

**DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE EMISIONES POR GESTIÓN DE
ESTIÉRCOL DE LOS SISTEMAS PORCICOLAS EN COLOMBIA Y SU
PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2030 EN EL CONTEXTO DE CONTRIBUCIONES
NACIONALES.**

Autor:

Juan Gabriel Osorio Osuna.
Administrador de Empresas Agropecuarias.

Co- Autor:

Carlos Felipe Torres Triana
Zootecnista

Universidad Militar Nueva Granada

DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE EMISIONES POR GESTIÓN DE ESTIÉRCOL DE LOS SISTEMAS PORCICOLAS EN COLOMBIA Y SU PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2030 EN EL CONTEXTO DE CONTRIBUCIONES NACIONALES.

Autor:

Juan Gabriel Osorio Osuna.

Administrador de Empresas Agropecuarias.

Contratista – IDEAM

Universidad Militar Nueva Granada

Bogotá D.C., Colombia

josorio@ideam.gov.co

Co- Autor:

Carlos Felipe Torres Triana

Zootecnista

Magister Ciencias - Meteorología

Gerente - Clima Soluciones

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá D.C., Colombia

cftorres@climasoluciones.com.co

RESUMEN

Este documento presenta la línea base (1990-2012) de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) emitidas por los sistemas porcícolas del país, específicamente el Óxido Nitroso (N_2O) generado en la gestión del estiércol; y se estima la proyección de GEI en el sector agrícola hasta el año 2030, como una herramienta de toma de decisiones, según los compromisos adquiridos por el país, en la Conferencia de las Partes (COP21), en la reducción del 20% de las emisiones GEI para el año 2030.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, Cambio Climático, Metano, Óxido nitroso.

ABSTRACT

This document presents the baseline (1990-2012) of Greenhouse Gases (GHG) emissions emitted by the country's swine systems. Nitrous Oxide (N₂O) generated in manure management and the GHG projection is estimated in the agricultural sector until the year 2030, as a decision-making tool to analyze accordance with the commitments acquired by Colombia, in the Conference of the Parties (COP21), for the reduction of GHG emissions by 20% by the year 2030.

Keywords: Greenhouse Gases, Climate Change, Nitrous Oxide, Methane

INTRODUCCIÓN

Los gases de efecto invernadero (GEI) están presentes en la atmosfera en pequeñas concentraciones y son los encargados de mantener la temperatura optima del planeta, debido a la capacidad que tienen para absorber y retener calor [1]. Existen dos clases de GEI: los de larga vida y los de corta vida. Los primeros son gases de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) y los Clorofluorocarbonos (CFC), llamados comúnmente como gases directos; los segundos se refieren principalmente al Ozono (O₃). El inventario de GEI sólo calcula los gases directos. [1]

El Óxido Nitroso (N₂O) y el Metano (CH₄) hacen parte del grupo GEI. Su incremento en el último siglo está causando lo que se conoce actualmente como Cambio Climático. [1]

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) tienen características diferentes como su permanencia en la atmosfera, cada uno de ellos dentro de sus características tienen la facultad de poder absorber calor y estos a su vez contribuyen al calentamiento global

conocido como potencial de calentamiento global (PCG) [16]

Los potenciales de calentamiento global para el CH₄, CO₂ y el N₂O son

En la **tabla 1**, se muestra la concentración por partes por millón que se encuentran los gases, el tiempo de vida en años y su potencial de retener o de absorber el calor en la atmosfera.

Tabla 1. Potenciales de Calentamiento Global.

NOMBRE DEL GAS	CONCENTRACIÓN (PPMV) Partes por millón en volumen	PERSISTENCIA EN EL TIEMPO (años)	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO
Dióxido de carbono (CO ₂)	280	variable	1
Metano (CH ₄)	0,7	12	21
Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,27	114	310

PPMV: partícula por millón en Volumen

Fuente: elaboración propia.

