

# VOLUMEN DE GEI Y EUTROFIZACIÓN DEL RÍO EL PALMAR ORIGINADO POR LA ACTIVIDAD PECUARIA EN UBAQUE CUNDINAMARCA 2016 - 2019

## Volume of GHGs and eutrophication of the river el Palmar originated by the livestock production in Ubaque Cundinamarca 2016 - 2019

Johann Camilo Moreno Zamudio<sup>1</sup> & Gloria Yaneth Flórez Yepes<sup>2</sup>

### Resumen

La producción pecuaria es una de las principales actividades responsables de la problemática ambiental que enfrentamos hoy en día a nivel mundial. En el municipio de Ubaque Cundinamarca, el cual forma parte del páramo de Sumapaz, esta actividad económica representa una fuente importante de ingresos. Este estudio expondrá el resultado de encuestas efectuadas a los productores de la región, develando la manipulación dada al estiércol de los animales, presentará el volumen de gases efecto invernadero mediante ecuaciones matemáticas para definir las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente y sus alteraciones al ecosistema sin un previo análisis de laboratorio tomando como base el Censo Pecuario Municipal desarrollado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en el año 2016 y finalmente, demostrará la alteración fisicoquímica del río El Palmar ubicado en la región evidenciando una marcada eutrofización del recurso hídrico la cual promueve un florecimiento de algas que afectan negativamente el funcionamiento del ecosistema.

**Palabras Claves:** Impacto Ambiental, Producción agropecuaria, Propiedades fisicoquímicas, Sostenibilidad.

- 
1. Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia, Candidato a Máster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales. COP 170001, <https://orcid.org/0000-0002-1096-6402>, Correo: [johanncamilo@yahoo.es](mailto:johanncamilo@yahoo.es), Encargado
  2. Profesor Universidad de Manizales, Magíster y PhD en Desarrollo sostenible. <https://orcid.org/0000-0003-4185-0178>, Correo [gflorez@umanizales.edu.co](mailto:gflorez@umanizales.edu.co)

## Summary

Livestock production is one of the main activities responsible for the environmental problems that we face today worldwide. In the municipality of Ubaque Cundinamarca, which is part of the Sumapaz paramo, this economic activity represents an important source of income. This study will present the results of surveys made to producers in the region, revealing the manipulation given to animal manure, present the volume of greenhouse gases by means of mathematical equations to define the tons of CO<sub>2</sub> equivalent and its alterations to the ecosystem without a prior of laboratory based on the Municipal Livestock Census developed by the Colombian Agricultural Institute ICA in 2016 and finally, will demonstrate the physicochemical alteration of the El Palmar river located in the region evidencing a marked eutrophication of the water resource which promotes a flowering of algae that negatively affect the functioning of the ecosystem.

**Key Words:** Environmental Impact, Agricultural Production, Physicochemical Properties, Sustainability.

- 
1. Zootechnist. National University of Colombia, Candidate for a Master's Degree in Sustainable Development and the Environment, University of Manizales. COP 170001, <https://orcid.org/0000-0002-1096-6402>, e-mail: johanncamilo@yahoo.es, Manager.
  2. Teacher of University of Manizales, Magíster y PhD en Degree in Sustainable. <https://orcid.org/0000-0003-4185-0178> , e-mail: gflorez@umanizales.edu.co

## **Introducción**

En la actualidad, el planeta se enfrenta a una serie de problemáticas ocasionadas por el acumulo de Gases Efecto Invernadero que absorben de manera eficaz la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por las nubes y por la propia atmósfera debido a los mismos gases. La atmósfera emite radiación en todas direcciones, incluida la descendente hacia la superficie de la Tierra. De este modo, los gases de efecto invernadero atrapan el calor en el sistema superficie-tropósfera. A esto se le llama efecto de invernadero natural, la radiación atmosférica se encuentra muy ligada a la temperatura del nivel al cual se emite. En la tropósfera, en general, la temperatura decrece con la altitud. De hecho la radiación infrarroja que se emite hacia el espacio se origina a una altitud cuya temperatura es, de media,  $-19^{\circ}\text{C}$  en equilibrio con la radiación solar entrante neta, mientras que la superficie de la Tierra se mantiene a una temperatura media mucho mayor en torno a los  $+14^{\circ}\text{C}$ . Un aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero lleva a una mayor opacidad de la atmósfera y, por lo tanto, a una radiación efectiva hacia el espacio desde una mayor altitud y a una menor temperatura. Esto genera un forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado por un aumento en la temperatura del sistema superficie-tropósfera. Este es el efecto de invernadero acusado (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM 2014).

La producción pecuaria contribuye considerablemente con las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la atmósfera los cuales han venido incrementándose a partir de la revolución industrial representado año tras año una de las mayores fuentes antropogénicas de las emisiones de estos gases. Se estimó que los gases efecto invernadero de origen antropogénico liberado para el 2016 a la atmosfera alcanza los 320 millones de toneladas/año. Para el 2050, se prevé que la población mundial aumentará y alcanzará casi los 9700 millones de personas y por lo tanto la demanda global de productos pecuarios, particularmente leche y carne bovina, se duplicará; se espera que las producciones futuras tengan en cuenta los efectos ambientales negativos ocasionados por este sector. La agricultura y la vida rural tienen una relación compleja y de doble vía con el cambio climático, puesto que

la agricultura se considera parte del problema y a la vez parte de la solución (FAO, 2009). Según datos oficiales, se estima que el sector ganadero a nivel mundial es responsable del 14,5% de las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), del 37% de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y del 65% de las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). En Colombia por ejemplo, la agricultura se considera como uno de los principales sectores emisores de GEI contribuyendo con el 26% de las emisiones, donde actividades ganaderas como la fermentación entérica de los bovinos y la renovación de cultivos permanentes contribuyen con el 31% y 30%, respectivamente (Naranjo, J.F. 2017).

