

# Emisiones de metano generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado vacuno en la granja ganadera de Calzada

*por Marcos Antoño Quiroz Lopez*

---

**Fecha de entrega:** 11-ago-2023 10:08a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2144471308

**Nombre del archivo:** ING.\_AMBIENTAL\_-\_Marcos\_Anto\_o\_Quiroz\_Lopez.docx (3.52M)

**Total de palabras:** 16351

**Total de caracteres:** 86691



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución -  
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Emisiones de metano generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado vacuno en la granja ganadera de Calzada**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Marcos Antoño Quiroz Lopez

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

**Código N° 6053321**

**Moyobamba – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Emisiones de metano generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado vacuno en la granja ganadera de Calzada**

**AUTOR:**

Marcos Antoño Quiroz Lopez

**Sustentada y aprobada el día 23 de noviembre del 2022, por los siguientes jurados:**

.....  
**Lic. M.Sc. Fabián Centurión Tapia**

**Presidente**

.....  
**Ing. M.Sc. Gerardo Caceres Bardalez**

**Secretario**

.....  
**Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez**

**Miembro**

.....  
**Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz**

**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad

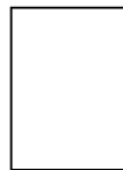
**Marcos Antoño Quiroz Lopez**, con DNI N° <sup>19</sup> DNI N° 71138250, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Emisiones de metano generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado vacuno en la granja ganadera de Calzada.**<sup>1</sup><sup>2</sup>

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 23 de noviembre del 2022.



.....  
**Marcos Antoño Quiroz Lopez**

DNI N° 71138250

## Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado:

A mis padres; Irma y Raúl, a quienes les debo la existencia, que con su amor, responsabilidad y esfuerzo me han acompañado y brindado su apoyo a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por sus consejos ante tantas adversidades y demostrarme que Dios está siempre conmigo.

A mis hermanos, Alexander, Brayan y a mi abuelita Juana, que más allá de la distancia, fueron una base y soporte emocional vital para el camino hacia la superación como profesional.

A mis verdaderos amigos; Miguel Tomas, David Esteban, Jimmy Limay, Esthefani Nicol, quienes me demostraron acciones de una sincera y verdadera amistad.

**Marcos Antoño.**

## Agradecimientos

<sup>2</sup> Quiero expresar mi plena gratitud a Dios, a quien deposito muchísima fe y confianza al cumplimiento del plan que tiene destinado para mí y mi familia.

Así mismo, mi agradecimiento a la Universidad Nacional de San Martín-Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental-Facultad de Ecología, a los docentes que, con sus enseñanzas de sus valiosos conocimientos, permitieron que pueda crecer como profesional, gracias a <sup>2</sup> cada uno de ustedes por su dedicación y desempeño e importante labor cada día.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Días, <sup>2</sup> principal colaborador durante todo este proceso desarrollado en el presente proyecto de investigación, <sup>2</sup> que con su direccionamiento, conocimiento y enseñanza permitió que <sup>2</sup> el proyecto culmine satisfactoriamente.

El autor.

**Índice general**

	Pág.
Dedicatoria .....	vi
Agradecimientos .....	vii
Índice general .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
Introducción .....	1
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Bases teóricas .....	5
1.3. Definición de términos básicos .....	13
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
2.1. Material .....	15
2.2. Métodos .....	15
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
3.1. 3.1. Determinación de emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados en la granja ganadera de Calzada .....	20
3.1.1. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados de tipo vacuno .....	21
3.1.2. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados de tipo ovino .....	33
3.1.3. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados de tipo caprino .....	34
3.1.4. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados de tipo equino .....	35
3.1.5. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica de ganados de tipo vacuno, ovino, caprino y equino .....	36



3.2. Determinar <sup>1</sup> las emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados en la granja ganadera de Calzada.....	39
3.2.1. <sup>1</sup> Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo vacuno .....	39
3.2.2. <sup>1</sup> Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo ovino .....	40
3.2.3. <sup>1</sup> Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo caprino .....	40
3.2.4. <sup>1</sup> Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo equino .....	41
3.2.5. <sup>1</sup> Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo vacuno, ovino, caprino y equino .....	42
3.3. Analizar y comparar las <sup>1</sup> emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado .....	44
3.3.1. <sup>2</sup> Análisis y comparación de emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) por tipo de ganado ...	44
3.3.2. <sup>33</sup> Análisis estadístico de los tipos de emisiones de metano generados por ganados .....	45
3.3.3. <sup>7</sup> Distribución porcentual total de emisiones de metano y CO <sub>2</sub> eq generados por fermentación entérica y manejo de estiércol .....	46
3.4. <sup>1</sup> Discusión de resultados .....	47
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS .....	57
Anexo 1. Ubicación de área de estudio .....	58
Anexo 2. Registro fotográfico .....	59

