

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO - CHONE

METHANE GAS LEVELS IN THE ELOY ALFARO-CHONE PARISH

Angie Belén Vélez Sánchez¹, Juan Manuel Guerrero Calero²

{velez-angie5375@unesum.edu.ec¹, juan.guerrero@unesum.edu.ec²}

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2024

/ Fecha de aceptación: 18 de marzo de 2024

/ Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

RESUMEN: La investigación se llevó a cabo en la zona rural de la Parroquia Eloy Alfaro, en el Cantón Chone, durante el mes de marzo de 2023. El propósito fue evaluar los niveles de gas metano (CH₄) generados por el estiércol del ganado vacuno, así como crear un mapa que muestre la concentración de metano y otro que refleje los cambios en la cobertura vegetal desde 2018 hasta 2023. La metodología incluyó el uso de un dispositivo portátil Crowcon Tetra 3 para monitorear el CH₄, un GPS para registrar las coordenadas y el software estadístico Minitab para analizar los datos. Se realizó un monitoreo en cinco fincas diferentes dos veces al día durante cuatro días a la semana (a las 6:00 a. m. y a las 17:00 p. m.) durante un mes. En cada punto de monitoreo se registraron los niveles de concentración de metano, que luego fueron comparados entre las mediciones matutinas y vespertinas. Los resultados indicaron que los niveles de CH₄ por la mañana eran más altos que por la tarde, debido a varios factores ambientales como la temperatura, dirección y velocidad del viento, entre otros. Además, se observó que, en las horas vespertinas, debido al viento, los gases no eran tan intensos, lo que resultaba en una disminución en la concentración de metano. Se realizó un cálculo utilizando datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para determinar la emisión anual de metano, lo que reveló que un mes de monitoreo representaba el 1,6% de la emisión total de metano. El mapa de concentración de metano mostró variaciones entre diferentes zonas y horarios de monitoreo, mientras que los mapas de cobertura vegetal evidenciaron cambios desde 2018 hasta 2023, destacando áreas de reforestación en varias partes de la parroquia.

Palabras clave: *Aprovechamiento del estiércol, cambio climático, concentración del gas, gas metano, ganado vacuno*

ABSTRACT: The research was carried out in the rural area of the Eloy Alfaro Parish, in the Chone Canton, during the month of March 2023. The purpose was to evaluate the levels of methane gas (CH₄) generated by cattle manure, as well as how to create a map that shows the concentration of methane and another that reflects changes in vegetation cover from 2018 to 2023. The methodology included the use of a Crowcon Tetra 3 portable device to monitor CH₄,

¹Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-4057-9744>

²Instituto de posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental/ Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

a GPS to record the coordinates and the Minitab statistical software to analyze the data. Monitoring was carried out on five different farms twice a day for four days a week (at 6:00 a.m. and 17:00 p.m.) for one month. At each monitoring point, methane concentration levels were recorded, which were then compared between the morning and afternoon measurements. The results indicated that CH₄ levels in the morning were higher than in the afternoon, due to several environmental factors such as temperature, wind direction and speed, among others. Furthermore, it was observed that, in the evening hours, due to the wind, the gases were not as intense, resulting in a decrease in the methane concentration. A calculation was carried out using data from the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG) to determine the annual methane emission, which revealed that one month of monitoring represented 1.6% of the total methane emission. The methane concentration map showed variations between different monitoring zones and schedules, while the vegetation cover maps showed changes from 2018 to 2023, highlighting areas of reforestation in various parts of the parish.

Keywords: Use of manure, climate change, gas concentration, methane gas, cattle

INTRODUCCIÓN

La crianza de ganado bovino a nivel global ha evolucionado hacia una actividad de índole industrial, así mismo la deforestación y la erosión del suelo derivadas del pastoreo intensivo representan factores clave que contribuyen a la devastación de los bosques, generando la fragmentación de hábitats y la pérdida de biodiversidad en diversas regiones del planeta (1), por otro lado los informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de 2006 y 2013 enfatizan la relación entre la fermentación de la celulosa consumida por los animales y los altos niveles de gas metano (CH₄) (2).

Según información proporcionada por la FAO, la ganadería representa el 18% de las emisiones totales de GEI, siendo responsable del 37% de las emisiones de metano (CH₄), cabe instar que esta actividad incide en el cambio climático, provocando alteraciones en los ecosistemas terrestres y planteando una amenaza para las generaciones actuales y futuras (3). De acuerdo con Espejo (4), la ganadería se posiciona como la principal usuaria de tierras, abarcando más de 3,900 millones de hectáreas, lo que equivale a aproximadamente el 30% de la extensión total de la superficie terrestre. Según las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), basadas en datos de la FAO del año 2011, se anticipa un incremento del 19% en la producción mundial de carne de ganado vacuno para el año 2023, alcanzando un total de 47,7 millones de toneladas (5).