Los páramos son considerados ecosistemas estratégicos por su alto potencial de almacenamiento y regulación hídrica. En ellos, se genera y nace gran parte de las fuentes de agua que comprende la compleja red hidrológica de una región; prestan servicios ambientales muy importantes para las comunidades rurales y urbanas. La cría de ganado, específicamente vacuno, ha dejado una devastadora y aún no calculada pérdida de las condiciones de páramo, reflejado, especialmente en la capacidad de retención de agua en el suelo que se ve afectada por el pisoteo constante del ganado, compactándolo y quitándole espacio poroso para acumular el agua. La pérdida de agua causa un re-acomodamiento de las unidades estructurales, produciendo modificaciones en los espacios vacíos y el suelo pierde su capacidad de infiltración, dificultando el flujo de agua y la toma de nutrientes de las plantas. El suelo del páramo, por su alto contenido de materia orgánica, es suelto y suave, aspecto que facilita la compactación causada por el peso de los animales. Además, las deyecciones del ganado están relacionadas con un aumento de la concentración de carbono en la capa arable y un aumento en el espesor de la capa orgánica; su mineralización presenta problemas como el exceso de nitrógeno, que afecta las características físico-químicas de los suelos y su capacidad para mantener a los cultivos, sumado los potenciales peligros de contaminación de acuíferos y cursos de agua (Barrantes, V.J, Estupiñán, L.H.; Gómez, J.E.; Limas, L.F. 2009).

Según el Plan de Desarrollo Municipal desarrollado por la Escuela Superior de Administración Pública ESAP publicado en el año 2008, el municipio de Ubaque se encuentra situado en la Región del Oriente de Cundinamarca a 56 Kilómetros de Bogotá y una altitud de 1.867 m.s.n.m. En su aspecto hidrográfico tiene su propia fuente hídrica denominada Río Palmar, que nace en el Páramo de Cruz Verde y muere en el Río Negro. El ecosistema básico de Páramo se encuentra relacionado intrínsecamente con la red hídrica del municipio. Las lagunas existentes enmarcan importancia en la conservación de la biodiversidad y capacidad hidrológica de toda la cuenca. Correspondiendo a temperaturas medias anuales entre 4 y 9 grados centígrados. Con una precipitación de 1.215 mm anual (max 3.250 mm). Ubaque posee gran riqueza en biodiversidad, hay problemas de deforestación en la zona de Páramo gracias a la expansión de la frontera agropecuaria lo cual puede generar impacto para el abastecimiento futuro de agua. La producción pecuaria del Municipio es minifundista, se basa principalmente en la avicultura (pollos y gallina ponedora), existe producción bovina, porcicultura y la piscicultura (Escuela Superior de Administración Pública ESAP, 2008).

El acuerdo de paz con las FARC, la devaluación del peso contra el dólar, la disminución de precios del petróleo, el cambio climático, el crecimiento poblacional y con esta la demanda mundial por alimentos jugarán un papel fundamental en las oportunidades del sector pecuario colombiano para el 2019 posicionándolo como un sector que encabezará la economía nacional e incrementará la capacidad de generar empleo y riqueza para el país. Sin embargo, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos, el deseo de capitalización entre otros factores traen consigo inconvenientes sobre el medio ambiente motivo por el cual debemos gestionar y efectuar cambios en las prácticas productivas contribuyendo con el desarrollo sostenible y con la conservación de nuestro entorno garantizando así la seguridad alimentaria de nuestras generaciones futuras, siendo necesaria la implementación de nuevas prácticas de producción limpia y sostenible por los productores agropecuarios tomando medidas correctivas pertinentes que contribuyan a mitigar dicho impacto. El siguiente estudio

se ha desarrollado con diferentes variables en diferentes periodos de tiempo por lo cual este análisis solo servirá de referencia para un análisis futuro.

## **CONTAMINACIÓN POR NUTRIENTES**

Esta es entendida como el efecto de las altas concentraciones de nutrientes sobre el medio ambiente ocasionando alteraciones en las características fisicoquímicas del recurso. La contaminación por nutrientes está poniendo en peligro nuestro acceso al agua potable en el futuro, debido, en parte, al impacto de los Florecimientos Algales Nocivos (FAN) y a la formación de zonas muertas extensas y persistentes. El agua dulce es esencial para la vida humana y un recurso gravemente amenazado a nivel mundial. Cada vez más lagos, ríos y sistemas estuarinos se han degradado con FAN y zonas muertas debido a un aumento en el uso de fertilizantes químicos, la producción ganadera, y el desarrollo de la acuicultura intensiva. Del mismo modo, las aguas costeras y marinas están siendo afectadas por la proliferación de algas y zonas muertas que limitan la vida marina y destruyen la pesca y la biodiversidad (Aguilar, O.A., García, E., Reyes, T, Thompson, K., 2014). A nivel mundial, el desafío más frecuente al que se enfrenta la calidad del agua es la carga de nutrientes, que según la región se asocia a menudo con la carga de patógenos; la eutrofización se está convirtiendo en un problema ambiental cada vez más grave. Para el caso del estiércol, encontramos un paquete de elementos contaminantes compuesto por elementos de origen tanto orgánico como inorgánico que favorecen la eutrofización del recurso hídrico y con esta los FAN, el desarrollo de microorganismos, la descomposición de materia orgánica, la pérdida de oxígeno, la salinización del recurso, el cambio en el pH, la contaminación con patógenos, antibióticos y hormonas de tipo sintético entre otro tipo de elementos. En estas circunstancias, el control eficaz de la eutrofización requiere la evaluación razonable de los niveles de eutrofización y la identificación de los factores limitantes primarios. Por esta razón, es necesario conocer la calidad y determinar la disponibilidad de los recursos hídricos, ya que contar con estos datos es fundamental para la gestión del recurso. Para lograrlo, es necesario llevar a cabo un monitoreo sistemático, que resulta en series temporales de datos que permitan evaluar

el estado de la calidad del cuerpo acuático y conocer las tendencias de su variación (García, F., Miranda V. 2018). Por otra parte, estudios de USEPA revalida esta información demostrando que las concentraciones de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Componentes orgánicos, Sólidos, Sales, Oligoelementos, Compuestos volátiles, gases de efecto invernadero, patógenos, antimicrobianos, hormonas y otros contaminantes favorecen la turbiedad, sedimentación, eutrofización del recurso hídrico, floración de algas nocivas entre otros reduciendo las concentraciones de oxígeno disuelto ocasionando potencial anoxia y disminución de biodiversidad acuática (Adaptado de USEPA, 2013). Durante más de 30 años, el enriquecimiento de nutrientes, especialmente el fósforo (P) y el nitrógeno (N), elementos que se encuentran muy marcados en las excretas animales se ha considerado como una amenaza importante para la salud de las aguas marinas costeras (Andersen et al., 2004 ). Una vez que un cuerpo de agua se eutrofiza, perderá sus funciones primarias y, posteriormente, influirá en el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad. Sutton et al. (2002) plantearon que si al manipular la alimentación para los animales, las operaciones de producción no se manejan adecuadamente, la descarga de nutrientes, materia orgánica, patógenos y emisión de gases, a través de los desechos puede causar una contaminación significativa de los recursos esenciales para la vida (agua, suelo u aire).

