

CUANTIFICACION DE EMISION Y FIJACION DE CARBONO EN FINCAS
GANADERAS TRADICIONALES DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO
(PASTO, PUPIALES, CUMBAL Y GUACHUCAL) ¹

Quantification of emission and carbon fixin in traditional livestock Department of Nariño
Municipalities of (Pasto, Pupiales, Cumbal And Guachucal)¹

Carlos Alberto Hoyos M.² Jenny Johanna Delgado J. ²Javier Anibal León.³

RESUMEN

El presente estudio se llevo a cabo en cuatro municipios (Pasto, Pupiales, Cumbal y Guachucal), zonas principalmente de aptitud lechera dentro del departamento de Nariño, se encuentran ubicadas entre los 2710 y los 3100 msnm. con una precipitación promedio anual que oscila entre los 840 y 940 mm, temperaturas entre los 11 y 13 °C., en donde se evaluó en nueve fincas tradicionales ganaderas, la cantidad de carbono orgánico fijado por el suelo y la biomasa de la pastura mejorada (Lolilluim peremne) para establecer una línea base de carbono; igualmente se cuantifico las emisiones de GEI (gases efecto invernadero) por agentes contaminantes como Fermentación Entérica, Metano en desechos y oxido Nitroso del sistema ganadero teniendo en cuenta el numero total de cabezas de ganado, y mediante la utilización de ecuaciones planteadas en la metodología 1 expuesta en la guía del IPCC (Panel intergubernamental sobre el cambio climático) 2006, los resultados permitieron establecer la línea base de emisiones de GEI para los municipios estudiados.

Las evaluaciones permitieron encontrar una semejanza en la fijación de carbono en suelo en las fincas correspondientes a los municipios de Pasto, Pupiales y Cumbal, con un promedio para las tres zonas de 128 Ton de carbono por hectárea;

1 trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo.2009
2Estudiantes, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, E_mail:
tpkabeto@hotmail.com. jannajojoa@hotmail.com.

3 Investigador Grupo Desarrollo Agroforestal Universidad de Nariño. Coordinador de proyecto, desarrollo de alternativas de mitigación en diferentes Agroecosistemas. aleon@catie.ac.cr

con relación a las pasturas, la fijación de carbono fue de 1.13 Ton por hectárea. En lo que respecta al municipio de Guachucal, la fijación en suelo fue mucho menor, con una fijación de 75.61 ton/ C/hec y por pasturas fue mayor con 2.17 toneladas.

Mientras que del total de fincas evaluadas los gases que presentaron mayores emisiones fueron metano por fermentación entérica 95,5%, seguido el oxido nitroso con 4,6% y el 0,9% de Metano producidos por desechos. Existió mayor emisión de GEI evaluados en el municipio de Pupiales (34%) con 742.81 ton C/año en relación con los demás municipios como Cumbal con 24%, 517.3 Pasto 22% 466.9 y Guachucal 20%. 404.84 ton C/año. gg

Palabras Claves: gases efecto invernadero, fermentación entérica, metano, oxido nitroso.

ABSTRACT

This study was carried out in four municipalities (Pasto, Pupiales, Cumbal and Guachucal), mainly of dairy aptitude areas within the department of Nariño, are located between 2710 and 3100 meters. with average annual rainfall of between 840 and 940 mm, temperatures between 11 and 13 oC., where nine farms were evaluated in traditional farming, the amount of organic carbon fixed by the soil and improved pasture biomass (Lolilluim perenne) to establish a baseline of carbon emissions also quantified GHG (greenhouse gases) by pollutants such as enteric fermentation, methane and nitrous oxide in waste livestock system taking into account the total number of livestock, and using equations methodology 1 raised in the guidance outlined in the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006, it was determined the baseline of GHG emissions. Was found between the municipality of Pasto Cumbal Pupiales and an average of 128 tonnes of carbon fixed by the soil, and 1.13 tons per pasture, unlike Guachucal with a fixation of 75.61 and 2.17 tons respectively and pasture land, while gas properties had increased presence of methane by enteric fermentation 95.5% of all plantations surveyed, followed by nitrous oxide with 4.6% and 0, 9% of methane produced by waste. There was further evaluated GHG emissions in the municipality of Pupiales (34%) compared with other municipalities as Cumbal with 24% grass 22% and Guachucal 20%.

Keywords: greenhouse gases, enteric fermentation, methane, nitrous oxide.