Los países que más influyen en el aumento de la producción de ganado vacuno incluyen América Latina, Asia, América del Norte, El Caribe y África (5), otros países, como México (6,62 Mt), Argentina (5,19 Mt), Canadá (4,44 Mt), Colombia (3,26 Mt), Venezuela (2,48 Mt), Perú (1,19 Mt), Ecuador (0,86 Mt), Cuba (0,53 Mt), Portugal (0,38 Mt) y El Salvador (0,14 Mt), también tienen niveles significativos (6), no obstante, es importante señalar que la actividad pecuaria sustenta a 1300 millones de personas y representa el 40% de la producción agrícola mundial (7). De igual

manera la ganadería desempeña un papel crucial en la agricultura al contribuir a la seguridad alimentaria (8).

En Ecuador, el 84% de los hogares en zonas rurales poseen ganado, con un promedio de 2,8 cabezas por hogar (9), con un sistema ganadero extensivo, abarcando 5 millones de hectáreas, lo cual es gestionado para 4,1 millones de cabezas de ganado a través de aproximadamente 300,000 explotaciones ganaderas (10), esto resulta en la contaminación del suelo y del agua, así como en la pérdida de biodiversidad, entre otros impactos (11).

La actividad ganadera desempeña un papel crucial en Manabí, pues contribuye a la eficiencia de la economía rural campesina y a la seguridad alimentaria (12). El cantón Chone se destaca por ser predominantemente ganadero, lo que motiva la realización de un estudio para medir las emisiones de gas metano (CH₄) en la parroquia Eloy Alfaro. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (13), en el 2022, se registraron un total de 30,052 cabezas de ganado en dicha parroquia. De acuerdo con Gerber (14), la ganadería, tanto de ganado vacuno como lechero, contribuye con el 14,5% de las emisiones antropogénicas de GEI.

Las actividades ganaderas son responsables de aproximadamente el 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano (15), aunque el gas metano (CH₄) tiene una vida corta, es 28 veces más potente que el dióxido de carbono (CO₂) (16), y su duración podría disminuir si las tasas de emisión se reducen (17), por consiguiente, los impactos del metano en el entorno son diversos y, al persistir en concentraciones elevadas y en espacios cerrados, pueden provocar consecuencias graves, como explosiones, quemaduras, asfixia y enfermedades (18).

En Ecuador, la ganadería desempeña un papel económico importante, pero persiste como una actividad altamente insostenible (19), por ejemplo, en el 2012, las emisiones de metano (CH₄) en Ecuador totalizaron 11,724.12 Gg, con un 82.74% proveniente de la fermentación entérica (20), la provincia de Manabí lidera estas emisiones, representando el 19% del total nacional con casi un millón de cabezas de ganado vacuno (21). Es esencial destacar que una vaca deposita aproximadamente 50 kilos de estiércol diario, totalizando 1,500 kilos al mes y 18,000 kilos al año (22).

Por esta razón, la investigación sobre la ganadería y su impacto en los niveles de gas metano es imperativa debido a los graves efectos de esta actividad en los recursos agua, aire y suelo, a través de los desechos biológicos, en consecuencia, el objetivo principal de esta investigación fue determinar los niveles de gas metano (CH₄) generados por el estiércol del ganado vacuno en la Parroquia Eloy Alfaro del Cantón Chone-Manabí.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en diversos terrenos dedicados a la ganadería, con el propósito de evaluar los efectos ocasionados por prácticas ganaderas inadecuadas, se constató la presencia de varios problemas ambientales derivado de la cría de ganado vacuno en la zona. Estos predios ganaderos se encuentran geográficamente ubicados en las siguientes coordenadas UTM WGS84.

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

Tabla 1: Coordenadas geográficas del área de investigación

DESCRIPCIÓN	Coordenadas UTM WGS84	
	X	Y
Rancho San Pedro	605302.00	9937914.00
Rancho Los Cirilos	605367.00	9938888.00
Rancho Santa Marianita	606596.00	9938124.00
Rancho Isabelita	606431.00	9938462.00
Rancho Los Almendros	604703.00	9938027.00

La parroquia Eloy Alfaro posee 30 explotaciones ganaderas, con un total de 30,052 cabezas de ganado, el método de muestreo utilizado por este proyecto implica realizar un análisis entre los individuos de la población total, por ende, el muestreo aleatorio simple garantiza la obtención de muestras representativas en función del número de cabezas de ganado, en consecuencia, la muestra estará compuesta por cinco fincas ganaderas, ya que esto equivale al número representativo de cabezas de ganado, es decir, 500 reses.

En este estudio, se empleó la metodología de campo, la cual implica la extracción directa de información de la realidad, esta metodología se aplicó mediante la realización de entrevistas en la Parroquia Eloy Alfaro, la investigación experimental incorporó la manipulación de variables, adoptando así un enfoque mixto que incluye la recopilación de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Se recurrió al método estadístico para comparar y gestionar los datos cuantitativos, generando gráficos representativos que muestran el porcentaje de gas metano en la zona de estudio, asimismo, se utilizó el método cartográfico para representar geográficamente la investigación, incluyendo la ubicación espacial del área de estudio, así como la representación de concentraciones altas y bajas de gas metano (CH₄) y mapas de cambios en la cobertura vegetal.