Como entidad responsable en el país, El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) viene adelantando la elaboración técnica de los Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero. En el año 2012 presentaron el Inventario Nacional de GEI que está enmarcado dentro del Primer Informe Bienal de

Actualización y la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC).[2]

El panorama de emisiones en Colombia es tan sólo del 0.46% del total de emisiones de GEI en el mundo; mientras que el 50% de las emisiones mundiales de GEI son emitidos por China, Estados Unidos, India, Federación Rusa y Japón. [3] Para poder calcular ese 0.46% de las emisiones que emite Colombia, existe unas metodologías que se dividen en 4 grupos: 1) Energía, 2) Procesos Industriales y uso de productos, 3) Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra y 4) residuos, los cuales involucran los sectores económicos de Minas y Energía, Industria Manufacturera, Transporte, Residencial, Comercial, Agropecuario, Forestal y Saneamiento. [1]

Los mayores sectores emisores de CO₂ que reporta al país son el sector forestal con el 36%, el sector agropecuario 26%, transporte 11%, industria manufacturera 11% y minas y energía: 10%. [1]

El sector agropecuario, como se mencionó anteriormente, es uno de los mayores responsables de las emisiones del país, se debe principalmente a que las emisiones de CO₂ se generan en un 31% por la fermentación entérica (metano) durante la digestión de los rumiantes y mono gástricos [4] y un 30% por la gestión de estiércol en el proceso aeróbico y anaeróbico de la descomposición del estiércol en diferentes sistemas de manejo, corral de engorde, manejo de sólidos, distribución diaria [4] reporta

emisiones de N₂O y CH₄ de manera directa e indirecta.

Colombia en el año 2015, en la Conferencia de las Partes (por sus siglas en inglés - COP 21) en Paris, se comprometió con la reducción de sus emisiones de GEI en un 20% para el año 2030; [2] en el presente documento se presentará una línea base (1990-2012) de las emisiones de GEI emitidos por los sistemas porcícolas del país, específicamente el Óxido Nitroso generado en la gestión del estiércol. Además se estimará la proyección de GEI hasta el año 2030 como una herramienta de toma de decisiones, según los compromisos adquiridos por el país de reducir las emisiones GEI para el año 2030.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

La línea base de las emisiones de GEI por la gestión del manejo del estiércol de la población porcícola de Colombia, se obtiene en la publicación del Primer Informe Bienal (IBA) de IDEAM en el año 2015; la cual estima emisiones netas de 178.258 Giga toneladas de CO₂ equivalente (Gg de CO₂ eq).

Los inventarios nacionales se desarrollaron mediante las directrices propuesta por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 2006, donde orienta sobre los métodos y las ecuaciones para la estimación de las emisiones de Metano (CH₄) a partir de la fermentación entérica en el ganado y Óxido Nitroso (N₂O) de la gestión del estiércol.

Para poder estimar las emisiones Óxido Nitroso (N₂O); que son producidas por el ganado porcino se requiere tener los datos de las subcategorías de ganado; su población actual anual y para los métodos de nivel superior, la ingesta y la caracterización de los alimentos.

La fórmula matemática para la estimación de (N₂O) es:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \cdot P_{año} \cdot f_{ex}) \cdot FE_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28} \right] \quad (1)$$

Dónde:

N₂O_{D (mm)}= emisiones directas de N₂O de la gestión del estiércol del país, Kg N₂O año⁻¹

N_(T)= cantidad de cabezas de ganado de la especie T del país.

P_{año}= promedio anual de excreción de N por cabezas de especie T en el país, Hg N animal⁻¹año⁻¹

f_{es}= Fracción de las excreciones total anual de nitrógeno de cada especie de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en país, sin dimensión.

FE_{3(S)}= factor de emisión para emisiones directas de N₂O del sistema de gestión del estiércol S en el país, Kg N₂O-N/Kg N en el sistema de gestión del estiércol S

S= sistema de gestión del estiércol

T= especie de ganado.

44/28= convención de emisiones de (N₂O-N) (mm) a emisiones de N₂O (mm) [1]

Se utilizaron los datos de porcinos menores y mayores de seis meses, de las categorías que propone el IPCC en su guía 'Pasturas, corral de engorde, manejo de sólidos, distribución diaria y otros, provenientes de los datos del IBA 2015 del IDEAM 2015, donde se obtuvieron el total de cabezas de ganado porcino (N_(T)) por año. Ya con el total de N_(T) de ganado porcino se estima el total por año, de la emisiones de N₂O, en los diferentes sistemas de gestión de estiércol en porcinos; logrando de esta manera la línea base de emisiones de N₂O para los años 1990 -2012.

