabria, 2019).

Como lo menciona Murgueitio (2006), la ganadería tenía gran importancia económica y política para la sociedad española de entonces, se consideraba como una representación de poder económico y territorial, además de prestigio social. Esta idea se transmitió a las colonias españolas en América a lo largo del periodo de dominación de tres siglos y se conservó en las nuevas sociedades mestizas. Este modelo de monopolio de terrenos para el desarrollo de la ganadería provoco que se comenzara a explorar nuevas zonas como bosques y selvas, característicamente en los departamentos de Guaviare y de Guainía, este hecho causo un sustancial impacto ambiental, puesto que las plantas nativas y las pequeñas fuentes hídricas de estas regiones se eliminaron con el fin de crear un aprovechamiento superior, realizando el llamado proceso de “sabanificación”.

3. Impactos ambientales de la Ganadería extensiva

Para empezar, la práctica de la ganadería extensiva necesita una cantidad restringida de bovinos por unidad de área, en cuanto a la tecnología no cuenta con adelantos técnicos, la productividad por vaca y por unidad de área son bajas, la ingesta de alimentos se fundamenta en el pastoreo mezclado con subproductos de la agricultura, y para agregar tienen baja energía fósil. Este proceso involucra la transformación de los ecosistemas naturales, principalmente por la tala y

quema de bosques, con las que hay relación directa e indirecta. La dimensión con que este proceso se ha realizado en Latinoamérica llevo a que en décadas pasadas universalmente se señalara al pastoreo de ganado como una enorme amenaza ecológica del bosque tropical. Su impacto ambiental puede oscilar entre el completo deterioro irreversible de los suelos hasta la reparación parcial de ecosistemas degradados (Murgueitio, 2003).

De igual forma, la ganadería basada en pastoreo genera otros impactos ambientales negativos los cuales menciona Murgueitio (2003), entre estos se encuentran las obras de construcción para vías de orden menor; el requerimiento de madera para el cercado de los potreros, corrales y demás; reducción de la biodiversidad por la propagación de cultivo de gramíneas; provocación de incendios estacionales y destrucción de nuevos brotes mediante prácticas físicas o químicas como los herbicidas; la contaminación del agua y el suelo debido a los fertilizantes y plaguicidas, el secado de humedales; la eutrofización de fuentes hídricas y aplicación de exceso de nutrientes en tierras agrícolas producido por el estiércol de las reses; de igual forma la emisión de gases de efecto invernadero ocasionadas por la digestión del ganado y la quema de combustibles en el transporte de animales vivos o sus productos.

Así, este modelo de ganadería ha conseguido cambiar de manera importante los paisajes rurales de Colombia, y aunque la producción agropecuaria es necesaria para el desarrollo de un país, el modelo que se lleva a cabo actualmente utiliza de manera intensa los recursos, implicando grandes consecuencias ambientales y sociales. Sumado a esto, hasta el día de hoy en el país se encuentran mayores incentivos encaminados a las acciones agropecuarias que a las de mantenimiento de ecosistemas, ya que en el funcionamiento inadecuado de la economía nacional es más rentable producir que conservar (Mora, 2017).

Cabe mencionar que además de los fines netamente productivos, esta práctica también se utiliza con fines de inversión para así asegurar la posesión de la tierra mediante el sostenimiento del ganado. Como tal, la ganadería en Colombia sigue siendo un símbolo de poder económico y político y de apropiación legal del territorio. Teniendo en cuenta la evidente gestión inadecuada del territorio, es alarmante que pese a los censos agropecuarios realizados, aún no se hallen medidas que promuevan el uso apropiado de la tierra.

3.1 Impacto sobre el suelo

A escala global, la producción de ganado es la ocupación que requiere mayor uso de los recursos de la tierra, ocupando alrededor del 30 % del área terrestre libre de hielo. El pastoreo y producción de forrajes utilizan cerca del 80 % de las tierras agrícolas, esto corresponde a 3.400 millones de hectáreas en el pastoreo y 500 millones en la producción de cultivos para alimentación del ganado (Fernández, y Enriquez, 2010).

En el informe final de Fedesarrollo (2021) se indica que en el país el área con vocación ganadera corresponde al 7 % del total, lo que se traduce a 8 millones de hectáreas; sin embargo, actualmente se usa el 34 %, es decir, se está usando alrededor de 38 millones de ha del suelo para esta actividad. Por otra parte, aunque el 13 % del suelo tiene una vocación agrícola, 15 millones de hectáreas, sólo se está usando el 7 %, es decir 6 millones de ha (Fedesarrollo (2021). Es evidente que las cifras reflejan una ineffectividad y sobreuso de los recursos naturales, incidiendo tanto en el sector ambiental como el económico y social. De esta situación se percibe que la ganadería extensiva a dado lugar a la explotación de territorios aptos para uso agrícola y forestal, arrasando con áreas protegidas y de parques naturales. En las cifras mencionadas anteriormente se evidencia el conflicto del uso del suelo, siendo la razón principal del impacto ambiental de esta practica pecuaria, ya que perjudica negativamente la productividad de la tierra al no aprovecharla de forma eficiente de acuerdo con su vocación.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, son más de 8 millones de hectáreas de suelo las que se van afectadas en el país por el movimiento del ganado en los potreros, que por el paso constante de los bovinos se termina compactando el mismo, lo que dificulta la filtración del agua a través de este, afectando la estabilidad estructural; debido a esto es claro que aumenta el riesgo de que se produzca la erosión superficial y remociones en masa o deslizamientos, derrumbes o avalanchas. Entre las actividades de producción ganadera se encuentra la construcción de obras de ingeniería, en las cuales sobresalen las vías terciarias y cuaternarias, que en su mayoría se perfilan equivocadamente y con un manejo inapropiado de escorrentías, de igual forma son causa o agravan la situación del terreno afectado. Tanto la erosión superficial como la remoción en masa han dado lugar a la degradación acelerada e irreversible de suelos, y aunado a ello la pérdida de

productividad. Esta situación conlleva a una ganadería de elevado valor, escasamente competitiva e insostenible a lo largo del tiempo (Murgueitio, 2003).