El recurso principal utilizado se centra en las fincas ganaderas, y los materiales empleados incluyeron un medidor de gases Crowcon Treta 3, software cartográfico ArcGIS 10.8, software estadístico Minitab 21 y un dispositivo GPS. A la vez se optó por utilizar la observación y la entrevista como técnicas, ya que son métodos objetivos y directos que posibilitaron obtener una comprensión precisa de la realidad asociada al problema objeto de investigación.

Procedimiento: Monitorear los niveles de gas metano (CH₄) en las zonas con mayor producción ganaderas de la Parroquia Eloy Alfaro. El enfoque metodológico seleccionado para alcanzar este objetivo fue el método de campo, en esta instancia, la identificación se llevó a cabo mediante la observación, eligiendo cinco fincas ganaderas para vigilar los niveles de gas metano (CH₄), los cuales fueron muestreados aleatoriamente debido a la representatividad del número de cabezas de ganado, se empleó el medidor de gases Crowcon Tetra 3 como herramienta de vigilancia, el cual es un dispositivo confiable diseñado para funcionar en todas las condiciones ambientales.

Este dispositivo permitió la medición de los niveles de gas metano (CH₄), el proceso de medición consistió en una vigilancia de cuatro días a la semana, realizada en dos horarios distintos (6:00 a.m. y 17:00 p.m.) durante un mes determinado, una vez obtenidos los resultados, se introdujeron en el software estadístico Minitab 21, donde se calcularon y representaron gráficamente las emisiones totales.

Es importante destacar que durante el monitoreo realizado se consideraron todas las cabezas de ganado (tanto lecheras como de carne), por esta razón, el monitoreo se extendió a lo largo de un mes, ya que los datos obtenidos no varían significativamente, o en caso de variar, la diferencia es mínima, esto se debe a que, en marzo, al ser un mes lluvioso, el ganado permanece en los potreros cercanos a los corrales, lo que ocasiona una mayor concentración de estiércol y facilita el monitoreo, cabe recalcar, que el dispositivo mencionado proporciona datos en unidades de partes por millón (ppm), sin embargo, estos valores fueron convertidos a gramos utilizando factores de conversión establecidos.

También se recopilaron datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre el recuento total de cabezas de ganado en la Parroquia Eloy Alfaro durante el año 2022, esta información facilitó la determinación del nivel anual de gas metano (CH₄) mediante la aplicación de la ecuación proporcionada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), dicha ecuación establece que se debe multiplicar el factor de emisión por el número de cabezas de ganado/kg, los resultados obtenidos se expresaron en kilogramos (kg) y se convirtieron a gigagramos (Gg) para una mejor comprensión. Adicionalmente, se llevaron a cabo múltiples entrevistas con los residentes de la Parroquia Eloy Alfaro, lo que permitió obtener una comprensión más detallada de la situación.

Procedimiento: Identificar las zonas con mayor concentración de gas metano (CH₄) y los cambios de cobertura de suelo en la Parroquia Eloy Alfaro. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una visita de campo, utilizando la técnica de observación para identificar las áreas con mayor actividad ganadera en la Parroquia Eloy Alfaro, una vez completado este proceso, se procedió a recopilar las coordenadas geográficas de cinco fincas utilizando un dispositivo GPS, con el propósito de generar mapas que mostraran las áreas con mayor concentración de gas metano (CH₄), utilizando los datos obtenidos del monitoreo.

Adquisición y pre-procesamiento de las imágenes: Para los mapas de cobertura vegetal se utilizaron imágenes satelitales Sentinel 2-10m, las cuales fueron adquiridas en el portal web Coberturas de La Tierra (<https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e>). Estas imágenes satelitales fueron desde el año 2018 hasta el 2023, para ello, se utilizó el software cartográfico ArcGIS 10.8, una vez, obtenidas las imágenes Sentinel, mediante la herramienta arctoolbok, fueron convertidos de ráster a polígono, lo cual, después de este procedimiento se procedió a su clasificación.

Clasificación supervisada: Esta técnica de teledetección es utilizada, debido a que, el investigador tiene la facilidad de determinar forma, colores y patrones para categorizar diferentes tipos de cobertura terrestre, en este caso la vegetación, utilizando algoritmos y datos satelitales, una vez identificadas las áreas representativas, se creó una lista de clases de cobertura vegetal, luego se delimitó las áreas en las imágenes satelitales para cada cobertura y finalmente se procedió a la asignación de colores espectrales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron y delimitaron diversas áreas de emisión de gas metano (CH₄) en la Parroquia Eloy Alfaro, del Cantón Chone, estas áreas incluyeron Rancho Isabelita (120 cabezas de ganado), Rancho Los Almendros (150 cabezas de ganado), Rancho Los Cirilos (50 cabezas de ganado), Rancho San Pedro (80 cabezas de ganado), y Rancho Santa Mariana (100 cabezas de ganado), asimismo, se llevó a cabo el seguimiento de los niveles de gas metano (CH₄) en los cinco puntos de estudio, y los resultados se detallan en la tabla 2, se emplearon pruebas de ANOVA para comparar las medias de las muestras generales y la prueba de Tukey para agrupar las medias en distintos grupos y compararlas entre sí.