## 2 Índice de tablas

Tabla 1. Poder de calentamiento global (PCG) de los GEI .....	7
Tabla 2. Emisiones de GEI por sectores del Perú (2012) .....	11
Tabla 3. Factores de emisión de fermentación entérica para tipo de ganado ovino, caprino y equino .....	18
Tabla 4. Factores de emisión por defecto de manejo de estiércol para los tipos de ganado .....	18
Tabla 5. Estadístico de peso (kg) en pie de ganado vacuno lechero en producción y sin producción .....	23
Tabla 6. Estadístico de producción diaria de leche (kg/día) por ganados vacunos lecheros .....	23
Tabla 7. Estadístico de consumo de alimento en materia seca (CAMS), en kg/día de ganado vacuno lechero en producción y sin producción .....	24
Tabla 8. Estadístico de absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganado vacuno lechero en producción y sin producción .....	25
Tabla 9. Estadístico de factores de emisión (FE), en kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año, de ganado vacuno lechero en producción y sin producción .....	26
Tabla 10. Estadístico de peso (kg) en pie de ganado vacuno no lechero .....	29
Tabla 11. Estadístico de consumo de alimento en materia seca (CAMS), en kg/día de ganado vacuno no lechero .....	30
Tabla 12. Estadístico de absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganado vacuno no lechero .....	30
Tabla 13. Estadístico de factores de emisión (FE), en kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año, de ganado vacuno no lechero .....	31
Tabla 14. Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH <sub>4</sub> /año y GgCH <sub>4</sub> /año) y CO <sub>2</sub> eq por fermentación entérica de género de ganados .....	36
Tabla 15. Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH <sub>4</sub> /año y GgCH <sub>4</sub> /año) por fermentación entérica de tipos de ganados .....	37
Tabla 16. Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH <sub>4</sub> /año y GgCH <sub>4</sub> /año) por manejo de estiércol de género de ganados .....	42
Tabla 17. Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH <sub>4</sub> /año y GgCH <sub>4</sub> /año) por manejo de estiércol de tipos de ganados .....	43
Tabla 18. Rangos de la variable emisión de metano .....	45
Tabla 19. Estadístico de prueba U de Mann Whitney .....	45

## Índice de figuras

Figura 1. Distribución porcentual y en cantidades de la población de ganados .....	20
Figura 2. Distribución porcentual de tipos de ganado vacuno.....	21
Figura 3. Distribución porcentual de tipos de ganado vacuno lechero .....	21
Figura 4. Distribución porcentual de pesos de ganado vacuno lechero.....	22
Figura 5. Factores de emisión (FE) en kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año, para ganados vacunos lecheros en producción y sin producción .....	27
Figura 6. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados vacunos lecheros en producción y sin producción por fermentación entérica. ....	28
Figura 7. Distribución porcentual de pesos de ganado vacuno no lechero.....	28
Figura 8. Factor de emisión (FE) en kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año, para ganado vacuno no lechero .....	32
Figura 9. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados vacunos no lecheros por fermentación entérica .....	32
Figura 10. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganado ovino por fermentación entérica .....	33
Figura 11. Distribución porcentual de tipo de ganados caprino .....	34
Figura 12. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados caprinos por fermentación entérica.....	34
Figura 13. Distribución porcentual de tipo de ganado equino.....	35
Figura 14. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados equinos por fermentación entérica.....	36
Figura 15. Distribución porcentual de emisiones de metano por fermentación entérica por tipo de ganados .....	38
Figura 16. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados vacunos por manejo de estiércol .....	39
Figura 17. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganado ovino por manejo de estiércol .....	40
Figura 18. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados caprinos por manejo de estiércol .....	40
Figura 19. Distribución porcentual de emisiones de CH <sub>4</sub> /año de ganados equinos por manejo de estiércol .....	41