En la figura 1, se muestra la línea base (1990-2012) donde se detallan las emisiones por GEI de acuerdo al total de cabezas de ganado porcino N_(T) y las emisiones de N₂O de los diferentes emitidas por los diferentes sistemas de gestión de estiércol.

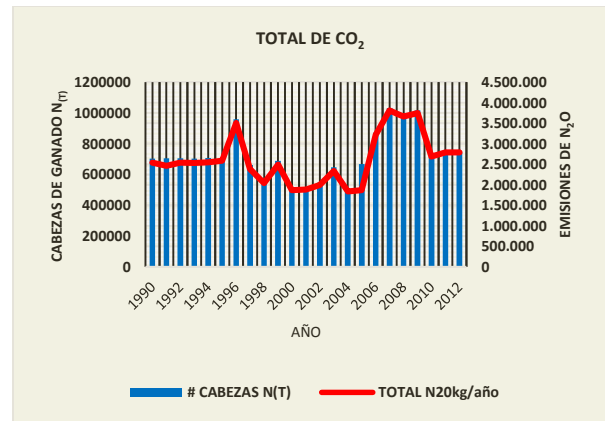


fig. 1. Emisión de N₂O y No. de cabeza de ganado porcino.
Fuente: Elaboración propia.

En Colombia existen dos tipos de explotación de sistemas para la producción de ganado porcícolas: el sistema extensivo (libertad) que se caracteriza por utilizar razas de porcino, con un bajo índice de reproducción, su rendimiento productivo es limitado; y el sistema intensivo (confinamiento) que es una explotación tecnificada en la cual se obtienen mayores rendimientos con razas seleccionadas. [6]

Para definir la proyección de GEI se proyecta primero la población de porcinos que posiblemente se tendrá para cada año comprendido entre los años 2012 al 2030.

Existen varios métodos para la proyección de poblaciones futuras, pero ninguna es cien por ciento precisa, ya que hay un grado de incertidumbre en cualquiera de los métodos que se utilizan. En este proyecto se implementaron dos métodos para hallar la población futura de cabezas de ganado: el método aritmético, que consiste en agregar a la población del último censo, un número o porcentaje igual para cada año que se estimara la población para cada periodo de año a proyectar, [7] y el método geométrico que ayuda a la estimación de población futura, donde la población crece a la misma tasa que para el periodo censal. El segundo método fue el que se utilizó para la proyección de la población porcina en Colombia, considerando que el crecimiento satisface a lo siguiente: [7]

Tasa de crecimiento.

$$r = \left(\frac{Pob_2}{Pob_1} \right)^{1/(año_2 - año_1)} - 1$$

(2)

Donde:

r = Tasa de crecimiento.

Pob₂ = población final.

Pob₁ = población inicial.

Año₂ = año final.

Año₁ = año inicial.

Una vez hallada la tasa de crecimiento se realiza se ejecuta la siguiente ecuación:[7]

$$Pob = Pob_p * (1 + T_c)^{(año_f - año_i)} \quad (3)$$

Donde:

Pob = población proyectada.

Pob_p = población proyectada 1 año.

Tc = Tasa de crecimiento.

Año_f = año final

Año_i = año inicial. :[7]

a) Proyección de N₂O al año 2030.

Con la población de cabezas de ganado porcino presentado en el IBA 2015 del IDEAM, se realiza la proyección a futuro utilizando el método geométrico, el cual brinda una aproximación a la realidad. Se proyecta la población porcina para los años (2013-2030), de acuerdo a los parámetros dados por el IPCC para cada sistema de gestión de estiércol, cada año se estima la posible emisión de N₂O (Óxido Nitroso), de esta forma se obtiene un escenario 'Si todo sigue igual - BAU' (por sus siglas en inglés).

Es decir este escenario consiste en que no se ejerza ningún tipo de medida de mitigación o que el manejo de los sistemas de estiércol sigan funcionando tal cual como están hasta el momento.