Tabla 2: Medias comparativas mediante la prueba ANOVA

Áreas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
R. Isabelita	4	585.0	96.8	(494.2; 675.8)
R. Los Almendros	4	731.3	121.0	(640.4; 822.1)
R. Los Cirilos	4	243.8	40.3	(152.9; 334.6)
R. San Pedro	4	390.0	64.5	(299.2; 480.8)
R. Snta. Marianita	4	487.5	80.7	(396.7; 578.3)

En la Tabla 2 se muestra la aplicación de la prueba estadística ANOVA con un nivel de confiabilidad del 95%, esta prueba compara las medias de las muestras generales de los cinco sitios de muestreo ubicados en la parroquia rural de Eloy Alfaro. Se observa que los ranchos con mayor emisión de gas metano (CH₄) son Rancho Los Almendros y Rancho Isabelita, lo cual indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en la comparación de las medias de los otros sitios de estudio.

Tabla 3: Agrupación de información, método Tukey

Áreas	N	Media	Agrupación			
R. Los Almendros	4	731.3	A			
R. Isabelita	4	585.0	A	B		
R. Snta. Marianita	4	487.5		B	C	
R. San Pedro	4	390.0			C	D
R. Los Cirilos	4	243.8				D

En la Tabla 3 se presentan los datos del seguimiento de los niveles de gas metano (CH₄) llevado a cabo en diversos ranchos de la parroquia rural Eloy Alfaro, en el cantón Chone, durante los horarios de 6:00 a 17:00, como se puede observar, los niveles más elevados de gas metano (CH₄) se registraron en el Rancho Los Almendros, con 731.3 gramos, seguido por el Rancho Isabelita, con 585.00 gramos, por otro lado, el Rancho Santa Marianita mostró valores de 487.5 gramos, el Rancho San Pedro registró niveles de 390 gramos, y finalmente, el Rancho Los Cirilos presentó valores de 243.8 gramos. Es evidente que todas las variables son estadísticamente diferentes entre sí, ya que comparten un grupo que no es significativamente diferente estadísticamente, además, es importante destacar que los valores más altos del monitoreo se obtuvieron durante el horario de 6:00 am en cada una de las áreas monitoreadas, la información previamente mencionada se respalda con los datos presentados en el grafico 1, donde se evidencia que las variables que no incluyen un intervalo que abarca el cero son notablemente distintas.

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

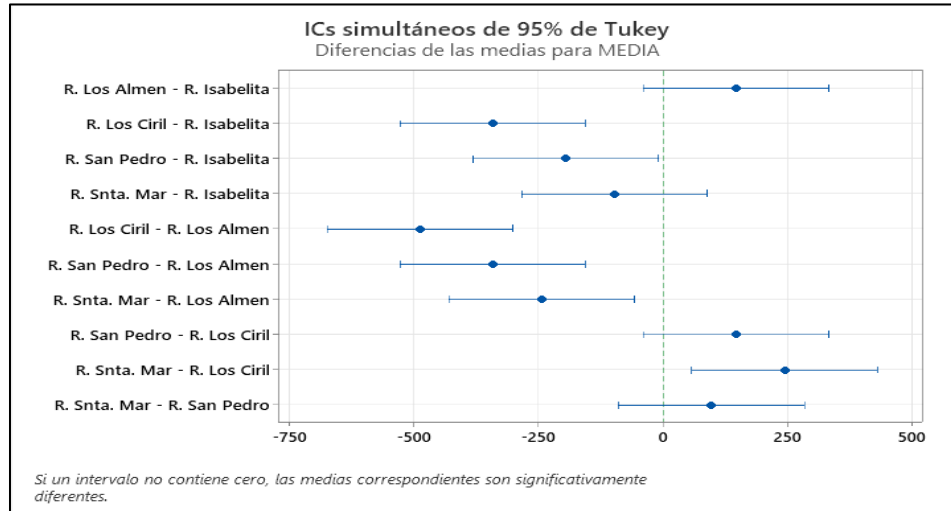


Gráfico 1: Diferencia entre las cinco áreas de monitoreo de gas metano

Basándonos en los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para el año 2022, se registra un total de 30,052 cabezas de ganado en la parroquia Eloy Alfaro, al aplicar la ecuación proporcionada por el IPCC para calcular los niveles anuales de gas metano (CH₄), se obtuvo el siguiente resultado:

Ecuación de Fermentación Entérica para Ganado

Emisiones= (FE*norteT)

FE: factor de emisión
norteT: número de cabezas de ganado

Gráfico 2: Ecuación del IPCC

Fuente: (23)

Tabla 4: Emisiones totales

Cálculo de las emisiones totales de CH ₄ de la Parroquia Eloy Alfaro							
FE*N	Terneras	Vaonas	Vacas	Terneros	Toretos	Toros	Total
FE=56	213920kg	321440kg		229040kg	228312kg	54264kg	1864608 kg
FE=72			817632kg				

$$\text{Emisiones totales} = \frac{1864608 \text{ kg}}{1000} = \mathbf{1.864,608 \text{ Gg (Anual)}}$$