Por otro lado, la composición del suelo también se ve profundamente afectada por las excretas del ganado cuando este tiene elevadas concentraciones de nutrientes, normalmente de nitrógeno en forma de nitratos y nitritos y fósforo; contiene microorganismos patógenos como la *E. coli*; antibióticos y agregados que interactúan con el sistema endócrino, estas son las hormonas esteroidales, fitoestrógenos, plaguicidas y herbicidas. En Colombia, así como en otros países de Latinoamérica, hace faltan regulaciones ambientales y las que existen carecen de rigurosidad o cumplimiento, como consecuencia el estiércol se dispone en el suelo perennemente, sobre pasando la capacidad de los cultivos de captar nutrientes. Este exceso de nutrientes en el suelo provoca su infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas (Pinos et al., 2012). Además, cuando el estiércol es dispersado en suelos de cultivo, la manera de acumulación de los agregados de nitrógeno son oxidados en el cultivo y puede causar intoxicación en los animales que lo consuman.

Entre los efectos directos sobre el suelo se halla la alteración de sus propiedades físicas y químicas, con respecto a este último, se modifica la disposición de los macro y micronutrientes, o macro y microelementos, como el Nitrógeno, el Fósforo, Potasio, el carbono por su liberación del almacenamiento natural de materia orgánica y de igual forma, en el perfil sucede su salinización. Estos daños afectan a los microorganismos del suelo, y sin su presencia se ve afectada la transformación de nutrientes que son aportados por los residuos animales y vegetales en el sistema y magnitud en la conformación de la ganadería (Mora, et al., 2017).

La importancia del suelo radica en que, como bien se conoce los primeros 30 a 40 cm son los responsables del 87% de la vida en el planeta, y como ya se observó una porción significativa y cada vez más creciente del territorio colombiano se involucra en esta práctica agropecuaria, la cual ha y continua influyendo de manera seria en la degradación de este, tanto por el modo de uso como por la extensión tan amplia que requiere, por esta razón es necesario la implementación de normativa para realizar la práctica de una manera sostenible antes de que sea demasiado tarde.

3.1.1 Deforestación

La ganadería es uno de los principales promotores de la deforestación en el planeta, puesto que el área de bosque se requiere para la adecuación de potreros o el cultivo de piensos. El rol de la ganadería en la deforestación es de sumo valor, en especial cuando se trata de los bosques tropicales húmedos, ya que en estos se producen las mayores pérdidas netas de bosques y las derivadas pérdidas de carbono. En la región tropical latinoamericana, en las últimas décadas, en su mayoría boques se han transformado en extensiones de suelo usados para la ganadería extensiva que ha venido aumentando continuamente (Steinfeld, 2006). Es incuestionable que esta actividad ocasiona daños sobre el aire, el suelo y el agua, y por ende, tiene consecuencias de igualmente en la biodiversidad, ya que desequilibra su ecosistema y fuentes de alimentación. Lo que resulta preocupante teniendo en cuenta que Colombia es considerada un país megadiverso debido a que contiene alrededor del 10% de las especies conocidas.

Con respecto a la situación del país se encuentra que, de igual manera, entre las causas primordiales de la deforestación esta la expansión de la frontera agropecuaria, especialmente para ganadería extensiva; junto con esta también se encuentran la siembra de cultivos ilícitos, la tala ilegal, la minería e infraestructura, incendios forestales y por último por el crecimiento poblacional. Hay que resaltar que la ganadería extensiva representa casi el 60 % de la deforestación en el país (Rico, 2017). Influyendo notoriamente en la alteración de paisajes, hecho igualmente importante puesto que este es un elemento esencial en la diferenciación de los territorios en la región. Como ejemplo en la Figura 1. se expone un escenario del año 2016, en la zona rural de Valparaíso Caquetá, a la izquierda se observa una zona que aun contiene algo del bosque, mientras que a la derecha se observa una vista más amplia de lo que se ha convertido es pastizales para el ganado.



Figura 1. Panorama del impacto ambiental por deforestación para la creación de pastos, Valparaíso Caquetá, año 2016 (Mora, et al., 2017).

De las regiones del país, la región de la Amazonía es la que más cuenta con áreas deforestadas y la causa principal es la adaptación a pastizales para ganado. Entre 2000 y 2005 el 49 % de las hectáreas fueron transformadas, eso corresponde a un total de 278.111 hectáreas de bosque que fueron convertidos en pastizales. Entre los años 2005 y 2010 menguó la deforestación en la región, pese a esto la modificación de bosques a pastizales continuo siendo la principal causa de deforestación, explotando alrededor de dos tercios de la superficie deforestada en la Amazonía, explica Rico en su publicación (2017). El pasar de bosque amazónico a pastos para la ganadería resulta en la pérdida sustancial de biodiversidad.

Por su parte, en la región Orinoquía, el 30,3 % de su área total exhibe tierras fuertemente transformadas, las cuales se ubican en especial en el piedemonte llanero de los departamentos Meta y Casanare. En el estudio de recopilación de Rico (2017), se menciona que en su mayoría se han convertido en tierras con pastos introducidos o naturalizados, dedicados al pastoreo semiintensivo y extensivo de ganado.

En las demás regiones del país, es decir la Andina, Caribe y del Pacífico, las cosas no se dan a mejor en el sector ganadero, ya que también se practica este modelo de producción extensiva

de manera significativa, en gran parte debido a que se trata de las regiones con mayor progreso e incremento urbano del país.

3.1.2 Erosión

El proceso de deforestación y eliminación de la capa vegetal natural con objeto de potrerización, genera la erosión del suelo, impidiendo la infiltración del agua al suelo, por tanto esta toma otros caminos arrastrando la capa de vegetación. En igual medida, la compactación resultado del movimiento de las reses en los potreros, incide negativamente en el agua que debe fluir a través del perfil y en la firmeza de su estructura, estos procesos originan la erosión superficial y los deslizamientos.