Se proyectaron otros dos escenarios posibles, un escenario pesimista que consiste en que no se realicen ningunas medidas de mitigación o de manejo de la gestión de estiércol, como resultado un aumento en las emisiones de N_2O , y un tercer escenario optimista que se proyectan las emisiones de GEI N_2O , en donde se pone en práctica algunas medidas de mitigación como lo son el manejo adecuado de alimentación para la producción ganado en corral y los sistemas de biogestores.

Los sistemas de gestión de estiércol que se entregaron en el estudio y de acuerdo a las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero 2006 capítulo 4 agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra los definen de la siguiente manera:

- *Pasturas: se deja que el estiércol de los animales en pastura o prados permanezca sin gestionarlo. Su factor de emisión directa de N_2O es de 0 Kg N_2O . [5]*
- *Corral de engorde: Una zona de confinación pavimentada o sin cobertura vegetal de la que el estiércol acumulado puede retirarse periódicamente. Su factor de emisión es del 0,02 Kg N_2O . [5]*
- *Distribución diaria: como rutina, el estiércol se saca de*

instalación de confines y se aplica a tierra de cultivos o pasturas dentro las 24 horas de la excreción. El factor de emisión para este sistema es de 0,0 Kg N_2O . [5]

- *Almacenamiento de sólidos: El almacenamiento de estiércol es habitualmente por periodos de varios meses, en pilas o parvas no confinadas. El estiércol puede aplicarse debido a la presencia de una cantidad suficiente de material de cama o a la pérdida de humedad por evaporación con un factor de emisión del 0,02 Kg N_2O . [5]*
- *Cama profunda: A medida que el estiércol se acumula, se agrega constantemente material de campo para absorber la humedad durante un ciclo de producción, posiblemente, de 6 a 12 meses; a este sistema de gestión del estiércol se le conoce también como sistema de gestión de establo como cama y se puede cambiar con engorde de corral o pastura con un factor de 0,01 Kg de N_2O . [5]*

En diciembre de 2015 en la COP 21 de París se comprometió a reducir 20% de sus emisiones de GEI a ese año; por tal motivo esta fecha se selecciona para poder establecer cuál es el aporte de GEI específicamente que el N_2O va aportar para poder lograr esta meta de reducción.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron los cálculos por el método geométrico para el aumento

de población de las cabezas de ganado de porcinos para los años 2013 a 2030, alcanzando a su vez proyecciones en las emisiones de N₂O. Como resultado se obtuvo que para el año 2030 la población aumentará en un 69% con respecto a lo encontrado en el año 2013, lo que indica un aumento de 4.049.541 unidades de cabezas de ganado porcino en Colombia para el año 2030 en Colombia. En la Figura 2 se observa la proyección de población de ganado porcino y como va aumentando año a año desde el año 2013 hasta el 2030

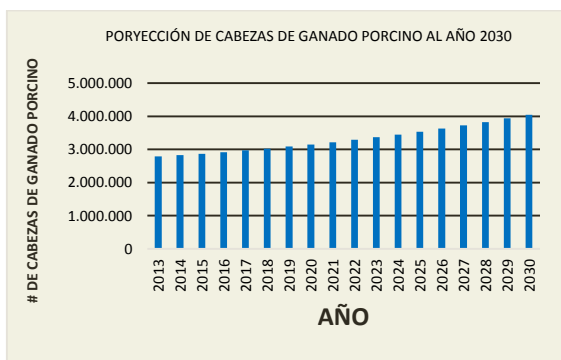


fig. 2. Proyección de cabeza de ganado porcino.

Fuente: elaboración propia.

Después de obtener la proyección de las cabezas de ganado para los años 2013 -2030, se realizan los cálculos para las proyecciones de las emisiones para cada uno de los sistemas de gestión de estiércol, de acuerdo a lo establecido en las guías para inventarios nacionales de gases efecto invernadero 2006. Se realizaron tres escenarios, el BAU, uno pesimista y uno optimista para cada uno de los años propuestos; consiguiendo como resultado la cantidad de CO₂ equivalente para cada uno de los escenarios.

En el escenario BAU para el año 2030 la cantidad de CO₂ equivalente será de 343.711.769,6 MTON CO₂eq, mientras que en el 2102 las emisiones eran de 230.358.940 MTON. En la figura 3 se detalla los tres escenarios planteados y su comportamiento de la proyección de N₂O para los años propuestos en este documento (2013-2030).