La Tabla 4 presenta los datos generales de la Parroquia Eloy Alfaro en relación al factor de emisión (FE), donde se utiliza un factor de emisión de 72 para el sector lácteo y un FE de 56 para el sector cárnico, entre otros, esto resulta en un total de 1.864,608 Gg para el año 2023, por lo tanto, diversos factores que afectan los resultados obtenidos incluyen la diversidad arbórea, el número de cabezas de ganado destinadas a la producción de leche y los factores ambientales, entre otros. Según la entrevista realizada a los propietarios de los ranchos, indicaron que han estado dedicados a la ganadería durante más de 50 años, con la producción de carne y leche como las

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

actividades más rentables, la cantidad de ganado varía en cada rancho, oscilando entre 50 y 300 cabezas, aunque actualmente esta cifra ha disminuido debido a las actividades de producción y consumo. Los propietarios y trabajadores dedican entre 8 y 10 horas diarias a la ganadería, debido al número de ganado y las diversas actividades involucradas, como el ordeño y el pesaje, que se realizan manualmente, en cuanto al impacto ambiental de la ganadería, mencionaron su falta de conocimiento al respecto, pero expresaron interés en recibir capacitación para aplicar prácticas ambientales adecuadas.

Aunque no están al tanto del impacto específico del metano (CH₄) generado por la ganadería en el medio ambiente y la salud, reconocen que la ganadería afecta los suelos, contamina el agua y el aire, y contribuye a la deforestación debido al pastoreo excesivo. En relación con el estiércol, mencionaron que lo utilizan como fertilizante en cultivos de maíz, cacao, maracuyá, entre otros, pero, aunque algunos están familiarizados con las técnicas para obtener biol y biogás, no las han implementado debido a la falta de conocimientos sobre estas aplicaciones, sobre las técnicas de aprovechamiento del estiércol en los ranchos, los propietarios estuvieron de acuerdo, siempre y cuando reciban asesoramiento adecuado, ya que señalaron que el Ministerio de Agricultura y Ganadería rara vez proporciona capacitación sobre estos temas, que consideran deberían ser de conocimiento público.

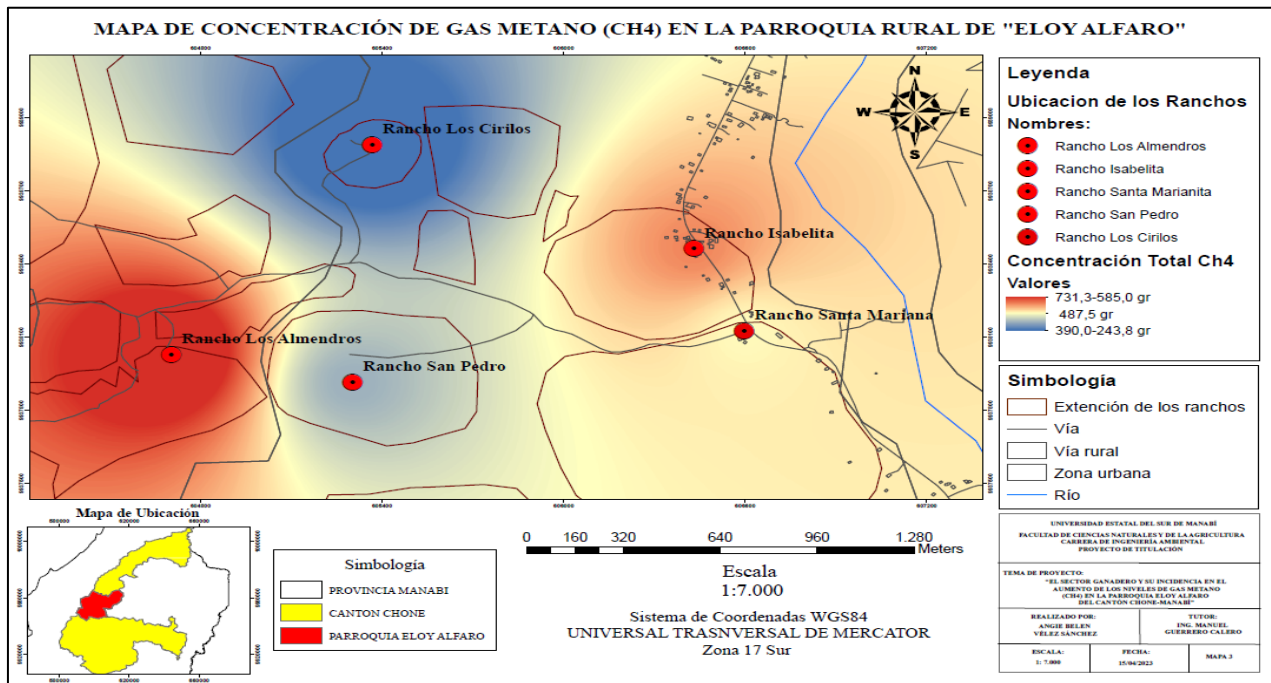


Gráfico 3: Mapa de concentración de los niveles de gas metano

En el gráfico 3 se evidencian los niveles de concentración de gas metano (CH₄), resaltando que la mayor concentración se registra en el Rancho Los Almendros (731.1 gr), seguido por el Rancho Isabelita (585.0 gr), el Rancho Santa Marianita (487.5 gr), el Rancho San Pedro (390.0 gr) y finalmente el Rancho Los Cirilos (243.8 gr). Estas diferencias en los niveles se atribuyen a las disparidades en la cantidad de ganado presente en cada finca ganadera, además, es importante

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

notar que varios de estos predios emplean sistemas silvopastoriles, lo que resulta relevante pues contribuye a mitigar problemas como la erosión y la degradación del suelo, además de reducir las emisiones de gas metano, ayudando así a abordar el cambio climático. Al comparar los niveles registrados por la mañana con los obtenidos por la tarde, se observa que los niveles matutinos son más altos, esto se explica por la influencia de factores ambientales como la temperatura, la presión atmosférica, la dirección y la velocidad del viento, además, por la mañana, el ganado está confinado, mientras que por la tarde regresa a los pastizales.