### **Gases efecto invernadero**

El sector ganadero contribuye significativamente al total de emisiones humanas de gases efecto invernadero (GEI). Se estima que las cadenas de producción ganadera en el 2010 produjeron globalmente un total de 8,1 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>-eq (usando los últimos índices de potencial de calentamiento del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático): 298 para N<sub>2</sub>O y 34 para CH<sub>4</sub>). El metano (CH<sub>4</sub>) representa un 50 por ciento del total. El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) muestran porcentajes similares, siendo éstos un 24 y un 26 por ciento, respectivamente (Naranjo, J.F. 2017).

### **Fermentación entérica**

La fermentación entérica es un proceso que tiene lugar en el aparato digestivo de ciertas especies animales. Los microorganismos residentes en el tracto digestivo descomponen mediante procesos de fermentación anaeróbica los carbohidratos de los alimentos ingeridos, transformándolos en moléculas simples y solubles que pueden ser utilizadas por el animal. Uno de los subproductos de esta fermentación anaeróbica es el metano ( $\text{CH}_4$ ) que puede ser exhalado o expulsado por el extremo terminal del tracto digestivo. La cantidad de metano producida y emitida por los animales depende básicamente de la constitución de su aparato digestivo y de su dieta alimentaria (Ministerio para la transición ecológica, 2018).

**Metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ):** El Metano ( $\text{CH}_4$ ) Corresponde al segundo gas de efecto invernadero de importancia debido a que el poder de retención de calor del metano es 21 veces superior al del dióxido de carbono contribuyendo con el calentamiento global y se mantiene por periodos superiores a 100 años. El óxido nitroso es el tercer gas de efecto invernadero con mayor potencial para el calentamiento global. Se encuentra presente en la atmósfera en muy bajas cantidades. Su capacidad de retener calor es 296 veces mayor que la del dióxido de carbono y su tiempo de permanencia en la atmósfera es de aproximadamente 114 años. (Adaptado de Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM, 2014).

**Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ):** La mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  emitido por parte de la actividad ganadera se ha asociado por la perturbación de sumideros, especialmente el suelo debido al cambio en su uso, representando el 7% de las emisiones antropogénicas (Donney's, G,V. 2015) por lo cual no serán evaluados sus volúmenes dentro de este estudio.

El estiércol promueve la producción de emisiones de metano y óxido nitroso. El primero se origina durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica mientras que el segundo es un producto de la reacción del amoníaco con el ácido nítrico contenido

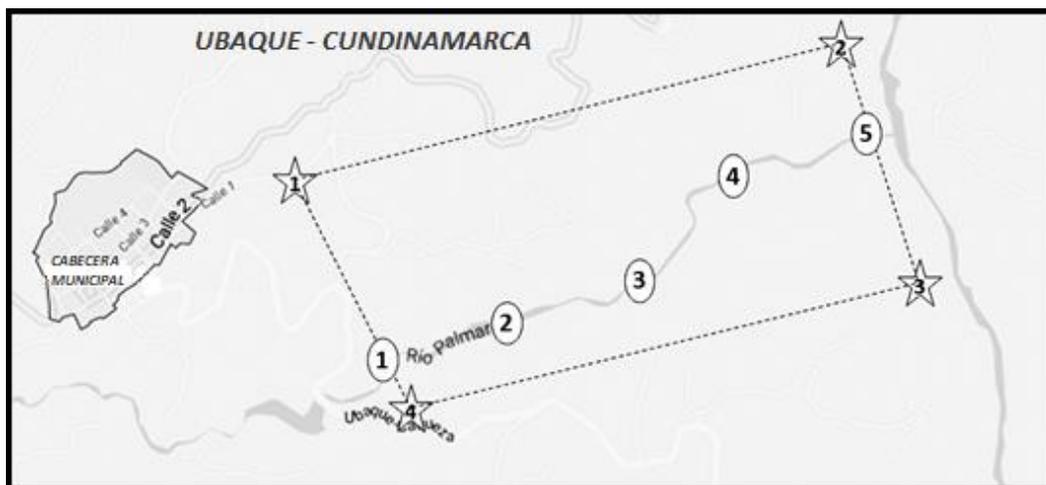
en el estiércol líquido. Los sistemas de gestión del estiércol producen diferentes tipos de emisiones. Las emisiones de metano son más significativas cuando el estiércol es almacenado y tratado bajo técnicas donde esté presente el recurso hídrico (estanques o lagunas). Mientras que los sistemas de almacenamiento y tratamiento en estado sólido tienden a favorecer la emisión de óxido nitroso (Ministerio para la transición ecológica, 2018).

El presente estudio buscó evidenciar en el páramo Sumapaz, localidad estratégica para el Distrito Capital y sus alrededores, por su regulación hídrica y belleza paisajística que las actividades pecuarias afectan las condiciones fisicoquímicas del recurso hídrico y volumen de GEI, trayendo consigo consecuencias negativas para las funciones que desempeñan los ecosistemas de alta montaña. El cálculo de nutrientes contaminantes definidos para esta investigación será por medio de procedimientos realizados en otros países los cuales pueden variar conforme a la realidad local. Debido a esto, se recomienda que los resultados encontrados se tomen solo como referencia para efectos del manejo de recursos en el municipio de Ubaque.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación presenta un método mixto, el cual representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e incluyen la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos ejecutados sobre un polígono designado en la zona rural del municipio de Ubaque (Figura 1) identificado con las coordenadas 1) 4°29'08.2"N 73°55'43.8"W, 2) 4°29'25.9"N 73°54'45.1"W, 3) 4°28'56.0"N 73°54'36.6"W 4) 4°28'43.5"N 73°55'27.0"W