Figura 20. Distribución porcentual de <sup>1</sup> emisiones de metano por manejo de estiércol por tipo de ganados .....	44
Figura 21. Emisiones de metano (kgCH <sub>4</sub> /año) según tipo de ganado .....	44
Figura 22. Distribución porcentual total de emisiones de CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> eq generados por <sup>12</sup> fermentación entérica y manejo de estiércol .....	46

## Resumen

La investigación tuvo como área de estudio a la granja ganadera de Calzada, ubicado en el distrito del mismo nombre, donde el objetivo principal fue “Evaluar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y por manejo de estiércol de ganado en la granja ganadera de Calzada.”, para lo cual fue necesarios identificar los tipos de ganados, la población de cada uno de ellos, si como el peso en pie y producción de leche en kg/día para el caso de ganados vacunos a fin de determinar sus respectivos factores de emisión, los mismos que para los otros ganados fueron adoptados de las directrices del IPCC, donde además tuvo fundamentó la metodología, a partir de ello, se determinó que el ganado vacuno emite el 83,4% de emisiones por fermentación entérica equivalente a 11226,80 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,01123 GgCH<sub>4</sub>/año, dentro de los cuales los que mayor emiten dentro de este grupo son el ganado vacuno lechero sin producción, en producción y ganado no lechero, sucediente lo mismo, para el caso de las emisiones de metano por manejo de estiércol, donde con 64,56% de las emisiones totales el ganado vacuno emite mayor metano al ambiente, asimismo, se determinó que las emisiones por fermentación son mucho mayores con 98,30% equivalente a 0,01368 GgCH<sub>4</sub>/año con respecto al 1,70% que es de 0,232x10<sup>-3</sup> GgCH<sub>4</sub>/año por manejo de estiércol, contrastando además la existencia de diferencias significativas entre ambas emisiones de metano en la granja ganadera de Calzada.

**Palabras clave:** Emisiones de metano, fermentación entérica, manejo de estiércol.

## Abstract

The main objective of the research was to "Evaluate methane (CH<sub>4</sub>) emissions generated by enteric fermentation and livestock manure management at the Calzada livestock farm", for which it was necessary to identify the types of livestock, the population of each of them, as well as the weight of the cattle and milk production in kg/day in the case of cattle in order to determine their weight and milk production in kg/day. "In order to do so, it was necessary to identify the types of cattle, the population of each one of them, as well as the weight on foot and milk production in kg/day in the case of cattle in order to determine their respective emission factors, The same factors that for the other livestock were adopted from the IPCC guidelines, where the methodology was also based on, it was determined that cattle emit 83.4% of emissions by enteric fermentation equivalent to 11226.80 kgCH<sub>4</sub>/year and 0.01123 GgCH<sub>4</sub>/year, The same is true in the case of methane emissions from manure management, where cattle emit 64.56% of total emissions, the most methane to the environment, Likewise, it was determined that emissions from fermentation are much higher with 98.30% equivalent to 0.01368 GgCH<sub>4</sub>/year compared to 1.70% which is 0.232x10<sup>-3</sup> GgCH<sub>4</sub>/year for manure management, also contrasting the existence of significant differences between both methane emissions in the Calzada cattle farm.

**Key words:** Methane emissions, enteric fermentation, manure management.

## Introducción

El cambio climático durante los últimos tiempos continúa impactando a los ecosistemas de y al mismo tiempo amenaza la salud de la población actual y pone en riesgo el de las generaciones futuras (Zúñiga, 2016). Esto se debe al incremento de la contaminación y a su vez al incremento de los gases de efecto invernadero, que se debe principalmente a las actividades antrópicas, tales como la ganadería que a nivel mundial cumple un rol muy importante, a raíz de que, de acuerdo a la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 56% de las emisiones mundiales generadas por el sector agropecuario se deben a la ganadería por la fermentación entérica y la gestión del estiércol (Herranz, 2018).

En base a la información proporcionada por diversos inventarios de emisiones, se tiene conocimiento que el campo ganadero mundial favorece con un importante porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero al producir gases como, óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en todo el proceso de producción. Es de conocimiento que las emisiones de metano se atribuyen generalmente a dos procesos; la primera que es la fermentación entérica que tiene lugar en el sistema digestivo de los animales y el segundo que es el manejo de estiércol, cuyo principal responsable de las emisiones es el ganado bovino el principal responsable (Cambra et al., 2008).