INTRODUCCION

La cuantificación de carbono es de gran importancia en cualquier ecosistema con el fin de reconocer los sumideros que permiten mitigar los efectos gases invernadero o al menos reducirlos, sin embargo se podría generar un balance entre las entradas y la salidas del sistema y así llegar a un balance neto cero, potencializando aspectos del desarrollo sostenible (Guerra, 2007), al igual esto permite generar que todo tipo de industrialización se relacione con la calidad de las compensaciones y a la permanencia de las remociones de efectos gases invernadero (locatelli y Pedroni, 2004).

Existe el potencial de capturar dióxido de carbono o neutralizar emisiones de origen antropogénico al implementar la siembra directa de pasturas. Si estos sistemas son manejados en forma sostenible, el carbono capturado puede ser almacenado por siglos (Robert k. Dixon 1995).

Las practicas tradicionales juegan un importante papel ya sea adicionando gases efecto invernadero, resultado de los procesos y tecnologías de producción o, reduciéndolos mediante su captura en la biomasa. (Calvo 2001).

Durante el pastoreo una porción del pasto ofrecido no es consumido, parte de estos residuos son incorporados como materia orgánica en el suelo e incrementa la cantidad de carbono en el mismo,. En consecuencia, una de las funciones de las pasturas y los suelos es servir como sumidero de carbono, reduciendo la concentración del CO₂ atmosférico. (Minami, et al 1993)

Para muchos sistemas productivos, han existido muy pocas investigaciones, aunque se ha hablado de que los sistemas ganaderos son los que mayor impacto negativo tienen por los GEI, en la generación de mayor emisiones de metano (CH₄) resultante de la fermentación entérica y emisiones de CH₄ y de óxido nitroso (N₂O) por el estiércol del ganado (IPCC, Panel intergubernamental sobre cambio climático) 2006 Hoy en día aun no existe una cuantificación certera para la ganadería tradicional que se maneja en minifundios o en

sectores donde la ganadería tiene un manejo tradicional, con baja carga de insumos externos. Es así que estas emisiones son necesarias evaluarlas para tener un impacto internacional y aplicarlos con estándares internacionales como la ISO 14064 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero publicado por el *World Resource Institute* y *World Business Council*.(Guerra, 2007).

Se reconoce que los sistemas productivos para competir en mercados internacionales requieren de certificaciones que se basan en bajas emisiones bajo el esquema de producción sostenible, tal como es mencionado por el protocolo Kyoto, que algunos Agroecosistemas tales como ganadería tendrían que ajustarse a los problemas ambientales.

Esta investigación hace parte del proyecto Evaluación y Desarrollo de Alternativas de Mitigación del Cambio Climático de Diferentes Agroecosistemas, liderado por la Universidad de Nariño, en alianzas con Fundación Biofuturo, SAGAN, y MINISTERIO DE AGRICULTURA, la cual persiguió el establecer la dinámica de carbono en nueve fincas tradicionales de los sistemas ganaderos en los municipios Pupiales, Pasto, Cumbal y Guachucal, por ser las principales productoras de leche del departamento de Nariño, teniendo así una línea base de las cantidades de emisión de metano, óxido nítrico en las fincas seleccionadas y contrastar con el carbono fijado por las pasturas y el carbono orgánico presente en el suelo.

METODOLOGIA

El presente estudio se desarrollo en cuatro municipios del departamento de Nariño como son, el Municipio de Pasto ubicado a una altura de 2710 msnm., con una precipitación promedio anual de 840 mm y una temperatura promedio de 13 °C. Guachucal se encuentra ubicado a 95 kilómetros a sur de la capital del departamento de Nariño, su altura sobre el nivel del mar es de 3087metros, una temperatura media de 11°C, la precipitación media anual es de 940 milímetros. Cumbal se encuentra a 105 kilómetros al suroccidente de la ciudad de pasto, su altura sobre el nivel del mar es de 3100 metros, la temperatura media es de 11°C, el área es de 1265 kilómetros cuadrados, la precipitación media anual es de 951 milímetros. Pupiales se encuentra a 91 kilómetros al sur de la ciudad de Pasto. Su altura es de 2.900 metros sobre el nivel del mar, la temperatura promedio es 11 ° C, la precipitación media anual 960 milímetros y el área municipal 135 kilómetros cuadrados.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizo la base de datos de 800 productores ganaderos generada en el año 2008 por el Proyecto Cambio Climático, por lo permitió seleccionar algunas de las fincas que por sus características principales en el manejo de la ganadería en forma tradicional fueron escogidas, tales características se fundamentaron en el Tipo de raza: Holstein de doble ordeño, el tipo de pastura: mejorada y natural, y la no aplicación de fertilizantes químicos o sintéticos al menos en diez años atrás, se tomo en cuenta el manejo de ganado: sin cercas eléctricas, alimentación: sal y concentrado (1 Kg/3 veces al día). Lo anterior permitió tener a nueve fincas tradicionales, tres corresponden a Cumbal, dos a Guachucal, dos a Pupiales y dos a Pasto.