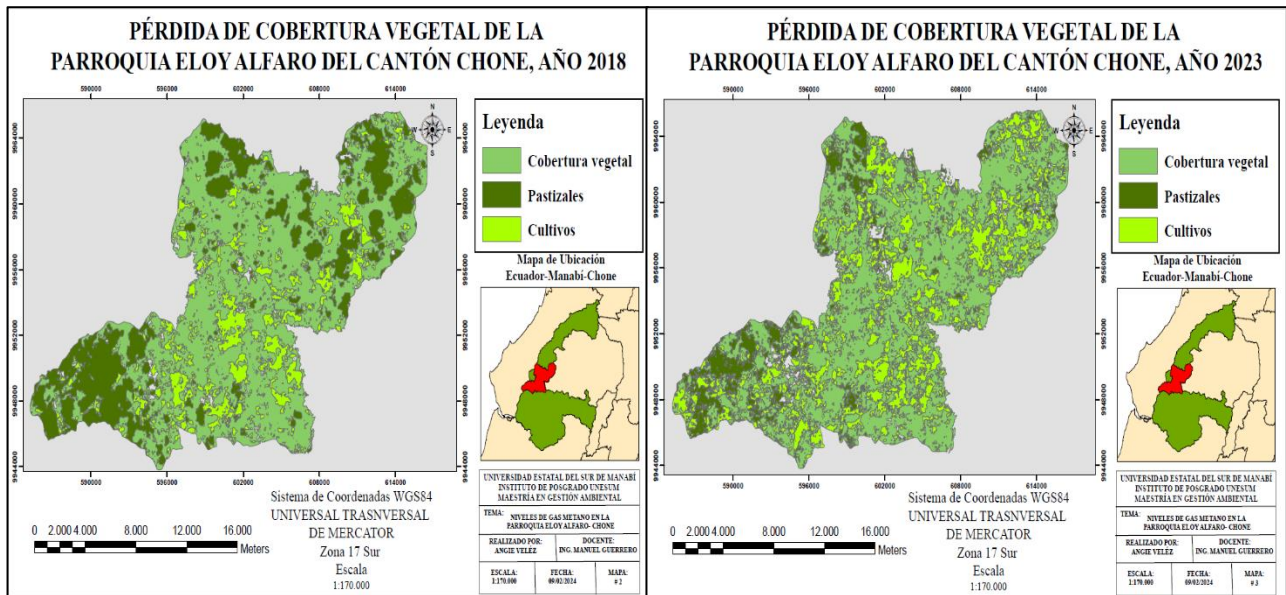


Gráfico 4: Mapa de cambio de cobertura vegetal, Parroquia Eloy Alfaro 2018-2023

A continuación, en la Tabla 6 y 7, se muestra el número y porcentaje de hectáreas de cobertura vegetal y uso de suelo.

Tabla 5: Número de hectáreas de cobertura vegetal y uso de suelo

Cobertura y uso de la tierra		
Clase	Número de hectáreas-Año 2018	Número de hectáreas-Año 2023
Cobertura vegetal	192399071.57	190084414.67
Pastizales	78977249.08	34482481.41
Cultivos	50379942.72	95963789.11
Total	321756263.36	320530685.19

Tabla 6: Porcentaje de hectáreas de cobertura vegetal y uso del suelo

Cobertura y uso de la tierra		
Clase	% de hectáreas-Año 2018	% de hectáreas-Año 2023
Cobertura vegetal	59.80 %	59.30 %
Pastizales	24.55 %	10.76 %
Cultivos	15.66 %	29.94 %
Total	100 %	100 %

En la tabla 7 se detalla el porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, en el período 2018-2023.

NIVELES DE GAS METANO EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO- CHONE

Tabla 7: Porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, 2018-2023

Porcentaje en pérdida y aumento de la cobertura vegetal, 2018-2023		
Clase	Pérdida	Aumento
Cobertura vegetal	0.49 %	
Pastizales	13.79 %	
Cultivos		14.28 %

Según información proporcionada por la Comisión Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa (CONEFA), la parroquia Eloy Alfaro abarca aproximadamente 32.768 hectáreas, las cuales el 50% son utilizadas para la actividad ganadera, 17% agrícola, el 13% agropecuario mixto, 0.37% actividades antrópicas, entre otros, además, se observa un aumento en la producción ganadera cada década, lo que indica un incremento en el uso y la transformación del suelo (24).