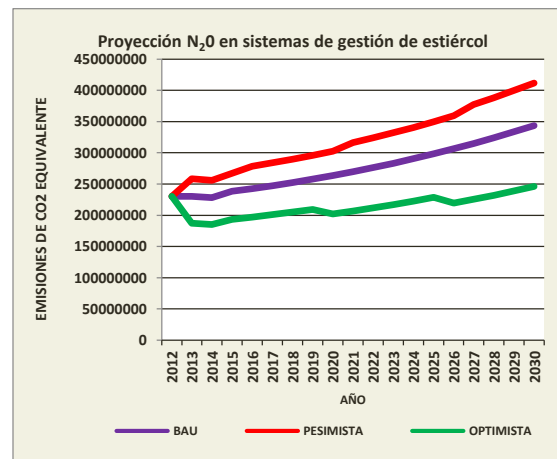


fig. 3. Proyección N₂O en sistemas de gestión de estiércol.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2. Nos revela que para el escenario pesimista las emisiones de N₂O para los primeros tres años (2012- 2015) las emisiones aumentarían en 12%, sumando un 3% para los siguientes cinco años (2016-2020) teniendo 15% más de emisiones con respecto al año inicial (2012), para los años comprendidos entre el 2021 al 2030 las emisiones se incrementarían en 2% teniendo relación con el año inicial del 17%.

Tabla 2. Total de emisiones de N₂O equivalentes a CO₂ en MgTon

AÑO	BAU (Mt)	PESIMISTA (Mt)	% AUMENTO N ₂ O	OPTIMISTA (Mt)	% REDUCCIÓN N ₂ O
2012	230.358.940	230.358.940	0%	230.358.940	0%
2013	230.359.375	258.423.462	12%	187.093.909	19%

20 14	228.20 3.265	256.004.6 79	12%	185.342.7 54	19%
20 15	238.26 3.224	267.290.2 15	12%	193.513.2 78	19%
20 16	242.67 8.778	278.403.0 66	15%	197.099.5 15	19%
20 17	247.41 6.245	283.837.9 26	15%	200.947.2 04	19%
20 18	252.48 5.853	289.653.8 21	15%	205.064.6 52	19%
20 19	257.89 8.341	295.863.0 72	15%	209.460.5 82	19%
20 20	263.66 4.981	302.478.6 07	15%	202.098.5 38	23%
20 21	269.79 7.591	316.361.6 42	17%	206.799.1 69	23%
20 22	276.30 8.565	323.996.3 38	17%	211.789.8 14	23%
20 23	283.21 0.889	332.089.9 25	17%	217.080.4 27	23%
20 24	290.51 8.166	340.658.3 57	17%	222.681.4 37	23%
20 25	298.24 4.641	349.718.3 36	17%	228.603.7 61	23%
20 26	306.40 5.228	359.287.3 48	17%	219.305.2 64	28%
20 27	315.01 5.530	377.379.0 11	20%	225.467.9 68	28%
20 28	324.09 1.874	388.252.1 94	20%	231.964.2 35	28%
20 29	333.65 1.335	399.704.1 38	20%	238.806.2 86	28%
20 30	343.71 1.769	411.756.2 31	20%	246.006.9 01	28%

Fuente: elaboración propia.

En el escenario pesimista las emisiones aumentaron para el año 2030 en un 20% pasando de 230.358.940 MTon a 411.756.231 MTon, lo que traería a futuro el aumento en el efecto invernadero y la lluvia acida; reacción que puede producirse en los lugares donde se emitieron los gases de N₂O, trayendo consigo problemas en los sistemas hídricos, peces y planta acuáticas, acidificando el suelo y afectando las plantas a las coníferas que van estar mayormente expuestas. [11]

En el escenario optimista si se tiene un manejo adecuado a los sistemas de gestión de corrales de engorde y en el manejo de sólidos, se podría reducir hasta un 28% de las emisiones de CO₂eq, pasando de 230.358.940 MTon del 2012 a 246.006.901 MTon.