Para determinar el carbono en suelo y pasturas de cada finca se realizo la toma de muestras de suelo mediante la utilización del barreno extractor de raíces "Eijkelkamp" de volumen del cilindro conovcido, la cual incluyo los recorridos para muestras en zic zac a profundidades de 0 a 15 cm, 15,1 a 30, y de 30,1 a 45 cm; y aforos para forraje mediante el método de botanal, en una área de 10000m² aproximadamente Utilizando un marco de 50x50cm.

Cada una de las muestras fueron llevadas a laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, para analizar carbono orgánico del suelo, y carbono en el material vegetal del forraje por métodos de Walkley Black colorimétrico, e incineración mufla. Además se determino en suelo la densidad aparente por el método del volumen del cilindro conocido.

Para la cuantificación de las emisiones de GEI (Gases efecto invernadero) generados por Fermentación entérica, CH₄ (Metano) por desechos y NO₂ (Oxido Nitroso) se tomaron datos de la finca como inventario de ganado, producción de leche, edad y alimentación. Con el fin de aplicar las ecuaciones planteadas en la metodología 1 expuesta en la guía del IPCC (Panel intergubernamental sobre cambio climático) 2006.

Cabe resaltar que para la cuantificación de las emisiones por municipio se tuvo en cuenta el total de cabezas de ganado con las características estudiadas presentes en cada zona.

Ecuación

$$\text{Emisiones} = \text{EF}_t * [\text{N}_t/10^6]$$

Donde:

Emisiones = Emisiones de CH₄ por fermentación entérica Gg CH₄ año⁻¹

EF_(t) = factor de emisión definida por la población de ganado, kg CH₄ Cabeza⁻¹ Año⁻¹

N_(t) = número de cabezas de ganado

T = especie

El factor de emisión utilizado se obtuvo a partir de la producción anual de leche vaca⁻¹ año⁻¹, el cual, según información del administrador de la finca es de aproximadamente entre 7.000 a 8.000 kg/ vaca⁻¹ año⁻¹.

Las emisiones de CH₄ varían dependiendo del proceso de digestibilidad del animal, la edad, el peso y la calidad del alimento (MORA, 2001).

Ecuación 2

$$\text{CH}_4_{\text{desechos}} = \frac{\sum \text{EF}_t * \text{N}_t}{10^6}$$

Donde:

CH₄ desechos = Emisiones de CH₄ por manejo de residuos sólidos y líquidos, para la población definida de ganado en Gg CH₄ año-1

EF = factor de emisión para la población definida del ganado, Kg. CH₄ cabeza-1 año-1

N = número de cabeza de ganado por especie

La temperatura promedio en las zonas de estudio es de 11,5°C, por lo cual el factor de emisión utilizado para las emisiones de CH₄ es de 1 Kg CH₄ cabeza-1 año. (Tabla 10.14, Capítulo 10 “*Methane Emissions from Manure Management*” (IPCC, 2006)).

Ecuación 3

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{d(mm)}} = [\sum_s [\sum_t (\text{N}(t) * \text{Nex}(t) * \text{MS}(t,s) * \text{EF}) * 44/28]$$

Donde:

N₂O = emisiones directas N₂O del manejo de residuos sólidos y líquidos, kg N₂O año-1

N (t)= número de animales

Nex (t)= promedio anual de excreción por animal kg N animal-1 año-1

MS (t,s)= la fracción del total de nitrógeno anual excretado por el ganado respecto al tipo de manejo de los residuos.

EF = factor de emisión N₂O por el manejo de residuos sólidos y líquidos kg N₂O-N (kg N)-1

S = tipo de sistema de manejo de residuos

T = especie/categoría

44/28 = conversión de (N₂O-N) emisiones en N₂O(mm) emisiones

Se utilizó una fracción anual de excreción de N de 0,36 (Tabla 10^a-4, Manure Management System Usage MS%). El factor de emisión indicado para el tipo de manejo aplicado en la finca es de 0,01 kg N₂O-N/ kg N. (IPCC, 2006).

Para la obtención del promedio anual de excreción por animal (kg N animal⁻¹ año⁻¹), se realizó mediante encuestas y verificación en cada una de las fincas, el peso promedio del ganado de la finca y la tasa de excreción de N por día del animal.