Además, la falta de un adecuado sistema de eliminación de residuos, derivada de la ausencia de vehículos recolectores, conduce a un aumento en la quema de desechos, por otro lado, los incendios forestales, causados tanto por actividades humanas como por condiciones climáticas extremas como sequías, podrían haber ocasionado la destrucción de extensas áreas de vegetación en la Parroquia Eloy Alfaro durante ese periodo, también es importante señalar que el crecimiento de zonas urbanas y la expansión de infraestructuras humanas, como carreteras, viviendas y otras edificaciones, posiblemente han contribuido a la pérdida de hábitats naturales y a la consiguiente reducción de la cobertura vegetal.

En el análisis comparativo de los mapas del año 2023 respecto al 2018, se evidencia una pérdida del área de pastizales, atribuible principalmente a la actividad ganadera, sin embargo, se observa la existencia de áreas que han experimentado procesos de reforestación, así como una regeneración natural de la vegetación, la cual podría haber desempeñado un papel significativo, es posible que especies vegetales autóctonas hayan proliferado y se hayan regenerado de manera natural en las zonas afectadas.

En la Tabla 7, se observa los porcentajes de pérdida y aumento de la cobertura vegetal, en el cual se identifica que, en los cultivos, aumento las áreas del año 2018 al 2023 a un 14.28%, es importante señalar que es factible que se hayan implementado cambios en las prácticas agrícolas y de uso del suelo que favorecieron la conservación y restauración de la vegetación, esto podría incluir la adopción de métodos agrícolas más sostenibles o la limitación de la expansión urbana sobre áreas naturales.

Discusión: Según los datos obtenidos en relación al primer objetivo, se evidencia que los niveles de gas metano (CH₄) oscilan entre 975 gramos y 2925 gramos, sin embargo, se observa que dos de los cinco predios investigados, es decir, los ranchos Los Almendros e Isabelita, registran valores altos tanto a las 06:00 am como a las 17:00 pm, por otro lado, el rancho Santa Marianita alcanzó valores de hasta 1950 gramos a las 06:00 am.

De acuerdo con Del Prado y Manzano (2), estos niveles elevados de gas metano (CH₄) se atribuyen a los impactos ambientales acelerados provocados por la ganadería, que es el principal emisor de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, estos datos demuestran que la ganadería

contribuye significativamente a las emisiones de varios gases, incluido el metano, que tiene un potencial de calentamiento atmosférico hasta 23 veces mayor que el dióxido de carbono, lo que contribuye al calentamiento global.

Además, los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (13), indican que se emiten un total de 1.864,608 gigagramos anuales de gas metano, destacando que el ganado destinado a la producción lechera emite el doble de gas metano (CH₄) debido a la mayor cantidad de reses destinadas a esta actividad, por ende, es relevante señalar que, según el monitoreo realizado en los cinco predios ganaderos, el 0.031% del metano emitido corresponde a 500 reses. Con respecto al segundo objetivo, sobre las zonas de mayor concentración de gas metano, en la figura 5 se observa que los valores más altos se registran durante la mañana.

Varios factores influyen en la concentración de gas metano (CH₄), como la dieta del ganado, el procesamiento de alimentos y otros factores mencionados por Johnson & Johnson (25), lo que puede conducir a altas concentraciones de este gas. En relación con las entrevistas realizadas a los propietarios de los predios ganaderos, señalaron que la ganadería conlleva deforestación, erosión y degradación del suelo.

Así como la contaminación de las fuentes de agua, sin embargo, debido al crecimiento de la producción, los propietarios necesitan expandir la extensión de sus tierras para la ganadería, lo que afecta a la biodiversidad, como indican Milesi & Gutiérrez (8), ya que, los niveles de deforestación continúan aumentando con el paso del tiempo. Con respecto a los mapas de cobertura vegetal (gráfico 4), se observa un cambio en la estructura del paisaje, principalmente debido a actividades antrópicas generadas por la ganadería que utiliza el 50% de las tierras, según lo señalado por la CONEFA (24), no obstante, se observa que hay restauración en varias áreas que han sido intervenidas por actividades antrópicas.

CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo esta investigación, se pudo determinar que, entre las cinco zonas estudiadas, los ranchos Los Almendros y Santa Isabelita fueron los lugares donde se registraron los niveles más altos de gas metano (CH₄), es importante destacar que estos niveles pueden variar debido a diversos factores como las condiciones ambientales, la alimentación del ganado y la implementación de sistemas silvopastoriles, entre otros, asimismo, se observó que los niveles de metano fueron más altos durante la mañana, lo cual sugiere que en ese momento el ganado se concentra más en los corrales, lo que aumenta la concentración de metano, según la relación de los niveles de metano anual, se estima que el 0.031% equivale a la emisión de metano de 500 reses.

Se generó un mapa que representa los niveles de concentración de gas metano (CH₄), el cual exhibe variaciones en las zonas de monitoreo y en los horarios de muestreo (mañana y tarde), este mapa refleja un comportamiento dinámico del gas mediante colores que van desde el rojo (mayor concentración) hasta el azul (menor concentración), se observa un aumento en los niveles de gas por la mañana, mientras que disminuyen por la tarde.