Con respecto la producción ganadera en páramo y alta montaña, Rico (2017) afirma que la presencia de animales pesados ocasiona afecciones como la compactación y contaminación del suelo, de manera que se generan procesos de erosión; afección en los páramos, al incidir en su capacidad de almacenar de agua; y baja la productividad de suelos ácidos, tales como los de la altillanura. De esta manera menciona que un bobino de 530 kilogramos produce 250 kPa de tensión vertical al marchar sobre suelo plano, de manera que esta actividad es considerablemente más perjudicial cuando se trata de una pendiente pronunciada, debido a que cuando la vaca sube, la masa se concentra en las extremidades traseras. La formación de suelos compactados afectan el desarrollo de las plantas puesto que la tierra genera más fuerza mecánica sobre la raíz impidiendo su crecimiento o volviéndolo más tardado.

Como lo menciona Murgueitio (2003) en su publicación, las afecciones por erosión y pérdida de infiltración, son especialmente aceleradas en la región andina, debido en gran parte a su geomorfología y por su propensión a altos rangos de precipitación.

Teniendo en cuenta lo ya mencionado, este proceso productivo ha conseguido un deterioro acelerado e irreversible del suelo y así mismo de la productividad, como consecuencia, en Colombia se cuenta con un sistema ganadero costoso, de baja competitividad e insostenible. Para hacer frente a la disminución de la productividad de los prados debido al suelo compactado,

usualmente se opta por la aplicación de suplementos y concentrados, para equilibrar la pérdida en su funcionalidad productiva, sin embargo, estos suplementos a fin de cuentas perjudican la rentabilidad del sistema.

3.2 Impacto sobre el agua

Según datos del Estudio Nacional del Agua -ENA- (2018), a nivel nacional, el sector pecuario es el tercer sector económico con mayor demanda hídrica, lo que corresponde a 3.701,4 millones de m³ al año, distribuido en bovinos, porcinos y aves, para el caso en estudio, la demanda de los primeros compone el 70,4 %. El uso general de agua se divide entre la necesaria para que tomen los animales, la que se usa en limpieza de los espacios de albergue y la que se utiliza en la ejecución de los animales, este último constituye el 50 % del total de agua utilizada en este campo de producción con 1.546,1 millones de metros cúbicos, en la Figura 2. se pueden observar las cifras de manera más detallada.

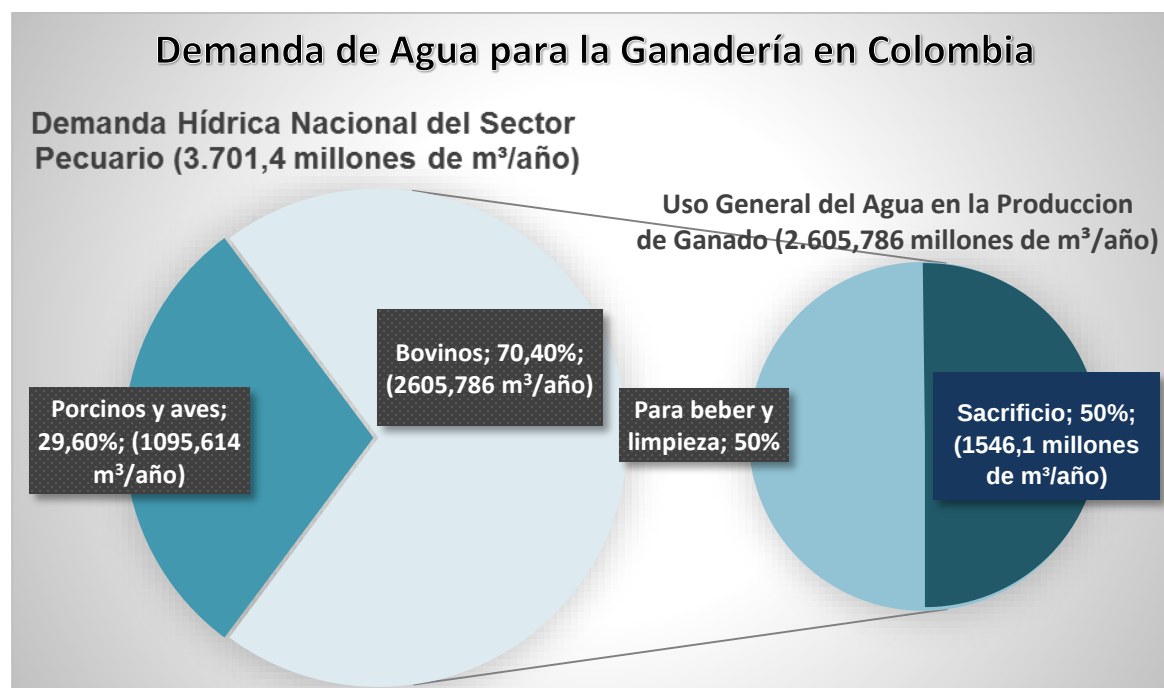


Figura 2. Demanda general del Agua para la Ganadería en Colombia. Adaptado de la Información en el Estudio Nacional del Agua -ENA- (2018).

Para hablar del impacto ambiental sobre el agua es necesario incluir a término la huella hídrica azul¹, la cual incluye la estimación de las tres actividades y variables mencionadas en el párrafo anterior. El volumen de agua en el sector pecuario apreciado como huella hídrica azul obtiene 1.013,1 millones de metros cúbicos por año. Con respecto a la huella hídrica azul como porcentaje de la demanda hídrica² representa el 32% del total del país (IDEAM, 2019).

Además, entre los sectores de producción agropecuaria, el ganadero se encuentra entre los más dañinos para los cada vez más escasos recursos hídricos del planeta, contribuyendo, además de otros impactos graves al ambiente, a la contaminación del agua, la eutrofización y la degeneración de los arrecifes de coral. Debido a la pérdida de la cobertura vegetal boscosa, por la deforestación y las actividades agropecuarias, se sufren graves cambios en la regulación hídrica afectado la cantidad y calidad de los recursos hídricos, reduciendo los caudales, al igual que apresurando la erosión y generación de contaminantes que terminan en cuerpos de agua (Matthews, 2006). En este sentido, la potrerización extendida altera los ciclos hídricos, disminuyendo la recarga de aguas superficiales y subterráneas, igualmente, se extraen grandes proporciones de agua para la producción de piensos.