Ecuación 3.1

$$\text{Nex}(t) = \text{Nrate} * (\text{TAM}/1000) * 365$$

Donde:

Nex(t)= excreción anual de N kg N animal⁻¹ año⁻¹

Nrate= tasa de excreción diaria kg N (1000 kg peso animal)⁻¹ día⁻¹

TAM(t)= peso promedio de los animales kg animal⁻¹

La tasa de excreción que se utilizó fue de 0,48 kg N (Tabla 10.19, IPCC 2006.). El peso promedio de los animales de la finca se obtuvo a través de entrevista con el administrador, el cual indicó un peso aproximado de 400 kg animal⁻¹.

Con los resultados encontrados se realizó un dendrograma haciendo uso del programa InfoStat cuyas variables evaluadas fue el carbono fijado, y las emisiones de GEI analizadas en este estudio, y la similitud o no de las fincas en estudio de cada municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las nueve fincas seleccionadas para el estudio se logro establecer características como: área de las fincas que oscilan entre 1-10 hectáreas, fincas con presencia de pastura mejorada tipo raigrás, manejo del ganado tradicional, raza de ganado Holstein, promedio de producción de leche de 17 lts, edad del ganado 2 años.

Las características anteriormente nombradas son específicas para sistemas ganaderos tradicionales al igual que MORALES, 2004 afirma que este tipo de agricultura tradicional para manejo ganadero, libera de carbono en forma de metano, como resultado de heces fecales producidas por los rumiantes y mediante emisión directa del gas (eructo), que varía en cuanto a la categoría del animal (carne o leche), edad, peso, calidad y cantidad de alimento, y el consumo de energía, además de la liberación de carbono en forma de óxido nítrico. Y que lo anterior afecta también los recursos naturales principalmente las fuentes de agua y el suelo, por la pérdida de fertilidad, biodiversidad de macro y microfauna, capacidad de campo, erosión entre otros, la cual es ocasionada por el constante apisonamiento del ganado.

Tabla 1. Porcentaje de fijación tn/C/día en suelo y pastura, en las fincas de estudio.

No. De Fincas	Municipio	Suelo tn/has/día	Pastura tn/has/día
1	Guachucal	55,44	1,75
2	Guachucal	95,79	2,59
3	Cumbal	119,77	0,77
4	Cumbal	157,16	1,07
5	Cumbal	117,37	1,02
6	Pupiales	122,63	1,1
7	Pupiales	116,44	1,38
8	Pasto	125,6	1,4
9	Pasto	133,64	1,04

En la anterior tabla (tabla 1) se puede observar la línea base correspondiente a la fijación de carbono en suelo y pastura, existe mayor fijación por donde se puede mencionar que existe mayor fijación en el suelo que en promedio es $116 \text{ Ton C Ha}^{-1}$ que posiblemente se relaciona con la estructura o formación del suelo, además del ciclaje de nutrientes y los microorganismos existentes, a diferencia de la baja cantidad fijada de carbono por la pastura correspondiente a un promedio de $1,3 \text{ Ton C Ha}^{-1}$

Existe mayor fijación de carbono en suelo en el municipio de Cumbal con promedio de $131,43 \text{ Ton Ha}^{-1}$ (línea base), seguido por Pasto con $129,62$, Pupiales con $119,53$ y el municipio en donde se encuentra menor fijación por el suelo es Guachucal con $75,61$, posiblemente por las condiciones ambientales, la sobre explotación del suelo o su formación geológica que hace que exista bajos contenidos de este mineral, además de encontrar en algunos perfiles del suelo como en el horizonte B y C presencia de arenas.

La mayor fijación de pastura es encontrada en el municipio de Guachucal con un promedio de $2,17 \text{ tn C/ Ha}^{-1}$, seguido por Pupiales con $1,24 \text{ tn C/ Ha}^{-1}$, Pasto con $1,22 \text{ Tn C/ Ha}^{-1}$ y Cumbal con $0,95 \text{ tn C /Ha}^{-1}$, la cantidad de fijación de carbono para pasturas es baja, puesto que existe en promedio $1,3 \text{ Ton C Ha}^{-1}$ en comparación con BOTERO (1999), quien menciona que en las gramíneas puede encontrarse hasta 16 a 48 tn/ Ha^{-1} .

Se puede resaltar que en las áreas donde se encuentra mayor fijación de carbono por pasturas esta relacionado con el manejo y tipo de pastura, al igual que MONTENEGRO y ABARCA, (1999) quienes mencionan que la fijación de carbono por pasturas en especial en gramíneas como el raigrass (*Lolium perenne L*), con altos niveles de biomasa y bien adaptadas tienen un rol importante en la reducción y retención de la emisión de carbono de la atmósfera mediante la deposición de biomasa aérea y raíces y por la deposición de materia orgánica en el suelo.