**Figura 1:** Polígono de análisis y Puntos para muestreo del río Palmar



**Fuente:** Google maps y elaboración propia

Sobre este polígono de 1,143 Km<sup>2</sup> se encuentran 640 predios rurales que cuentan con la presencia de aves, bovinos, porcinos, ovinos y otras especies sin ningún tipo de tecnificación a diferencia de 2 grandes productores avícolas que cuentan con prestación de servicios técnicos por parte de las compañías comercializadoras para su producción y no para la mitigación del impacto ambiental alterando con esto las características del recurso hídrico. Dando inicio a la investigación, se consultó el Censo Nacional Agropecuario efectuado en el año 2016 por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA para conocer el inventario pecuario del municipio y sobre este desarrollar ecuaciones matemáticas simples para determinar el nivel de nutrientes contenidos en el estiércol y su pérdida que contribuye con la contaminación del ecosistema; sumado a esto, se determinó el nivel de emisiones de GEI emitidas por la actividad pecuaria. A continuación, sobre el polígono ya definido (Fig. 1), en el cual se encuentran 640 productores pecuarios artesanales, teniendo presente un nivel de confianza del 95% y un error del 5% se determinó un tamaño de muestra de 240 productores para ser encuestados exceptuando a los sistemas de producción avícola intensivos debido a que no permiten el ingreso del personal ajeno a sus instalaciones por normas de bioseguridad y por ausencia de su propietario. Las encuestas realizadas fueron posteriormente sistematizadas bajo el programa Survey Monkey definiendo la

problemática sobre la cual se deberán implementar estrategias de sostenibilidad. Finalmente, se realizó un muestreo al río El Palmar en 5 puntos estratégicos presentados en la Figura 1 demarcados con óvalos para su posterior análisis en el Laboratorio de Aguas y Suelos - Facultad de ciencias agronómicas Universidad Nacional de Colombia 2018 con el objeto de determinar sus características fisicoquímicas y evidenciar el impacto ambiental ocasionado por los sistemas de producción bajo los siguientes métodos de análisis:

**Ph:** Potencial de Hidrógeno Potenciométrico

**Cl- (Cloruros):** Titulación con  $\text{AgNO}_3$  0.0141 N

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Sulfatos):** Cloruro de bario, valoración turbidimétrica

**Ca, Mg, K, Na (Cationes):** Espectrofotometría de Absorción Atómica

**CE (Conductividad eléctrica):** Conductivímetro (lectura a 25°C)

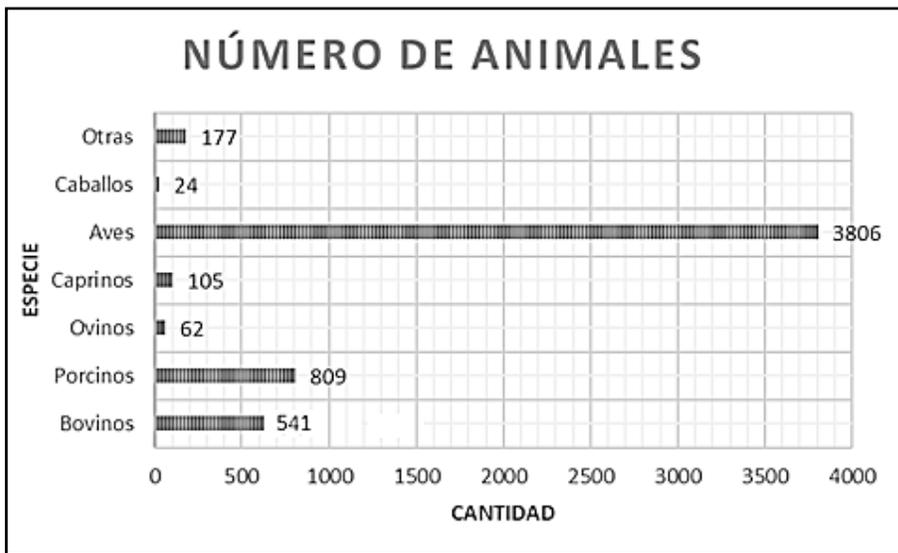
**RAS (relación de adsorción de sodio):** Relación entre el Na y el Ca más Mg (meq/L)

Este procedimiento permitió en la investigación una Triangulación concurrente (DITRIAC) donde de manera simultánea se recolectaron y analizaron los datos para la interpretación y discusión.

## **MANIPULACIÓN DEL ESTIÉRCOL**

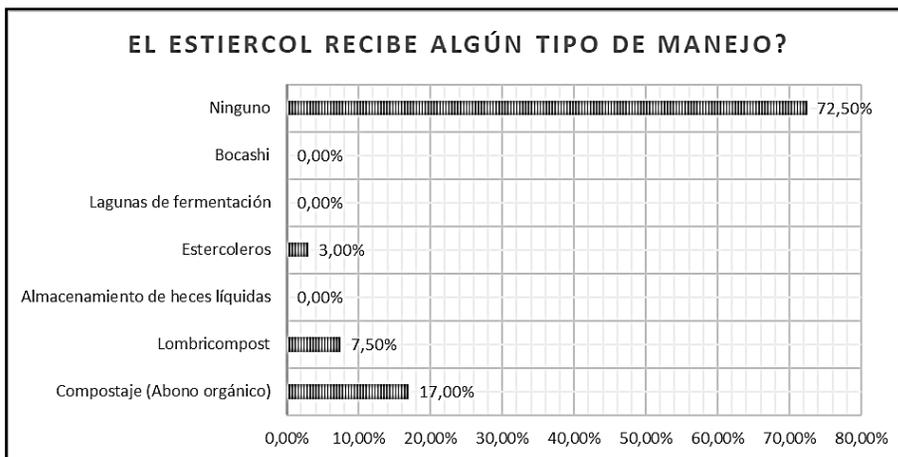
Dentro del polígono trazado en el municipio de Ubaque se realizaron 240 encuestas realizadas a los productores donde se encontraron los siguientes resultados:

**Figura 2:** Especies en el municipio de Ubaque y número de animales



**Fuente:** Moreno, J.C. Encuesta a productores pecuarios municipio de Ubaque, 2018

**Figura 3:** Manejo implementado al estiércol



**Fuente:** Moreno, J.C. Encuesta a productores pecuarios municipio de Ubaque, 2018

De acuerdo a las encuestas aplicadas a los productores pecuarios, se evidenció que dentro de los 240 predios encuestados, la especie avícola es la especie más trabajada con un total de 3806 aves (Fig. 3). Cabe destacar que esta especie influye significativamente en la producción de óxido nitroso ( $N_2O$ ) (Tabla 4), el cual es un gas efecto invernadero (GEI) 298 veces más potente que el  $CO_2$  sobre las cuales es

indispensable tomar medidas en pro de mitigar el impacto ambiental negativo sobre el ecosistema. Con las otras especies (bovinos, porcinos, etc.) es bien sabido que generan un impacto elevado en la producción de GEI (Metano (CH<sub>4</sub>) y Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y se han dado a conocer estrategias de mitigación sobre las cuales es necesario que las entidades gubernamentales realicen controles periódicos contribuyendo con la mitigación del impacto. Sumado a esto, la figura 3 evidencia que el 72,5% de los productores encuestados no efectúan ningún manejo sobre las excretas en pro de mitigar el impacto ambiental negativo siendo otro factor clave a tratar en el desarrollo de las políticas agropecuarias y en el control de las entidades gubernamentales competentes contribuyendo con la sostenibilidad del ecosistema.