Sobre las sustancias o emanaciones contaminantes que afectan la calidad del agua por contaminación se cuenta principalmente con información secundaria precedente de los subsectores productivos agropecuarios, en este caso de los correspondientes a la aniquilación de bovinos y al uso de agroquímicos en los cultivos (IDEAM, 2019). A nivel nacional, entre los elementos primordiales que perturban la calidad del agua por vertimientos a los cuerpos de agua lóticos y lénticos, se encuentran los derivados de fuentes puntuales o difusas con o sin tratamiento que son

¹ La huella hídrica azul cuantifica el agua extraída que no regresa a la cuenca. Este evento aparece porque el agua se incorpora a un producto, se evapora o se trasfiere a otra cuenca vecina.

² El indicador IEUA –Índice de Eficiencia en el Uso del Agua– se define como la relación entre la huella hídrica azul y la demanda hídrica, este indicador fue introducido en ENA 2014 (IDEAM, 2019).

generados por diferentes actividades antrópicas, entre las cuales se encuentra el sector pecuario en el cual destaca el beneficio de ganado.

Con respecto al impacto ambiental de la ganadería sobre el recurso hídrico, esto se observa en diferentes niveles, que van desde la calidad físico-química del agua, la estabilidad del cauce hasta la supervivencia de los organismos acuáticos. Cada parámetro se relaciona entre sí, y en la magnitud que se impacten por el uso del suelo, logran ser usados para establecer los efectos causados sobre los cuerpos de agua. Por ejemplo, la ausencia de cubierta vegetal nativa y el camino disponible para que las vacas acedan a las corrientes de agua, provocan grandes cargas de sedimentos, sólidos disueltos en el agua, y con la aportación del estiércol aumenta de manera elevada la cantidad de coniformes fecales, deteriorando la calidad del recurso hídrico (Murgueitio, 2003).

Además, en las zonas de potrero, donde el suelo se encuentra expuesto, por falta de vegetación, recibe directamente la radiación del sol, perdiendo humedad y afectando el crecimiento de plantas nativas como introducidas, muchas veces el productor trata de compensar esa pérdida con fertilizaciones calcificadas y nitrogenadas que producen contaminación de aguas mantos acuíferos y fuentes superficiales (Rico, 2017).

Del mismo modo, en las zonas ganaderas también se da la contaminación en el agua por parásitos, microorganismos y de darse el caso, con residuos de medicamentos, como por ejemplo antibióticos que se suministran de forma masiva en ciertos tipos de ganado. Estos contaminantes pueden generar problemas de salud a la población que hacen uso de estas aguas. En cuanto a la contaminación por residuos fecales en los territorios con ganado, se exhiben los niveles más altos de DBO, Nitrógeno y coliformes, la situación tiene lugar por la aplicación directa de las excretas de los animales en la zona de pastoreo y por medio de la escorrentía ingresan los componentes a las fuentes de aguas superficiales como subterráneas. De esta manera se produce un incremento en la concentración de nitratos del agua, ya sea de forma directa por medio de la infiltración, escurrimiento y percolación profunda en los suelos, y de manera indirecta por escorrentías y flujos superficiales a partir de potreros y cultivos. En el artículo de Pinos et al. (2012), indica que en las

excretas abunda el nitrógeno y que se vincula con la contaminación de fuentes subterráneas por la lixiviación de nitrato que atraviesa el perfil, mientras que el fósforo del estiércol está correlacionado con la contaminación de fuentes de agua superficial.

Por otro lado, el fósforo tiene un efecto sustancial sobre el ambiente al impactar los recursos hídricos ya que afecta la calidad del agua, al ser esparcido sobre las fuentes o ingresado en enormes cantidades a la tierra, de manera que promueve la eutrofización aumentando las plantas acuáticas, reduciendo el oxígeno disuelto y alterando el pH. No obstante la concentración de nitrógeno y fósforo en los diferentes cuerpos hídricos no se ha reportado de forma precisa, sin embargo la cantidad lixiviada o arrastrada de los mismos a las fuentes depende de la duración en la precipitación, la percolación (a medida que el suelo es más arenoso aumenta la tasa de percolación) y la pendiente del suelo en la que se deslizan las escorrentías (Pinos et al., 2012).

La turbiedad y los sólidos totales igualmente corresponden a un impacto directo de la alteración que realiza el ganado al incrementar la erosión en las zonas de pastoreo y/o la destrucción de taludes y al remover el interior de las quebradas, identificó Murgueitioh (2003) en su publicación para el caso de estudio en el Quindío, dado que en todas las microcuencas con ganado se encontró que estas tenían acceso directo al cauce.

En cuanto a las características físicas de las quebradas con dominio por la ganadería, se halla una predilección a la homogeneización del cauce mediante la canalización. Esto implica la pérdida de un ecosistema sano, al existir pocos hábitats con disponibilidad prevalecen las escasas especies que se adapten. Por ejemplo, en el estudio revisado por Murgueitio (2003), se comparó la calidad del hábitat entre microcuencas con potreros en las márgenes y las que contenían cobertura con vegetación de bosque nativo, de manera que se hallaron contrastes en los tipos de sustrato, orgánico e inorgánico en los ríos, y la evidente disminución de la calidad del hábitat. Debido a sus particularidades, el compuesto es arrastrado fácilmente y provoca el desarrollo de especies tolerantes a niveles bajos de oxígeno. Las micro cuencas que drenan áreas de pastoreo consiguieron un 45 % en la puntuación para calidad de hábitat para la biota acuática, comparado con la condición ideal de referencia (quebradas boscosas, que corresponden al puntaje máximo obtenible).

Características como la variedad de piscinas, concavidad del cauce, resguardo de taludes y vegetación en la ribera son las más críticas y de importancia para obtener un puntaje mínimo en las fuentes que se encuentran influenciadas por la ganadería (Murgueitio, 2003).