En la siguiente tabla (Tabla 2), se observa que las emisiones generadas en cada una de las fincas por día son bajas y que las diferencias presentadas entre ellas obedecen a la cantidad de cabezas de ganado presentes en cada finca. En la tabla se puede observar que las emisiones de metano producidos por gestión de estiércol tienden a ser menores que las

entéricas, según IPCC, 2006. las emisiones mas significativas se asocian con gestión de animales confinados en las que el estiércol se maneja por medio de sistemas basados en líquidos

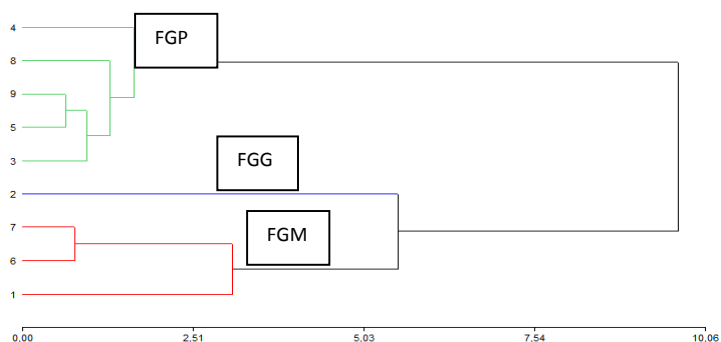
Tabla 2. Porcentaje de carbono por emisiones en tn/has/día, en fincas de estudio.

No. De Fincas	Municipio	Suelo tn/has/día	Pastura tn/has/día
1	Guachucal	55,44	1,75
2	Guachucal	95,79	2,59
3	Cumbal	119,77	0,77
4	Cumbal	157,16	1,07
5	Cumbal	117,37	1,02
6	Pupiales	122,63	1,1
7	Pupiales	116,44	1,38
8	Pasto	125,6	1,4
9	Pasto	133,64	1,04

Nota:Fermentacion entérica, metano y oxido nitroso traducido a emisiones de Carbono

Con el fin de conocer si existe correlación entre la fijación de carbono por suelo, pastura el numero de cabezas de animales por finca y los gases efecto invernaderos provenientes de los desechos sólidos y líquidos, fermentación entérica y oxido nitroso, se aplico por la herramienta InfoStat un dendrograma, lo que permitió clasificar las fincas en tres grupos; FGP (Finca ganadera pequeña), FGM (Finca ganadera mediana), FGG (Finca ganadera grande).

Figura 1. Dendrograma fincas dedicadas a la explotación animal ganadera en cuatro Municipios de Nariño



En el dendrograma anterior se puede observar que existe mayor generación de óxido nítrico en FGM, seguidas de FGP, y que se podría analizar que hay menor generación de N_2O en FGG; de igual manera en la generación de gas metano por desechos presentan mayor contribución en FGP, seguidas de FGG, posiblemente por el manejo realizado en las fincas, destacándose que a mayor número de animales que se presentan en las fincas existe una menor generación de óxido nítrico y con menor número de animales mayor generación de metano por desechos, dependiendo de las dietas de los animales y el manejo de los mismos.

Existe una correlación entre el tamaño de las fincas y la cantidad de carbono fijado en las pasturas, tal como se observa en el dendrograma que en FGG existe el doble de carbono con 2,59 Tn C por hectárea, principalmente por que existe mayor cantidad de forraje y hay descanso de la pastura. De tal manera que en las FGP existe mayor carbono en el suelo, puesto que los productores maximizan su área de trabajo incorporando enmiendas que podrían aumentar la cantidad de carbono en el suelo, además que en las FGP se generan mayor diversidad o por la rotación de productos agrícolas que permiten aumento de carbono.