Por otro lado, al analizar los mapas de cobertura vegetal, se constató que ha habido una pérdida de cobertura desde el año 2018 hasta el 2023, esta disminución se atribuye principalmente a la actividad ganadera, especialmente al pastoreo intensivo, cabe recalcar que, en los cultivos, las áreas reforestadas aumentaron un 14,28%, esto debido a que es muy probable que los agricultores hayan adoptado métodos agrícolas más sostenibles

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WRM 85 Boletín. La agricultura y la ganadería de la deforestación | Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales [Internet]. 2004 [cited 2023 Feb 9]. Available from: <https://www.wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin/la-agricultura-y-la-ganaderia-de-la-deforestacion>
2. Del Prado A, Manzano P. La ganadería y su contribución al cambio climático. Helda [Internet]. 2020;1–36. Available from: <http://hdl.handle.net/10138/328757>
3. Rivera-Ferre MG. Impactos de la ganadería industrial IAASTD View project Impacts, vulnerability and Adaptation of Mediterranean Apiculture to climate change View project. 2007 [cited 2022 Dec 20]; Available from: www.fao.org/newsroom/es/
4. Espejo RP. El lado oscuro de la ganadería. El lado oscuro la Ganad [Internet]. 2008 [cited 2023 Feb 10];39(154):217–27. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. Casamiquela C, Delgado RG, Dillon J, Otaño C, Naso G, Boari R, et al. Mercado de Ganados y Carnes Proyecciones 2023 OCDE-FAO. 2014;
6. Datosmacro. Emisiones de metano (CH₄) 2018 | [Internet]. 2018 [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-ch4?anio=2018>
7. ONU. La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte | Noticias ONU [Internet]. 2006 [cited 2022 Dec 4]. Available from: <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>
8. Milesi O, Gutiérrez E. GANADERÍA, OPORTUNIDAD Y AMENAZA PARA UNA AMÉRICA LATINA SOSTENIBLE Volver a: Orígenes, evolución, estadísticas y análisis de la ganadería LA GANADERÍA LATINOAMERICANA ES UN SECTOR ESTRATÉGICO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA REGIÓN Y DEL MUNDO. 2016 [cited 2023 Mar 5]; Available from: www.produccion-animal.com.ar
9. FAO. Producción pecuaria en América Latina y el Caribe | Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. 2022 [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>
10. FAO. Una colaboración estratégica entre la empresa privada y la FAO Ganadería climáticamente inteligente en Ecuador. 2021;(Ganadería climáticamente inteligente en Ecuador).
11. Franco WR, Catucuago CL, Alvarez WG, Bazantes K del R. Uso pecuario intensivo, propiedades químicas del suelo y sostenibilidad en los Andes al norte del Ecuador. Scielo

- [Internet]. 2021 [cited 2022 Dec 21];39. Available from: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672021000100079&lang=es
12. Taípe M, Duicela L, Solorzano J, Molina C, López Z, Aranguren J, et al. Vista de Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria. 2022 [cited 2022 Dec 21]. p. 1–20. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2588/3830>
 13. MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. 2022 [cited 2023 Apr 27]. Available from: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>
 14. Gerber. P, Steinfeld. H, Henderson. B, Mottet. A, Opio. C, Dijkman. J, et al. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. 2019 [cited 2022 Dec 19]; Available from: www.fao.org/publications
 15. Zambrano CAC, Solórzano LJZ, Vargas DMP, Gómez SGC. Impactos Ambientales Generados Por La Ganadería En La Provincia De Santo Domingo De Tsáchilas. UNESUM-Ciencias Rev Científica Multidiscip ISSN 2602-8166. 2021;5(2):69–78.
 16. Barrero A. Panorama - Acuerdo mundial para reducir las emisiones de metano - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. 2021 [cited 2022 Dec 19]; Available from: <https://www.energias-renovables.com/panorama/el-gas-natural-tiene-una-potencia-de-20211103>
 17. Harris L. La verdad detrás de la ganadería y el cambio climático [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 10]. Available from: <https://www.alltech.com/es-mx/blog/la-verdad-detras-de-la-ganaderia-y-el-cambio-climatico>
 18. Flickr. Fuentes, usos y efectos del gas metano en el medio ambiente | My Star Idea [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 11]. Available from: https://mystaridea.com/es/qué-es-el-gas-metano/#Efectos_del_gas_metano_en_nuestro_entorno
 19. MAE. MAE ejecuta proyecto sobre manejo de ganadería sostenible – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 7]. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-ejecuta-proyecto-sobre-manejo-de-ganaderia-sostenible/>
 20. García W. Ministerio del Ambiente de Ecuador. 2019;(Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador):12.
 21. SPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2012 Contenido. 2012;
 22. Morales IM. La acumulación de estiércol en los pastizales ganaderos [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 19]. Available from: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/408-la-acumulacion-de-estiercol-en-los-pastizales-ganaderos>
 23. IPCC. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. 2006.
 24. PDOT CHONE. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CHONE. GADS CHONE. 2014.
 25. Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. J Anim Sci [Internet]. 1995 Aug 1

[cited 2023 Jan 15];73(8):2483–92. Available from:
<https://academic.oup.com/jas/article/73/8/2483/4632901>