Teniendo en cuenta análisis realizados para medidas que cuantifiquen la abundancia de taxa, se estableció que las corrientes en áreas de bosque exhiben los mejores valores para cada índice, manifestando una población de macro invertebrados mucho más heterogénea que los ríos y arroyos en áreas con ganadería. Así, se determina que los macro invertebrados acuáticos son susceptibles a la alteración en el uso del suelo y por esta razón son unos apropiados indicadores biológicos del impacto derivado de sistemas agropecuario, como la producción ganadera, sobre las corrientes. Con respecto a la situación de las quebradas de zonas de potrero, se descubre que son más comunes los substratos lodosos y arenosos, en los cuales proliferan larvas de dípteros, moscas y zancudos, dominando los de las familias *Chironomidae* y *Ceratopogonidae*. Con respecto a los resultados en la investigación de Murgueitio (2003), se determina que la potrerización sin árboles, origina un impacto negativo de dimensión elevada comparado con otras actividades agrícolas, especialmente por sedimentación de cauces y aportaciones de nutrientes, material orgánico y patógenos que dañan las corrientes de agua.

Se encuentra que aunque se mencione en considerables ocasiones sobre el impacto negativo de la ganadería sobre el agua, en realidad se encuentran pocos estudios investigativos hechos en el país con un nivel de profundización y grado que consiga hacer que los ganaderos adquieran consideración y den lugar a la toma de decisiones congruentes que beneficien el uso de las microcuencas. Además, estas son el elemento básico de acción y gestión en la región andina, territorio en el que se encuentra la producción más elevada de leche, degradando los recursos de manera sustancial. El uso del suelo en cada microcuenca influye de manera positiva o negativa sobre los flujos de agua que la drenan. Por estas razones, como lo indica el IDEAM (2019) en el Estudio Nacional del Agua 2018, la correlación ganadería-manejo de la micro cuenca se convertirá en un tema prioritario en la gestión ambiental del futuro cercano.

Es de resaltar el impacto sobre cuerpos de agua en sectores de valor ecosistémico, como por ejemplo los páramos. En este caso las biotas de páramo y alta montaña se vienen alterando desde hace más de 40 años por técnicas de producciones agrícolas y ganaderas muy dañinas para el ambiente. Estos habitats, conocidos también como fábricas de agua, poseen la labor natural de regular los flujos de agua y recargar acuíferos. A su superficie terrestre la caracteriza la porosidad del suelo que puede acumular importes sumas de agua que se va liberando poco a poco. Como nota importante, el 75 % de la población colombiana depende del agua que se produce en estos ecosistemas y la ganadería los ha estado perjudicando (Rico, 2017).

3.3 Impacto Atmosférico

La ganadería tiene un grave impacto en la atmósfera del planeta como fuente de gases de efecto invernadero (GEI), óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), que aportan de forma importante al cambio climático. Según el informe publicado por la FAO (2013), el sector ganadero genera más gases de efecto invernadero que el sector del transporte, contribuyendo en un 18 % al total de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, medidos en su equivalente en dióxido de carbono (CO_2). En los sectores de bosques y agricultura, la participación de la ganadería es del 50% y sólo en comparación con la agricultura, la ganadería representa 80% FAO (2013).

En la evaluación de Gerber et al., (2013) se encontró que a nivel mundial la producción de carne de vaca es responsable de la mayoría de las emisiones, dado que aporta el 41 % de las emisiones de GEI inducidas por el ser humano. De manera más detallada, representa el 14,5 % del total de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, entre el 44 % y el 53 % de los óxidos nitrosos y contribuyen con la mayoría de las emisiones de CH_4 de origen artificial. Particularmente el nivel de emisión en Latinoamérica y el Caribe representa el más alto, alrededor de 1,3 gigatoneladas de CO_2 -eq, promovido por la sustancial obtención de carne vacuna; no obstante el ritmo ha disminuido en años recientes, sin embargo el continuo cambio en el uso de la tierra aporta altas difusiones de dióxido de carbono al territorio, causado por el esparcimiento de los pastos y los cultivos de forraje. En este aspecto, las emisiones por cambio de uso del suelo se elevan a 24

kg de CO₂ -eq por kilogramo de peso en carne de vaca en Latinoamérica y el Caribe, estas cifras corresponden al 33 % de todas las emanaciones atmosféricas.

El mayor impacto de la ganadería en la contaminación del aire, sucede ya que en mayor magnitud los rumiantes producen metano como parte de su proceso digestivo, lo cual implica que se emita metano al liberarse de las heces producto de la fermentación entérica, es decir, los microorganismos fermenten alimentos con alto contenido de fibra en la digestión anaeróbica de materia orgánica. Las difusiones a nivel global de metano de estiércol son de 113 Tg CO₂ -eq, 40 Tg CO₂ -eq de metano entérico, y de óxido nitroso se calculan 10 Tg CO₂ -eq. Cabe resaltar que el CH₄ es un gas de efecto invernadero 23 veces más potente que el dióxido de carbono, y las excretas de vaca aportan el 16 % de las difusiones globales. Este proceso digestivo también da como resultado la contribución del 50 % de todas las emisiones de amoníaco hacia la atmósfera, ya que como se mencionó previamente, es más volátil a una tasa mayor al 23 % (Pinos et al., 2012).

Por otra parte, las excretas ganaderas aportan aproximadamente el 25 % de las emisiones antropogénicas de óxido nitroso, el cual es 296 veces más potente que el CO₂, el cual se origina en el manejo aeróbico de desechos de ganado, a medida que se dan los procesos de nitrificación y desnitrificación, es decir la oxidación biológica de amonio a nitrito y nitrato y la reducción de nitrato a nitrógeno gaseoso respectivamente, donde el intermediario es el óxido nitroso. El N₂O es considerado como el más potente de los GEI, abarcando alrededor de dos tercios de la totalidad de emisiones artificiales en el planeta y con un 75 a 80 % de las emisiones agrícolas.

En relación al amoníaco (NH₃), las emisiones atmosféricas de nitrógeno producidas a nivel global por el hombre se consideran de más de 47 millones de toneladas, de este valor el 94 % es producto del sector agropecuario, en el que a su vez la ganadería contribuye con el 68 %, principalmente por el estiércol almacenado e ingresado en zonas agrícolas. En este caso, el resultado contaminante, especialmente la eutrofización y producción de olores, es más bien considera un problema local o regional que global (Pérez, 2008).