Por otro lado, el Perú forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1992, asumiendo así compromisos y obligaciones en la materia, siendo el país en el año 1992 considerado como una nación de bajas emisiones per cápita y totales, con solo un 0,3% sobre el total de emisiones mundiales, pero en el año 2012 se reportó a la CMNUCC que las emisiones de GEI en nuestro país se han incrementado desde el año 1994 al 2012 en un 73%, al igual que la fermentación entérica se incrementó en 40 % durante mencionado periodo, representando así el 41 % del sector agrícola y el 6,3% de las emisiones totales del país (MINAM 2016, como se citó en Díaz, 2020).

Alvarado (2018), refiere que el Perú mostró su obligación al unirse al Protocolo de Kioto en el año 2002 y firmando en el Acuerdo de París en el 2016, con la necesidad de minimizar en 30% las emisiones de gases de efecto invernadero hasta el 2030; no obstante, no se tiene información suficiente de campo acerca de nuestra realidad ganadera lo cual contribuya a

dar cumplimiento a los objetivos, a razón de lo cual existe <sup>4</sup> incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI.

En ese contexto, en el distrito de Calzada se ubica la granja ganadera, un lugar de suma importancia a nivel regional, que tomando en consideración es que nació la iniciativa de desarrollar la investigación, fundamentado en la problemática de ¿Cuál es la cantidad de <sup>1</sup> emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y por <sup>1</sup> manejo de estiércol de ganado en la granja ganadera de Calzada?, siendo el principal objetivo “Evaluar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y por manejo de estiércol de ganado en la granja ganadera de Calzada”, cuyos objetivos específicos fueron, 1ro: Determinar <sup>1</sup> las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados <sup>1</sup> en la granja ganadera de Calzada; 2do: Determinar <sup>13</sup> las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados en la granja ganadera de Calzada, y; 3ro: Analizar y comparar las <sup>13</sup> emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado.

En primer capítulo <sup>6</sup> de la investigación, se presentan resúmenes de los antecedentes de <sup>6</sup> investigación relacionados al tema estudiado, además se dan a conocer las bases teóricas, y, por último, la definición de términos básicos.

En el capítulo II, se describen los materiales empleados para la recolección de los datos, especificando también la metodología utilizada, donde se describe todo el procedimiento realizado para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados.

En el tercer capítulo, se presentan <sup>6</sup> los resultados de la investigación, de acuerdo cada uno de los objetivos específicos trabajados, se presentan también las discusiones analizando y comparando los resultados obtenidos en correspondencia a los antecedentes de investigación, además de las conclusiones y recomendaciones.



# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Antecedentes de la investigación**

#### **A nivel internacional**

Márquez (2021), en su investigación de postgrado titulado, “estimación de la huella de carbono proveniente de la fermentación entérica y gestión del estiércol de rumiantes en la media y alta Guajira”, bajo las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) identificó factores de emisión para ovinos, caprinos y bovinos. Como resultados en base a las estimaciones menciona que las mayores emisiones lo generan los caprinos con 5,84 t de CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>, seguido con 3,27 t de CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup> por los ovinos, en tanto, las emisiones para otros bovinos y bovinos en ordeño fueron de 1,92 y 1,71 t de CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>, cuyas estimaciones comprenden a 2444 ovinos, 214 bovinos y 3486 caprinos. Concluye que la fermentación entérica es la que más metano emite al ambiente, representando el 81% de las emisiones de GEI en su área de estudio.

Tongwane y Moeletsi (2021), en su artículo científico titulado, “emisiones provinciales de carbono del ganado provenientes de la fermentación entérica y el manejo del estiércol en Sudáfrica”, menciona que la ganadería representa una de las principales fuentes de emisión de GEI en Sudáfrica, siendo la principal fuente el metano de ganados generados por fermentación entérica. Determinó en su estudio que el metano por fermentación entérica es el 64,54% de las emisiones totales, seguido de emisiones de pastos, pastizales y con 27,66% las emisiones de potreros, asimismo, determinó que la gestión del estiércol genera el 3,45% de emisiones de metano, aportando la carne comercial el 50,21%, seguida de la carne vacuna de subsistencia con el 36,72%, luego la lechería comercial con el 10,52% y con el 2,52% el ganado de engorde. Asimismo, determinó que entre las provincias con mayores emisiones de ganado se encuentra Eastern Cape con 8,66 Mt CO<sub>2</sub> e y que representa la cuarta parte, seguido de las provincias de KwaZulu-Natal con el 20% equivalente a 7,14 Mt CO<sub>2</sub> e y el Estado libre con 16% y 5,65 Mt CO<sub>2</sub> e. Concluye que los factores de emisión son mucho más altos en Sudáfrica que en África.