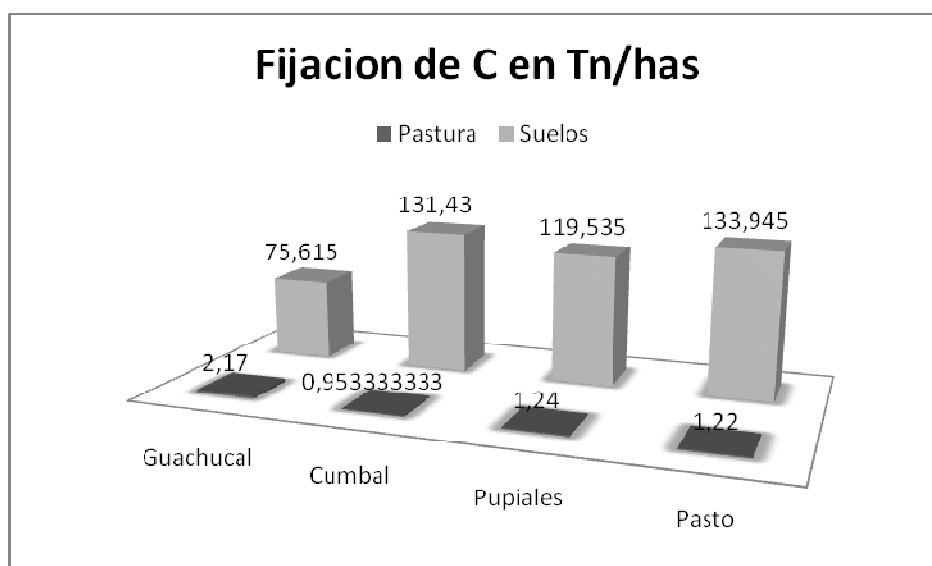
La principal variable de agrupación es el número de cabezas de ganado ya que de estas parten las diferentes cantidades de gases de efecto invernadero emitidas por año y de las cuales se puede afirmar que son inferiores en los tres grupos con respecto a la fijación de carbono por el sistema suelo-pastura.

En la figura 2 se presentan los promedios de fijación de carbono en Tn/has en el suelo, bajo la cobertura del pasto raigrás (*Lillium perenne*) y los promedios de Carbono fijado en la pastura anteriormente mencionada.

La principal variable de agrupación es el número de cabezas de ganado ya que de estas parten las diferentes cantidades de gases de efecto invernadero emitidas por año y de las cuales se puede afirmar que son inferiores en los tres grupos con respecto a la fijación de carbono por el sistema suelo-pastura.

En la figura 2 se presentan los promedios de fijación de carbono en Tn/has en el suelo, bajo la cobertura del pasto raigrás (*Lillium perenne*) y los promedios de Carbono fijado en la pastura anteriormente mencionada.

Figura 2. Promedios de Carbono en Tn/has/año de suelos y pasturas en las zonas de estudio.

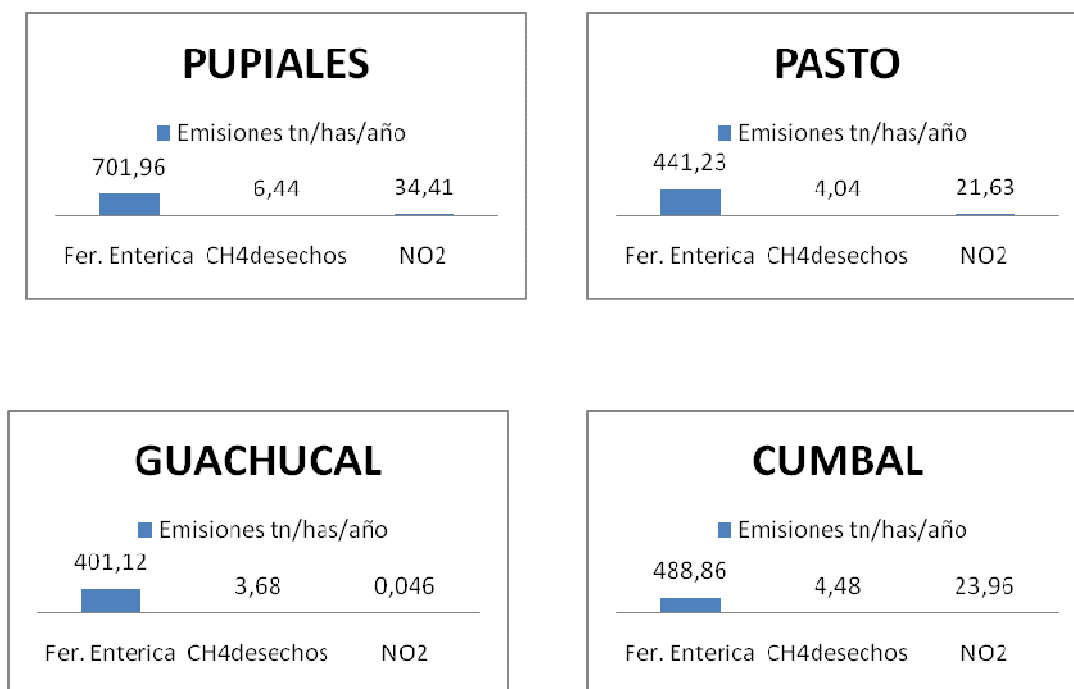


El contenido de carbono orgánico en los suelos es afectado por el uso del suelo, y es la resultante del balance entre el aporte de residuos vegetales y su tasa de descomposición en el tiempo, además no existe muchas diferencias en la cantidad de carbono en pasturas sin embargo quien presento en los diferentes perfiles evaluados fue en el Municipio de Guachucal.