### **Consideraciones preliminares para el cálculo de nutrientes contenidos en el estiércol**

En base al documento “El Estiércol Y Las Prácticas Agrícolas Respetuosas Con El Medio Ambiente” desarrollado por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario, L. Iglesias M., España 1994 (Iglesias, L. 1995), presenta una metodología donde se convierte cada especie animal en su equivalente de Unidades Ganado Mayor (UGM) para determinar el volumen de nutrientes (N,P,K) contenidos en el estiércol generado por la producción pecuaria. Estas unidades son empleadas en estadística pecuaria española con el propósito de realizar análisis globales y comparativos de las explotaciones productivas. Una UGM se fija como una vaca adulta de 550 kg. de peso vivo con una producción de 4.000 litros de leche por año, esta con un 4 % de grasa, una eficiencia de uso del 60% para el nitrógeno y del 100% para el fósforo y potasio. Para estimar los volúmenes de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) contenidos por el estiércol de ganado, la presente metodología tomará en cuenta diversos factores que inciden sobre la cantidad de estiércol producida y sobre su contenido de nutrientes. Dentro de estas podremos resaltar:

**Especie:** dentro de esta difiere tanto el volumen de estiércol como en la concentración de nutrientes.

**Alimentación:** La dieta a suministrar depende tanto del tipo de ganado como de su propósito productivo. Estos factores hacen que varíe la cantidad de estiércol producida y su contenido de nutrientes (Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)).

**Características Ambientales:** Se deben considerar factores como el suministro de agua ya sea lluvia o de limpieza, compactación y desperdicios.

**Periodo y condiciones de almacenamiento:** El almacenamiento es primordial para evitar las pérdidas de nutrientes.

Sumado a lo anterior, el estiércol puede sufrir pérdidas en el contenido de nutrientes desde su producción hasta su aprovechamiento. Estas pérdidas se clasifican en:

**Pérdidas Gaseosas:** Contiene elementos volátiles que requieren de un correcto almacenamiento. De no ser así, genera pérdidas cercanas al 10% de Nitrógeno (Iglesias, L. 1995).

**Pérdidas por lixiviación:** Al almacenar el estiércol en espacios sin protección a la lluvia, el agua puede lixiviar sus elementos constituyentes. Por esta vía se pierde un promedio del 20% en nitrógeno, 5% de fósforo y por encima de un 35% de potasio (Iglesias, L. 1995).

**Pérdidas por filtración:** Estas pérdidas ocurren cuando los líquidos del interior de la pila de estiércol traspasan al suelo (Iglesias, L. 1995).

Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente, no es fácil determinar el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio que se aprovecha en un terreno al esparcir el estiércol. Para dar solución a esto, la Unión Europea estableció algunos valores estándar y se propuso reemplazar el contenido de los diferentes nutrientes de las diferentes especies a Unidades de Ganado Mayor (UGM.) en la cual una UGM produce un total de 90 Kg de nitrógeno (N), 18 Kg. De Fósforo (P) y 83 Kg de Potasio (K) contenidos en su estiércol al año. Tomando estos valores como standard, es posible determinar la producción de los diferentes nutrientes equivalentes para el estiércol de las diferentes especies, expresadas en equivalentes a Unidades de Ganado Mayor representado en la tabla 1 (Iglesias, L. 1994).

**Tabla 1:** Equivalencia de nutrientes de las diferentes especies animales a U.G.M.

<b>Grupo de animales</b>		<b>Equivalentes a U. G. M.</b>		
<b>Especie</b>	<b>Edad</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fósforo</b>	<b>Potasio</b>
<b>Bovinos</b>	≤ 1 año	0,3	0,3	0,3
	1 -2 años	0,6	0,6	0,6
	≥ 2 años	1	1	1
<b>Porcinos</b>	≤ 60 días	0,0532	0,0728	0,02
	≥ 60 días	0,2447	0,3349	0,092
<b>Aves</b>	Postura	0,909	1,8363	0,4
<b>(U.G.M. por 100 aves)</b>	Engorde	0,4546	0,9183	0,2
<b>Ovinos – Caprinos</b>		0,15	0,13	0,13
<b>Equinos</b>		0,9173	0,7	0,885

**Fuente:** Adaptado de Iglesias, L. 1994.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Cálculo en la producción de nutrientes contenidos en el estiércol**

Tomando como base el censo pecuario determinado por el Instituto Colombiano Agropecuario “ICA” para el municipio de Ubaque en el año 2016, se determinó el volumen de nutrientes consignados en el suelo producto del estiércol de las diferentes especies pecuarias en la tabla número 2:

**Tabla 2:** Total de nutrientes depositados en los suelos del municipio de Ubaque Cundinamarca

<b>Especie</b>	<b>Edad</b>	<b>Número</b>	<b>Total Nitrógeno N (Kg)</b>	<b>Total Fósforo P (Kg)</b>	<b>Total Potasio K (Kg)</b>
<b>Bovinos</b>	<b>≤ 1 año</b>	1.091	29.457	5.891	27.166
	<b>1 -2 años</b>	1.583	58.914	11.783	54.332
	<b>≥ 2 años</b>	1.265	98.190	19.638	90.553
<b>Porcinos</b>	<b>≤ 60 días</b>	3.208	15.360	4.204	5.325
	<b>≥ 60 días</b>	7.460	164.292	44.970	56.965
<b>Aves (U.G.M.) por 100 aves)</b>	<b>Postura</b>	435.000	355.874	145.873	144.420
	<b>Engorde</b>	150.000	61.371	24.794	24.900
<b>Ovinos – Caprinos</b>		720	9.720	1.685	7.769
<b>Equinos</b>		483	39.875	6.086	35.479
		<b>Total (Kg)</b>	<b>833.053</b>	<b>264.924</b>	<b>446.909</b>
		<b>Total (Ton)</b>	<b>833</b>	<b>265</b>	<b>447</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a Iglesias L. 1994.