Las excretas animales emiten CH₄, N₂O, amoníaco (NH₃) y CO₂, en función de si salen en forma sólida o líquida de las instalaciones y de su utilización en la recolección, almacenamiento y

empleo en lo agrícola. La ganadería aporta de manera indirecta en la contribución de grandes volúmenes de carbono a la atmósfera, mediante el alimento usado para las vacas o por medio de la tala de árboles para crear zonas de pasto, alterando el equilibrio del carbono en el suelo. Por otra parte las actividades de producción, como la elaboración de alimento animal y la comercialización de los productos, de igual manera emiten GEI. En este sentido, son varios los efectos indirectos que son complicados en su cuantificación (Pérez, 2008).

Por esta razón, para calcular el impacto que genera el pastoreo de ganado en las emisiones de gases (GEI) hay que tener en cuenta desde los gases como el CH₄ procedente de la asimilación entérica de los bovinos, hasta las emanaciones producto del cambio en el uso del suelo en asistencia a la producción ganadera. Puesto que la eliminaron de amplias superficies de bosques tropicales para la potrerización aumenta la concentración de CO₂ en la atmósfera, y como es conocido, los bosques contienen una gran cantidad de carbono, en lo que se percibe como la madera de los árboles, y al momento de talarlos este carbono se libera a la atmósfera en forma de dióxido de carbono. A nivel global estas emisiones por destrucción de árboles con el fin de establecer pastos y el deterioro de la vegetación, constituyen alrededor de 9% (Pérez, 2008), sin embargo, en el país las emisiones que provoca esta práctica son considerablemente complicadas de medir, debido a esto, en reportes sobre las emisiones frecuentemente se excluyen, sin embargo se considera que tienen un aporte significativo. Asimismo, cada vez se requiere más del suministro de alimentos para el ganado, de manera que se suma la utilización de combustibles fósiles para el transporte de alimentos desde muy largas distancias, lo que supone una transformación al cambiar la energía impulsada por la fotosíntesis, a la de combustibles fósiles, sin olvidar el consecuente aumento en las emisiones de dióxido de carbono.

Conjuntamente, las emisiones atmosféricas derivadas de las heces no solo contienen gases producidos por la digestión anaeróbica y descomposición aeróbica, sino que también olores y polvo. Por su parte el olor no se estima como un riesgo a la salud humana, pero por lo general las personas consideran inadmisibles los olores emanados por las excretas en áreas pobladas (Pinos et al., 2012).

Para concluir con los impactos ambientales, en Colombia la regulación nacional no hace referencia concretamente al manejo de excretas en procesos de ganadería. En el marco legal ambiental, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial comunico el Decreto-Ley 2811 en 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en el cual el capítulo II contiene lo referente al control y la prevención de la contaminación del agua, añadiendo las actividades rurales y la eliminación de estiércol. Conjuntamente, la Resolución 0601 del año 2006 expone sobre la Norma de Calidad del Aire, en la que se fijan límites máximos para la emisión de sustancias contaminantes y de olores, entre los cuales se encuentra el amoníaco y el ácido sulfhídrico producidos por la descomposición de excretas (Pinos et al., 2012).

3.4 Impacto económico

Hoy en día el proceso de producción de ganado en Colombia implica un gran costo ambientalmente hablando, como se expuso anteriormente, que se da principalmente porque implica trabajar intensamente la tierra para obtener mayores niveles de producción, además de esto, la ganadería en el país se aleja mucho de ser eficiente productivamente. Para empezar, se presentan indicadores como el ciclo ganadero el cual es de 5 años; la capacidad de carga calculada como 0,6 cabezas por ha; el número de terneros por vaca por año y una producción de carne de 19,9 Kg/ha, los cuales evidencian el bajo rendimiento de esta actividad económica que a pesar de todo, ha sido ampliamente difundida en la totalidad del país. Este hecho en el largo plazo involucra una mayor extensión de tierras cultivables y de captación de recursos, como el agua y los combustibles fósiles. En este escenario se concluye que, tal como dice Rico (2017) lo indica en su informe, esta práctica pecuaria en Colombia no es un buen negocio ni para el ambiente ni para la economía de los ganaderos.

Por su parte el DNP considera que aunque en los anteriores años haya descendido el incremento del producto interno bruto (PIB) agropecuario al igual que ha bajado la importancia del sector en el PIB nacional, no se ha evidenciado una disminución igual en la pérdida de bosques ocasionada por la ampliación de la frontera agropecuaria (Rico, 2017). Este fenómeno se genera por la incoherencia entre la aptitud del suelo y su uso real, de igual manera se debe al uso de

técnicas o tecnologías y prácticas inadecuadas para su correcto beneficio, que producen ineficiencia económica en la utilización de terrenos, y a la vez un grave impacto ambiental.

4. Soluciones potenciales

Es posible transformar el sistema de manejo ganadero predominante actualmente a un sistema ambientalmente amigable en varios niveles de análisis dependiendo principalmente de los factores sociales implicados en los procesos de producción, capitalización e industrialización, así como la organización y cultura, teniendo en consideración de manera prioritaria las particularidades biofísicas y condición de los recursos naturales en el entorno. Estos cambios importantes en la práctica de ganadería implican, entre otros aspectos, el incremento de su desarrollo, aumento de la productividad y obtención de bienes sociales y servicios ambientales como el mantenimiento de la biodiversidad la regulación hídrica y captura de carbono, de manera paralela al incremento de la cubierta vegetal, emancipación de zonas en estado crítico por su detrimento, las de conservación y parque naturales y las estratégicas por su valor como fuente de servicios ambientales, especialmente las relacionadas con la regulación del ciclo hidrológico a escala local de fincas y de microcuencas como analiza Murgueitio (2003).

Las prácticas de pastoreo de ganado pueden mejorarse con una planificación integral del proceso productivo, en el que se den alternativas basadas en los ciclos naturales de ecosistemas específicos, como por ejemplo, se pueden copiar los modelos naturales de desplazamiento de los bovinos, dando paso a que los ciclos naturales reparen las zonas de potreros. De esta manera se logran mejoras adicionales al estudiar la biodiversidad, topografía, hidrología y la vegetación de del medioambiente local. Como lo presenta Rico (2017) en su escrito, este nuevo sistema “permite que se cree una visión distinta, en la que se otorga una finalidad específica a la tierra en un plan de productividad multifuncional. La planificación de este enfoque requiere de esfuerzos considerables, combinando la agroforestería, el control de la erosión hídrica, el cultivo en terrazas y el pastoreo holístico, junto con un profundo conocimiento de la funcionalidad y productividad del ecosistema. La transformación de los estándares de producción ganadera de un panorama de producto único a un escenario integral de administración de ecosistemas, contiene el potencial para

restaurar los terrenos degradados, reactivar los ciclos del agua, amplificar la productividad agropecuaria y orientar una perspectiva sostenible para el desarrollo rural”.