Suelos con coberturas que presentan pasturas se observo mayor cantidad de carbono fijada, (ver grafica 2), posiblemente la inclusión de de material vegetal en descomposición o ciclaje de nutrientes por hojarasca permite elevar las concentraciones de carbono, y mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.

Suelos con coberturas que presentan pasturas se observo mayor cantidad de carbono fijada, (ver grafica 2), posiblemente la inclusión de material vegetal en descomposición o ciclaje de nutrientes por hojarasca permite elevar las concentraciones de carbono, y mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.

Figura 3. Promedio de Emisiones en tn C/has/año, por agentes contaminantes del sistema ganadero en los diferentes municipios.



El metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que contribuye al calentamiento global del planeta ya que tiene un potencial de calentamiento de 23 moléculas, lo que significa que en una media de tiempo de 100 años cada kg de CH₄ calentara la tierra 23 veces mas que la misma masa de CO₂ (IPCC2006)

La actividad ganadera es una de las principales causantes de las emisiones de metano resultante del proceso de digestibilidad del ganado y por la no existencia de un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos aportando cerca de un 18% de los GEI producido por las actividades humanas en nuestro planeta. (FAO 2006)

De los municipios evaluados dedicados a la producción de leche se puede resaltar que la fermentación entérica es la principal fuente de emisiones de metano, siendo responsable del 95,5% del total de emisiones causadas por el sistema ganadero, seguido por oxido nitroso 4.6% y 0.9% de metano por residuos sólidos y líquidos. **Figura 3** Esto se debe principalmente a que la producción de metano por el proceso digestivo al interior del rumen del animal es muy alta. “Dado que en 24 horas, cada ejemplar libera más de 200 litros de gas (CH₄). Producto de los eructos y flatulencias del mismo Teniendo como resultado que en un año, cada vaca generaría 73 mil litros de metano.” (John Rolfe, 2007)

La cantidad de emisiones de oxido nitroso N₂O y metano CH₄ por manejo de residuos dependen principalmente de 1 la tasa de desechos por animal, 2 el numero de animales y 3 el tipo de manejo que se les aplica, para lo cual se debe contar con una caracterización del ganado, una identificación del tipo de clima y conocer la temperatura promedio del lugar. Estas variables tienen relación directa en las emisiones por esta actividad. (IPCC 2006).

La formación del oxido nitroso ocurre por combinación de desnitrificación y nitrificación del nitrógeno contenido en los desechos, la nitrificación es la oxidación biológica del amonio a nitrato por microorganismos aerobios, que usan el oxigeno molecular como oxidante. La desnitrificación es la reducción del ion nitrato (NO₃⁻) presente en el suelo o el agua a nitrógeno molecular (N₂).

Teniendo en cuenta la gran cantidad de emisiones generadas por el sector ganadero representado en un gran impacto al ambiente se han planteado diferentes ideas y posibles soluciones a fin de disminuir de alguna manera los niveles de producción de metano y oxido nitroso. Dentro de las cuales se propone:

- Alimentar el ganado con trébol blanco y otras leguminosas, con mayor nivel de azúcar, para que se conviertan en el forraje de estos animales. De esta manera, se modificaría el proceso por el que sus estómagos convierten el alimento en metano. (Hans Splinter 2006).
- Mejora de la nutrición por medio la suplementación estratégica de concentrados y del procesamiento mecánico y químico de los alimentos de baja digestibilidad (Ecosofia 2008)
- Para el manejo de residuos es necesario contar con una compostera para dar el adecuado manejo y la buena utilización del estiércol y evitar de esta manera la contaminación atmosférica como de aguas subterráneas por lixiviación de los mismos.

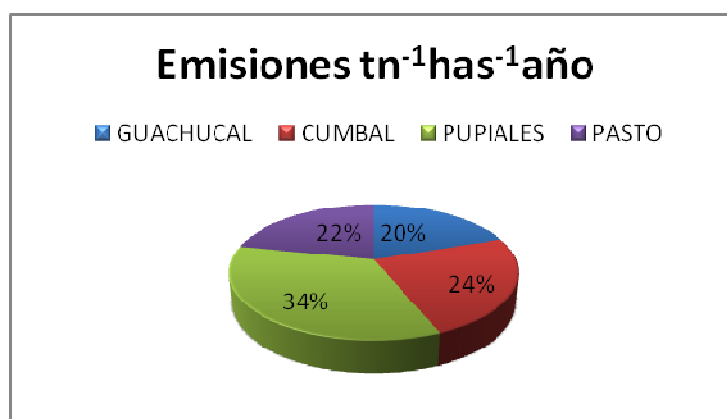


Figura 4. Porcentaje total de emisiones GEI en municipios dedicados a la producción de leche en el departamento de Nariño.