### **Cálculo de la pérdida de nutrientes que contaminan el recurso hídrico**

Según indica Iglesias L. en el boletín del ministerio de ganadería español: El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente en el año de 1994, hay una pérdida de nutrientes a causa de la volatilización escorrentía y lixiviación. Para el caso del nitrógeno (N), las pérdidas por volatilización alcanzan un 10%, por escorrentía 20% y por lixiviación un 3%. Para este proyecto de investigación se determinaron

833 toneladas de nitrógeno (N) depositado en el suelo (Tabla 2), tomando ese valor como referencia, las pérdidas para el nitrógeno fueron de 316,54 toneladas de Nitrógeno de las cuales 233,24 serán depositadas en los afluentes del municipio a causa de la escorrentía y lixiviación. Para el caso del Fósforo (P), solo existen pérdidas del 5% por escorrentía, tomando como referencia las 265 toneladas que fueron depositadas en el suelo en el estiércol las pérdidas alcanzaron un volumen de 13,25 toneladas que también terminarán en las aguas superficiales del municipio. Finalmente para el caso del potasio (K), solo habrá pérdidas del 35% a causa de la escorrentía. Tomando como referencia las 447 toneladas depositadas en el suelo en el estiércol, las pérdidas alcanzaron un total de 156,45 toneladas a causa de escorrentía que resultarán en los afluentes del municipio.

Es necesario señalar que las pérdidas anteriormente descritas corresponden a valores estimados según referencia. Para obtener volúmenes más precisos de nutrientes que se descargan al medio ambiente principalmente al recurso hídrico es necesario considerar variables como precipitación, temperatura, capacidad de retención de los mismos entre otras las cuales no hacen parte de la presente investigación ya que con esta se determinará un volumen de contaminación y su impacto sobre el ecosistema.

## **CONTAMINACIÓN POR GASES EFECTO INVERNADERO**

Para determinar el volumen de gases efecto invernadero generados por la producción pecuaria en el municipio de Ubaque Cundinamarca, en este estudio se analizaron las emisiones de metano y de óxido nitroso producto del metabolismo animal y del proceso de descomposición del estiércol.

### **Cálculo en la producción de metano**

Según Bonilla J.A. y Clemente L.F. (2012), la producción de metano (CH<sub>4</sub>) por los rumiantes proviene naturalmente del proceso digestivo en estos. Sin embargo, genera pérdidas energéticas y contribuye con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que ha aumentado el número de investigaciones a fin de reducir la

metanogénesis ruminal. Esta última está influenciada por varios factores, entre los que destacan: consumo de alimento, composición y digestibilidad de la dieta y procesamiento previo del alimento. Para este estudio, La metodología aplicada para determinar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) producto de la fermentación entérica, es la metodología presentada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático (IPCC). Las variables aplicadas en la fermentación entérica de ganado bovino son promedios ponderados de los animales correspondientes de cada estrato del ható definido por función, forma de producción y edad (Ramírez Hernández, I. F. 2011) presentados en la tabla 3.

**Tabla 3:** Estimación de niveles de Metano (CH<sub>4</sub>) para el municipio de Ubaque según referencia

<b>Especie</b>	<b>Edad</b>	<b>Número animales</b>	<b>Fermentación entérica Kg/cabeza/año</b>	<b>Total emisiones producto fermentación entérica (Ton/Año)</b>	<b>Manejo de excretas Kg/cabeza/año</b>	<b>Total emisiones producto del manejo de excretas (Ton/Año)</b>	<b>Total emisiones (Ton/Año)</b>
<b>Bovinos</b>	≤ 1 año	1.091	47.409	51,723	0,694	0,757	52,5
	1 -2	1.583	47.409	75,048	1	1,583	76,6
	≥ 2 Años	1.265	104.353	132,01	1	1,265	133,3
<b>Porcinos</b>	≤ 60 días	3.208	1	3,208	0,694	2,226	5,4
	≥ 60 días	7.460	1	7,460	0,694	5,177	12,6
<b>Ovinos - Caprinos</b>		720	5	3,6	0,14	0,1	3,7
<b>Equinos</b>		483	18	8,69	1,803	0,870	9,5

	<b>Total</b>	<b>281,739</b>	<b>11,978</b>	<b>294,1</b>
	<b>(Ton/Año)</b>			

**Fuente:** Elaboración propia en base a Ramírez Hernández, I. F. 2011.

Dentro de este análisis no se tienen presentes las emisiones provenientes de aves de producción (gallinas y pollos de engorde) debido a que sus emisiones no son representativas comparadas con las provenientes de las especies de producción señaladas en este apartado.

### **Cálculo en la producción de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)**

**Tabla 4:** Estimación de niveles de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) para el municipio de Ubaque según referencia

<b>Especie</b>	<b>Edad</b>	<b>Número</b>	<b>Total Nitrógeno N (Kg)</b>	<b>Factor razonable de Emisión</b>	<b>Total N<sub>2</sub>O (Kg)</b>
<b>Bovinos</b>	<b>≤ 1 año</b>	1.091	29.457	0,02	589,14
	<b>1 -2 años</b>	1.583	58.914	0,02	1178,28
	<b>≥ 2 años</b>	1.265	98.190	0,02	1963,8
<b>Porcinos</b>	<b>≤ 60 días</b>	3.208	15.360	0,02	307,2
	<b>≥ 60 días</b>	7.460	164.292	0,02	3285,84
<b>Aves (U.G.M. por 100 aves)</b>	<b>Postura</b>	435.000	355.874	0,02	7117,48
	<b>Engorde</b>	150.000	61.371	0,02	1227,42
<b>Ovinos – Caprinos</b>		720	9.720	0,02	194,4
<b>Equinos</b>		483	39.875	0,02	797,5
		<b>Total</b>			<b>16661,06</b>
			<b>(Kg)</b>		

	<b>Total (Ton)</b>	<b>16,661</b>
--	------------------------	---------------

**Fuente:** Elaboración propia en base a Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2009).

Para este cálculo si fue necesario tener presente a las aves puesto que sus excretas representan un elevado contenido de nitrógeno lo que hace pertinente que se tengan presente para estos estudios.

### **Total de CO<sub>2</sub> equivalente**

Tomando como base los volúmenes de Metano (CH<sub>4</sub>) determinados en la tabla 3, los volúmenes de Óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) determinados en la tabla 4 y tomando como referencia las equivalencias de CO<sub>2</sub> definidas por el IDEAM en el Inventario Nacional de Gases efecto invernadero (Cancillería, DNP, IDEAM, MADS, PNUD, 2015), es posible definir que para las 294,1 toneladas de Metano (CH<sub>4</sub>) multiplicándola por su equivalente en CO<sub>2</sub> de 21, el CO<sub>2</sub> equivalente por el metano producido da un total de 6176,1 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. Para el caso del N<sub>2</sub>O, fueron producidas 16,661 toneladas, haciendo su equivalencia a CO<sub>2</sub> multiplicándolo por su equivalente de 310, dará un total de 5164,91 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Sumando estas dos cifras es posible afirmar que la producción pecuaria en el municipio produjo 11341 toneladas acorde al inventario pecuario presentado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en el año 2016.

## EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL RÍO PALMAR.

**Tabla 5:** Evaluación de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del Río Palmar

Muestreo Coordenadas	pH	CE dS/m	Ca	Mg	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	RAS (meq/L) <sup>-1/2</sup>	Clasificación
<b>Muestra 1</b> 4°28'45.4"N 73°55'36.0"W	6,16	0,08	9,82	1,57	2,10	2,62	48,2	0,16	<b>C1-S1</b>
<b>Muestra 2</b> 4°28'53.4"N 73°55'20.3"W	7,96	1,13	223	31,5	32,3	53,6	317	0,54	<b>C3-S1</b>
<b>Muestra 3</b> 4°28'56.9"N 73°55'06.2"W	7,82	0,29	54,2	6,96	4,47	5,58	181	0,15	<b>C2-S1</b>
<b>Muestra 4</b> 4°29'08.2"N 73°54'58.2"W	6,90	0,12	15,9	2,52	1,75	2,18	119	0,11	<b>C1-S1</b>
<b>Muestra 5</b> 4°29'12.7"N 73°54'41.3"W	6,80	0,11	15,3	2,45	1,67	1,40	137	0,10	<b>C1-S1</b>

**Fuente:** Laboratorio de Aguas y Suelos Facultad de ciencias agronómicas Universidad Nacional de Colombia 2018.

**Tabla 6:** Clasificación de aguas

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>C1</b>	Agua de salinidad baja
<b>C2</b>	Agua de salinidad media
<b>C3</b>	Agua de salinidad alta
<b>C4</b>	Agua de salinidad muy alta
<b>S1</b>	Agua con nivel de sodio bajo
<b>S2</b>	Agua con nivel de sodio medio
<b>S3</b>	Agua con nivel de sodio alto
<b>S4</b>	Agua con nivel de sodio muy alto

**Fuente:** Laboratorio de Aguas y Suelos Facultad de ciencias agronómicas Universidad Nacional de Colombia 2018.

## DISCUSIÓN

Es posible evidenciar que en la producción agropecuaria desde las especies más pequeñas inciden significativamente en la producción de GEI por lo cuál no debe centrarse solo en los impactos ambientales ocasionados por la producción ganadera. Por otra parte, según lo declarado por el Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales de la Escuela Universitaria Politécnica - Universidad de Sevilla, en el recurso hídrico (Escuela Universitaria Politécnica Universidad de Sevilla, grupo de tratamiento de aguas residuales AMBIENTUM 2018), la contaminación originada por la actividad humana o animal en aguas residuales principalmente, así como el lavado de los terrenos en los que se producen fermentaciones en que las bacterias producen degradaciones diversas, hace que se produzca la impotabilidad de las mismas al introducirse en ellas microbios patógenos.

Con el análisis de laboratorio al río El Palmar presentado en la Tabla No. 4, es posible evidenciar que las muestras 2 y 3, sector en el cual se encuentra un mayor número de sistemas de producción pecuario hay una marcada alteración fisicoquímica y eutrofización del recurso hídrico presentando incremento en las concentraciones de Ca, Mg, Na, Cl, SO<sub>4</sub>, ocasionada por vertimientos y un manejo inadecuado de sus residuos alterando su dureza (concentración de compuestos minerales), lo cual favorece un florecimiento de algas responsables de diferentes impactos asociados a su crecimiento descontrolado que pueden causar la muerte de peces y afectar negativamente el funcionamiento del ecosistema. Una amplia variedad de especies de algas pueden formar florecimientos que, al morir, pueden desoxigenar el agua y matar organismos que viven en el fondo y que no pueden moverse para evitar los bajos niveles de oxígeno. Muchas de las algas verde azules (más propiamente conocidas como cianobacterias) pueden producir una variedad de toxinas que llegan a dañar a los seres humanos a través de la exposición recreativa o del agua potable. Estas cianotoxinas también pueden dañar a otras vidas acuáticas. Además de las toxinas antes detalladas, que son importantes en relación con el suministro de agua potable, hay otras toxinas que pueden acumularse en peces. A medida que las algas en un

floreCIMIENTO mueren y se descomponen, el oxígeno se agota rápidamente (debido a la estimulación de la actividad microbiana y al uso de oxígeno durante la descomposición). El oxígeno no se repone con la suficiente rapidez desde la atmósfera, ni por la advección de aguas más oxigenadas de áreas adyacentes (particularmente si el agua está muy estratificada, es decir, separada en capas a causa de la temperatura y/o diferencias de salinidad y no puede mezclarse). Cuando el oxígeno del agua se agota, muy pocas especies distintas a los microbios pueden sobrevivir en ella. Por lo tanto, se convierte en una «zona muerta», carente de mayor vida; estas áreas también se conocen como zonas de hipoxia (bajo nivel de oxígeno), anoxia (sin oxígeno) o Zonas de Mínimo Oxígeno (ZMO) (Aguilar, O.A., García, E., Reyes, T, Thompson, K., 2014).

En Colombia, la Resolución número 2115, de 22 Junio del 2007 declarada por el Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano; artículo 7º.- características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana. Cuadro N°. 4 se establece una concentración máxima permitida de minerales. Dentro de estos, los límites máximos permitidos se evidencia que en la muestra número 2 estos niveles sobrepasan considerablemente los límites permitidos indicando emergencia sanitaria sobre la cual es necesario tomar medidas inmediatas para mitigar el impacto al ecosistema y salvaguardar la salud de la población.