En conjunto se encuentran las propuestas que han surgido encaminadas a la reconvención del proceso de producción pecuaria, mediante una mezcla de técnicas educativas, tecnologías y estrategias políticas y económicas. En esta medida, se han ido popularizando los sistemas silvopastoriles, los cuales se tratan básicamente de arreglos agroforestales en los que se disponen arbustos forrajeros cultivados para el consumo del rebaño con pastos tropicales mejorados, las cuales se establecen en concentraciones que pueden variar de 25 a 500 árboles/ha. Esta forma de producción igualmente se logran desarrollar asociados con cultivos de árboles frutales o maderables para el consumo local o doméstico, el comercio, la industria o para la protección de la biodiversidad y/o la conexión de paisajes fragmentados (Rico, 2017). Para agregar, en este sistema se requiere del conocimiento y uso adecuado de forrajes tropicales que serán aprovechados como alimento de los bovinos. En Colombia se considera que en los últimos años los sistemas silvopastoriles se han establecido cada vez más entre los ganaderos, en gran parte debido al trabajo entre la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan), el Centro para la Investigación en sistemas sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), The Nature Conservancy, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En este sentido, se encuentran varios beneficios e incentivos del gobierno para promover modelos de producción ganadera de esta índole, los cuales reducen el impacto ambiental en la práctica y sirven de apoyo para mejorar la rentabilidad, tal como sucede con el modo de producción silvopastoril intensivo comparado con el proceso extensivo de producción actual.

De manera general, con esta práctica es posible favorecer un adecuado reciclaje de nutrientes (al retenerlos), disminuyendo el uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos, y por consiguiente mejorar los indicadores productivos, al maximizar el uso de la tierra y dar pasó para que se realicen otras actividades en el territorio. Cabe resaltar que en las laderas, estos árboles protegen al suelo al mantenerlo en las pendientes, además, la variedad de especies arbóreas con sus

raíces de diferentes profundidades contribuye en la retención del suelo en manera eficaz, además se regula el exceso de escorrentía brindando protección al cauce.

Los sistemas silvopastoriles también generan un impacto positivo en la economía del productor ganadero, ya que como lo mencionan Gómez y Rodríguez (2020) los resultados del estudio indican que en la mayoría de las predios en los que se implementa el modelo silvopastoril intensivo, se observa un crecimiento en la entrada económica del productos y en la rentabilidad de su negocio. Por ejemplo, en un proyecto realizado en el país, el ingreso por ha aumentó de 237 USD a 888 USD. Dicho aumento en los ingresos se da por la ampliación en la capacidad de del predio de alojar reses, y a la vez se diversifica el negocio, ya que es posible añadir la venta de frutas o madera aumentando así los ingresos indirectos. Al mismo tiempo, se favorece la alimentación del ganado puesto que los árboles mejorar las condiciones de la tierra y contribuyen al ahorro de gastos en fertilizantes y abonos. Con respecto a las conclusiones del estudio, se orientaron en la necesidad de desarrollar un modelo que integrara los distintos elementos de la cadena productiva en la industria de la ganadería, dirección hacia un modelo sostenible así como los son los sistemas silvopastoriles (Gómez y Rodríguez, 2020).

En lo referente a la contaminación del agua Murgueitio (2003) destaca que a nivel local, es decir de la finca, los sistemas para tratamiento de residuos orgánicos líquidos se encuentran como el biodigestor de flujo continuo de bajo costo y los canales de plantas macrófitas como buchón de agua o taruya (*Eichhornia crassipes*), pistia (*Pistia stratiotes*) y lenteja de agua (*Lemna minor*). El autor constato que al pasar el agua contaminada por ambos sistemas se consigue una disminución de la demanda Bioquímica de Oxígeno y de Sólidos Sedimentables Totales mayor al 90 %. También habla de los productos conseguidos, los cuales son el biogás, que puede ser usado para cocinas, calefacción y generación de electricidad, y por el otro lado los cultivos de peces en el agua depurada que se relacionan a cultivos fundamentalmente de arbustos forrajeros, de caña de azúcar, palmas de plátano, pastos y vegetación frutal, beneficiados con los lodos sedimentados y el fertiriego.

Por otra parte se encuentran las propuestas de incentivos monetarios, que se desarrollarían en el marco de modelos de producción mixtos, en este tema se resalta el sistema de pago por servicios ambientales, que se plantea como alternativa para asegurar la sostenibilidad de los recursos y producir un mejor uso del territorio a medida que no se reduzca la calidad de vida de las personas.

En la recopilación de Mora, et al., (2017) se exponen diferentes estudios para erradicar la problemática del deterioro en el medio ambiente proporcionado por la ganadería extensiva, entre los cuales se plantea la adopción una tecnología especializada para producir en zonas semiáridas, algo similar a esto se hace en países del medio oriente donde el suelo era completamente árido, con la adición tecnificada de material orgánico se consiguieron tierras cultivables; la nanotecnología en suelos contaminados; la fertilización de pasturas y un modelo de producción animal alternativo radical como por ejemplo la zoocría de avestruces.