Lo que se puede destacar que si se por parte de las agremiaciones y de

acompañamiento del gobierno colombiana en proyectos, programas y políticas que de cierta forma ayuden al productor a tener un buen manejo en los sistemas de manejo de estiércol en los sistemas de explotación porcina, la mitigación de los GEI emitidos por el sector estaría contribuyendo a los compromisos adquiridos por el país ante la Convención marco de cambio Climático (COP21) en su reducción del 20% de las emisiones emitidas de gases efecto invernadero.

3. CONCLUSIONES

En el escenario pesimista el aumento del 20% de emisiones estaría restándole un número significativo a los acuerdos de Paris, haciendo que esa meta sea más difícil de alcanzar.

En el escenario optimista es posible que Colombia alcance la meta que acordó en la COP21 y que además la supere si el resto de sectores ayudan a disminuir la cifra de emisiones.

La contribución para la reducción de emisiones de GEI es posible si todos los países toman en serio las medidas necesarias de mitigación; Colombia puede reducir más del porcentaje al que se comprometió si las entidades responsables hacen leyes más estrictas para que cada uno de los sectores cumpla con sus compromisos ambientales.

El incremento de la población porcina se debe a los precios elevados de la carne res; por lo cual el consumidor vio en la carne de porcino una alternativa

para satisfacer la necesidad de proteína. Lo cual hizo que el consumo de carne aumentara en 8.6 kilogramos al año. [10]

REFERENCIAS:

[1], IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CACILLERIA, 2015. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Colombia, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. IDEAM, PNUD, CANCELLERIA, FMAM. Bogotá, Colombia.

[2] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional iNDC, Bogotá, Colombia, disponible http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/.../colombia.../iNDC_espanol.pdf

[3] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2016 Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

[4] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Modelo de Evolución Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM), Disponible <http://www.fao.org/gleam/results/es/>

[5] IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES.Japón.

[6] Zootecnia. Cría de ganado porcino, Edison Mazón Paredes, Disponible <http://www.mailxmail.com/curso-zootecnia-cria-ganado-porcino/ganado-porcino-explotacion>.

[7] Dos métodos para la proyección de población futura; Tutoriales Ingeniería Civil, <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/dos-metodos-para-la-estimacion-de-poblaciones-futuras/>

[8] García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgings y E. M. Escobar. 2016. El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp.

[9] Informe Técnico Sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático ideam-meteo/008-2007, por: Benavides ballesteros, Henry Oswaldo; León Aristizabal, Gloria Esperanza, <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>

[10] Asociación Porkcolombia Fondo Nacional de la Porcicultura. Boletín Análisis de coyuntura del sector porcícola del año 2016 y perspectivas 2017 www.porkcolombia.co

[11] Fundación Mapfre, Manual de Contaminación ambiental, Madrid: Editorial MAPFRE, D.L. 1994

[12] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); Ficha Técnica Revisión y Actualización de la Estimación Y proyección de la población período 1985-200. 2010,

[13] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Medidas priorizadas para la contribución nacionalmente determinada de Colombia en mitigación de GEI

[14] Hristov, A.N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. 2013. Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera – Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO 2. Editado por Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson y Harinder P.S. Makkar. Producción y Sanidad Animal FAO Documento No. 177. FAO, Roma, Italia (Hristov, A.N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., , 2013)

[15] Bernal, M. Pilar, Bescós, Berta, Bonmatí, August, Burgos, Laura, Bustamante, M. Ángeles, Clemente, Rafael, Fabbri, Claudio, Flotats, Xavier, García-González, Maria Cruz, Herrero, Eva, Mattachini, Gabriele, Moscatelli, Giuseppe, Noguerol, Joan, Palatsi, Jordi Piccinini, Sergio, Proniewicz, Marcin, Provolò, Giorgio,

Riaño, Berta, Riau, Victor, Sáez, José A., Teresa, Marta, Tey, Laura, Torrellas, Marta, Valli, Laura, Ward, Alastair James, Wiśniewska, Hanna, 2016, EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE ES (GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE AUSTRIAS, 2006) TIÉRCOL EN EUROPA. Tipolínea, Madrid; España.

[16] Gobierno del principado de Asturias, Red ambiental de Asturias, 2006, <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=b8da06e98057d210VgnVCM10000097030a0aRCRD>