## CONCLUSIONES

- Como conclusión principal para este estudio podemos corroborar que la actividad pecuaria que se desarrolla en el municipio de Ubaque Cundinamarca, al no contar con algún tipo de tecnificación, verterán sus aguas residuales directamente a los afluentes o a los terrenos de las granjas sin un tratamiento previo convirtiéndose en una verdadera problemática para el ecosistema ya que contienen altas concentraciones de ácido úrico, que posteriormente se convertirá en ácido sulfhídrico y amoníaco los cuales son altamente corrosivos sobre el suelo. Sumado a esto, este amoníaco como gas se oxida y produce dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) (Adaptado de Lon Wo, E. 2003), gas efecto invernadero con alto potencial de retención de calor, producción de malos olores, la proliferación de moscas y la dispersión de los organismos patógenos que pudiesen estar presentes en estas aguas residuales.
- El cálculo de nutrientes contaminantes definidos para esta investigación fueron realizados mediante procedimientos realizados por otros países los cuales pueden diferir de condiciones relacionadas con la realidad local. Debido a esto, se recomienda que estos resultados se tomen solo como referencia para efectos de manejo de los recursos en el municipio de Ubaque.
- En las encuestas realizadas se determinó una baja manipulación del estiércol lo cual lo convierte en un factor clave para la imposición de estrategias por parte de las autoridades competentes que contribuyan con la sostenibilidad de los ecosistemas.
- Tomando como referencia los sistemas de producción de la región se puede concluir que toda actividad intensiva como tradicional genera algún tipo de impacto ambiental, que ninguna empresa es 100% sostenible y que las falencias son el resultado de pequeños detalles no ajustados en los procesos productivos. Por esto, es indispensable llevar a cabo una trazabilidad en los sistemas productivos, dar cumplimiento con las evaluaciones de impacto ambiental mejorando con esto los rendimientos de la organización y

favoreciendo las condiciones del sector productivo en el país.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de Orlando Moreno y Gladys Zamudio por su apoyo en la recolección de la información para agilizando el proceso de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aguilar, O.A., García, E., Reyes, T, Thompson, K.,(2014).** Zonas muertas - Los ecosistemas del mundo amenazados por la contaminación con fertilizantes. Consultado el 15 de septiembre de 2018, de <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/Docs/2016/comida-sana/zonas-muertas.pdf>

**Andersen J., Conley D., Hedal S.** Palaeoecology, reference conditions and classification of ecological status: The EU Water Framework Directive in practice. Department of Marine Ecology. 2004.

**Barrantes, V., Estupiñán, L., Gómez, J., Limas, L. (2009).** Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo El Granizo, (Cundinamarca - Colombia). Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica, 12 (2), 79 – 89, Consultado el 10 de septiembre de 2018 de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/694/700>

**Bonilla, J. y Lemus, C. (2012).** Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 3 (2), 1. Consultado el 5 de agosto de 2017, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3n2/v3n2a6.pdf>

**Cancillería, DNP, IDEAM, MADS, PNUD, (2015).** Inventario nacional de gases efecto invernadero (GEI) de Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. Cancillería, DNP, FMAM, IDEAM, MADS, PNUD. Bogotá, Colombia. Consultado el 04 de Junio de 2018, de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla\\_INGEI.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla_INGEI.pdf)

**Donney's, G. (2015).** “Evaluación de las emisiones entéricas de metano en las vacas lecheras bajo trópico alto con la inclusión del botón de oro *Tithonia diversifolia*”. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de

Producción Animal, 1 (1), 10. Consultado el 18 de septiembre de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/56288/1/1130639425.2017.pdf>

**Escuela Superior de Administración Pública ESAP (2008).** Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011 "Nuestro Compromiso es Ubaque". Consultado el 12 de agosto de 2017, de <http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/plan%20de%20desarrollo%20ubaque%20-cundinamarca%20-%202008%20-%202011.pdf>

**Escuela Universitaria Politécnica Universidad de Sevilla, grupo de tratamiento de aguas residuales AMBIENTUM (2018).** El nitrógeno y sus compuestos. Consultado el 6 de septiembre de 2018, de [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/consideraciones\\_d\\_el\\_nitrogeno\\_sus\\_compuestos.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/consideraciones_d_el_nitrogeno_sus_compuestos.asp)

**García, F., Miranda, V. (2018).** Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Consultado el 20 de octubre de 2018, de [http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2\\_Parte1\\_Eje3\\_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf)

**Iglesias, L. (1995).** El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Consultado el 22 de octubre de 2017, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_01.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf)

**Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM (2014),** Cambio Climático. Consultado el 20 de agosto de 2018, de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

**Instituto Colombiano agropecuario ICA. (2016).** Censo Pecuario Nacional. Consultado el 25 de octubre de 2017, de <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>

**Jaanse, J. It. & P. J. I". M. Van Puljenbroek (1998).** Effects of eutrophication in drainage ditches. *Environmental Pollution* 102: 547-552.

**Laboratorio de Aguas y Suelos Facultad de ciencias agronómicas** Universidad Nacional de Colombia 2018.

**Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007).** Resolución número 2115 de 2007. Consultado el 19 de agosto de 2018, de [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislación\\_del\\_agua/Resolución\\_2115.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislación_del_agua/Resolución_2115.pdf)

**Ministerio para la transición ecológica - sistema español de inventario de emisiones (2018).** Metodologías de estimación de emisiones - Fermentación entérica en ovino. Consultado el 12 de septiembre de 2018, de

[https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-1004xx-ferment-enterica-ovino\\_tcm30-468244.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-1004xx-ferment-enterica-ovino_tcm30-468244.pdf)

**Moreno, J.C.** Encuesta a productores pecuarios municipio de Ubaque, Sistematizada en SurveyMonkey, <http://www.surveymonkey.com>, (Consultado el 2 de Junio de 2018)

**Naranjo, J. (2017)**, Producción de alimentos de origen animal y cambio climático, Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 12 (1), 1. Consultado el 8 de septiembre de 2018, de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4236/2728>

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2009)**, La larga sombra del ganado versión en español. Consultado el 18 de octubre de 2017 de <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

**Ramírez, I. (2011)**. Tesis doctoral Emisiones de metano generadas por excretas de animales de granja y contenido ruminal de bovino. Doctorado en Ciencias, Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas, Montecillo, texcoco, edo. De México. Consultado el 10 de mayo de 2018, de [file:///C:/Users/User/Desktop/123dok\\_emisiones\\_de\\_metano\\_generadas\\_por\\_excreta\\_s\\_de\\_animales\\_de\\_granja\\_y\\_contenido\\_ruminal\\_de\\_bovino.pdf](file:///C:/Users/User/Desktop/123dok_emisiones_de_metano_generadas_por_excreta_s_de_animales_de_granja_y_contenido_ruminal_de_bovino.pdf)

**Sutton, A., Ong, H., Zulkifli, I., Tec, T. & Liang, J.** 2002. The role of education and technology transfer in livestock waste management. Global perspective in livestock waste management. Proc. Fourth International Livestock Waste Management Symposium and Technology Expo. Penang. Malaysia. Abstracts. (ed-room) Agris 1999-2002/03

**USEPA, (2013)**. Contaminants in Livestock and Poultry Manure and Implications for Water Quality. United States Environmental Protection Agency. USA. pag. 2. Consultado el 8 de mayo de 2018

**Yaneisy, G., Ortiz A. y Lon Wo, E. (2003)**. Efecto de los residuales avícolas en el ambiente, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.