Las recopilaciones indican que la solución para mitigar los gases de efecto invernadero por excretas ganaderas no es fácil, porque cuando se cree encontrar respuesta a un problema reiteradamente aparece otro con consecuencias no deseables. Por ejemplo, como anota Pinos et al. (2012), la obtención de leche de vaca empleando forraje conservado de arroz como pienso provocó un descenso en la acidificación, eutrofización y utilización de energía pero aumentó los gases invernadero, en comparación con el uso de ensilado de maíz. Otro ejemplo se observa con el reporte de las fincas comunes productoras de leche, las cuales usan mayor energía por litro de leche que las granjas lecheras orgánicas, sin embargo estas últimas presentaron mayores emisiones de óxido nítrico, amoníaco y nitrato generado por un manejo inapropiado del excremento, y necesitan del 50 % más de terreno viable para el apesamiento de carbono. Sin embargo, estas soluciones pueden no ser las más acertadas debido a que les hace falta una visión más integrada que tenga en cuenta los ciclos naturales de la interacción de los organismos en los ecosistemas, como se hablaba en párrafos anteriores.

Ya que el desarrollo de la producción ganadera acrecienta la generación de estiércol, estos se pueden aprovechar para generar biogás, como opción factible para reducir el efecto ambiental

negativo, no obstante, los costos de los equipos para capturar y utilizar este gas para generar electricidad aún son altos. Aunque en la normativa en Colombia, así como en otros países latinoamericanos, todavía le hacen falta incentivos que alienten las buenas prácticas en el manejo de estiércol de ganado, comparado con otros países desarrollados en los que se da el cumplimiento y realización de normas regulatorias específicas acerca del manejo y aprovechamiento del estiércol de ganado, los cuales brindan variados beneficios ambientales a un largo plazo, así sea debido a la disminución en el impacto ambiental, la transformación de energía para aprovechamiento o por la contribución en el mercado de bonos de carbono (Pinos et al., 2012).

Lo que da lugar al último punto a tratar, que consiste en el enfoque de la normatividad legal ambiental de Colombia como aporte a la solución de los impactos ambientales negativos. Aunque actualmente se encuentran algunas reglas al respecto, al igual que a muchas otras, no se les da correcto cumplimiento, por tanto, es necesario que los entes administrativos y autoridades competentes se responsabilicen del monitoreo periódico en sistemas de producción ganadera y así tener bajo control la emisión de contaminantes sobrecargados al medioambiente y a los recursos naturales, de igual forma que promuevan las retribuciones por bonos de carbono y además deben incentivar y promover a gran escala la reconversión del sistema productivo dominante actual a uno más equilibrado ambientalmente.

5. Conclusiones

Ya que la ganadería bovina es la actividad que ocupa la mayor parte de las tierras transformadas en Colombia, y esta está sujeta sustancialmente a la contribución en la contaminación del aire y el cambio climático, a la degradación del aire, suelo y agua y a el descenso de la biodiversidad, se evidencia la necesidad de una atención urgente que involucre dirección y compromiso unificados para conseguir acciones concretas e implementables, En este sentido es necesario un esfuerzo colectivo, tanto de autoridades y especialistas como del público en general, para promover medidas radicales, del área técnica y política, que mitiguen el daño.

Es de resaltar el requerimiento de un mayor enfoque a la capa superior del suelo, ya que la ganadería genera un alto impacto de sobre este, y además, entre los daños por su resultante degradación, se encuentra claramente la relación con la contaminación del agua. Así pues, si se hace algo desde ahora y en los siguientes años, es posible acabar con el deterioro de los suelos y evitar la desertificación, mantener los ecosistemas y que a un futuro las tierras sigan siendo funcionales, el ser humano depende directamente del equilibrio de la naturaleza para prosperar como especie.

Entre las soluciones encontradas, el modelo de producción silvopastoril intensivo resulta ser el más viable por su eficiencia y sostenibilidad, no solo da lugar a la disminución, sino también a la eliminación de muchos costos obligatorios en el modelo extensivo, y con respecto al impacto medio ambiental se registra uno mucho más bajo que el que incide el modelo de producción extensiva. Es una solución integrada que no solo trata la mayoría de problemáticas ambientales encontradas en el anterior modelo, sino que también es rentable económicamente para productores tanto por la baja en costos como por la accesibilidad a más personas al requerir menos espacio.

6. Bibliografía

Beltrán, F. y Piñeros, M., (2013). Sector agropecuario colombiano: su realidad económica y perspectiva. Recuperado de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/4629/BeltranJorge2013.pdf?sequence=1>

Fernández, E., y Enriquez., M., (2010). Metodologías para la evaluación y mejora de los sistemas ganaderos: análisis comparado y posibilidades de aplicación en el sector de los pequeños rumiantes de Andalucía. Recuperado de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/20_10_02_Trabajo_Fin_de_Master.pdf

Gallo, W. y Sanabria, A., (2019). Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia.

Gerber, P., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., y Tempio, G., (2013). Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. (Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*.

Gómez, J., y Rodríguez, M., (2020). Comparación de Rentabilidad entre Modelos de Ganadería Extensiva y Modelos Silvopastoriles Intensivos. Recuperado de <https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/3272>

IDEAM, (2019). *Estudio Nacional del Agua (ENA) 2018*. Ministerio de Ambiente. Bogotá D.C. Recuperado de <https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/Estudio-Nacional-del-Agua-2018.pdf>

Matthews, C., (2006). Livestock a major threat to environment. Remedies urgently needed. *FAO Newsroom*. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/Newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>, verificado el 6/1/2016.

Mora, M., Ríos, L. P., Ríos, L. R. y Almario, J., (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. Recuperado de <https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Panorama sobre el uso y ocupación actual de las tierras en Colombia. Recuperado de cedins.org/.../29-panorama-sobre-el-uso-y-ocupacion-actual-de-las-tierra.

Murgueitio, E., (15 de octubre de 2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Recuperado de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm>

Murgueitio, E., (2006) Reconversión Ambiental y Social de la Ganadería Bovina en Colombia. Fundación cipav.

Pérez, R., (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del Desarrollo*. Vol.39, no.154. Ciudad de México. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011

Pinos, J., García, J., Peña, L., Rendón, J., González, C., y Tristán, F., (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, vol.46 no.4, Texcoco Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1405-31952012000400004

Rico, G., (17 de enero de 2017). Colombia: la ganadería extensiva está acabando con los bosques. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2017/01/colombia-ganaderia-deforestacion/>

Ruvival Team, (25 de Julio de 2019). Ganadería. Recuperado de <https://www.ruvival.de/es/ganaderia/>

Steinfeld, H., (2006). Livestock's long shadow. Environmental issues and options. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Roma.