Realizando la sumatoria de los diferentes contaminantes que se presentan en cada municipio, se pudo determinar que el municipio de Pupiales emite mayor porcentaje de gases contaminantes, como se observa en la figura 4. Este porcentaje esta directamente relacionado con el número de cabezas de ganado presente en las fincas. Seguido en su orden por Cumbal, Pasto y Guachucal.

La ganadería tradicional que se maneja en los cuatro municipios tiene como característica principal la utilización de pocos insumos, por lo tanto esto se ve reflejado en las bajas emisiones de GEI a nivel de finca.

CONCLUSIONES

La fijación de carbono en el sistema suelo-pastura es elevada razón por la cual para realizar un balance carbono neutralidad completo y obtener datos concretos hay que tener en cuenta todos los factores planteados por el IPCC.

Las cantidades emitidas por los diferentes contaminantes que se presentan en las fincas de los Municipios en estudio son mínimos, comparados con la fijación realizada por la pastura y el suelo, no permitiendo realizar un balance en las fincas de fijación Vs emisión.

La fermentación entérica producida por diferentes procesos de digestibilidad del ganado es la principal fuente de emisión de GEI en el sistema de producción animal. La fermentación entérica tiene una relación directa con la calidad de las pasturas.

El porcentaje en toneladas de carbono emitido en cada municipio es directamente proporcional a la cantidad de cabezas de ganado de cada zona.

RECOMENDACIONES

Crear proyectos enfocados directamente a la carbono neutralidad, con el fin de contrarrestar los altos niveles de emisiones generados por la explotación ganadera y las repercusiones negativas que se tendrá en el futuro con la búsqueda de mercados internacionales para carne y leche en la medida en que los compradores empiecen a exigir producciones en sistemas “limpios” y “amigables” con el medio ambiente.

Para realizar un balance de carbono neutralidad de fincas ganaderas hay que tener en cuenta todos los factores que presenta el IPCC, además de los evaluados, entre los que están aplicación de fertilizantes sintéticos, combustibles utilizados en transporte y actividades productivas y energía eléctrica empleada en la infraestructura de la finca.

BIBLIOGRAFIA

Minami, K; Gourdiaan, j; Lantinga. 1993. Citado por: Vesalio Mora Calvo, fijación emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica, Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica.

Robert, K. Dixon 1995. Sistemas agroforestales y gases invernadero; Agroforestería de las Américas, vol 7: 22-26.

MORA CALVO, V. 2001, fijación emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica, Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica.

Guerra Alarcón, Leonardo. Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad. Costa Rica. 2007.

IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change). 2003. Good practice guidance for land use, land use change and forestry. (en línea). Consultado marzo 2007. PDF

IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change). 2006. Guidelines for National Green House Inventories. (en línea). Consultado octubre 2009. PDF

Locatelli, B et al. 2004. Citado por: Leonardo Guerra Alarcón. Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad. Costa Rica. Citado por: Raúl Armando Ramos Veintimilla. Tesis Mag. Sc. En Socio economía Ambiental. Turrialba, Costa Rica. (En Línea), Consultado: septiembre, 2009. PDF.

Protocolo de carbono neutralidad elaborado por Carbon Neutral Company. Citado por: Leonardo Guerra Alarcón. Construcción de la huella de carbono y logro de carbono

neutralidad. Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. (En Línea). Consultado: Septiembre, 2009- PDF.

Rolfe John, informe de prensa “El ataque de las vacas”, universidad australiana de Queensland 2007 Consultado: Octubre, 2009.

Hans Splinter, informe de prensa, “Metano en ganado” Científico del Instituto de Investigaciones Medioambientales de Aberystwyth (Gales, Reino Unido) Consultado: Octubre, 2009.

Morales Velasco, Sandra. Efecto ambiental de los sistemas agropecuarios. Universidad el Cauca. Popayan Colombia, 2004. Consultado: Octubre, 2009.

BOTERO, J. A. 1999. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. Agroforestería Tropical. Inf. 10 pp.v

MONTENEGRO J, Y ABARCA S, 1999. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nítrico en sistema de producción bovina en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. FAO-CATIE. Consultado; Noviembre, 2009