Luque (2016), en su investigación titulada, “el gas metano y su relación con las actividades ganaderas de la provincia de Manabí, Ecuador”, en un lapso de 10 años logro determinar la relación existente entre las emisiones de metano y la población de ganado bovino en la provincia de Manabí. La metodología desarrollada tuvo como referencia a las guías y directrices establecidas por el IPCC, 2006, empleando el software IPCC 2006 versión 2.10. Determinó que en la provincia de Manabí las emisiones de metano son considerablemente altas con valor 531,68 Gg. de CH<sub>4</sub>, principalmente por la generación de emisiones por fermentación entérica, que a la vez emite aproximadamente 50 veces más metano en comparación a las emisiones del manejo de estiércol. De igual manera, determinó que, entre los tipos de ganados, el no lechero en comparación al ganado lechero tiene una mayor responsabilidad en la cantidad de emisiones de metano para el caso de la fermentación entérica, cuya cantidad es de 287,724 Gg de CH<sub>4</sub>, en tanto para el caso de manejo de estiércol, con 7,217 Gg. de CH<sub>4</sub> el ganado lechero genera mayores emisiones.

#### **A nivel nacional**

Ocas (2019), a través de su estudio titulado, “emisión de metano en dos razas de vacunos lecheros (Holstein y Brown Swiss) con dos tipos de alimento (pastura y pastura más concentrado)”, teniendo como área de estudio al fundo Cristo Rey de Otuzco en Cajamarca. Determinó diferencias significativas en el factor raza, existiendo una mayor emisión por parte de la raza Holstein con 305,818 kg CH<sub>4</sub> vaca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, cuya diferencia fue de 54,698 kg CH<sub>4</sub> vaca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, en relación al vacuno lechero Brown Swiss. De la misma manera, determinó diferencias estadísticas significativas en referencia al tipo de alimento, generando una mayor emisión de metano con 297,793 kg CH<sub>4</sub> vaca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> el tratamiento con complementación alimenticia de 8kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, que representa a una pastura más concentrada; por último, logro determinar diferencias significativas en la emisión de CH<sub>4</sub> de acuerdo a la edad de vacunos lecheros estudiados.

Pablo (2019), en su investigación titulado, “emisión de metano entérico por toretes de la raza Brahman bajo condiciones de pastoreo continuo del pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch, durante época seca en Tulumayo – Ciptald”, logró sintetizar que la emisión de metano entérico por toretes Brahman fue de 301,9 ± 50,2 g CH<sub>4</sub>/día y el factor de conversión de energía bruta (EB) a metano (Y<sub>m</sub>%) de 10,3 ±

2,07%, siendo mayor a 250 g CH<sub>4</sub>/día y un rendimiento mayor a 8% por energía bruta consumido por efecto de la mayor concentración de carbohidratos estructurales y consumo de materia seca durante la época seca del pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch. Por último, el rendimiento de metano por unidad de consumo de materia seca (MS) fue 30,4 ± 6,12 g CH<sub>4</sub>/kg MS, materia Orgánica (MO) 40,0 ± 7,98 g CH<sub>4</sub>/ kg MO y fibra detergente neutro (FDN) 43,5 ± 8.75 g CH<sub>4</sub>/ kg FDN.

Reátegui (2014), en su investigación titulado, “estimación de las emisiones de metano producidas por la gestión del estiércol proveniente de sistemas de producción de vacunos de leche. Irrigación majes, Arequipa – 2013”, determinó que la tasa de excreción, digestibilidad y energía bruta proveniente de la gestión del estiércol por el sistema intensivo fue de 5,78 ± 0,78, 70,45 ± 2,30 y 361,41 ± 42,05 MJ/día, respectivamente, lo que permitió estimar una emisión de CH<sub>4</sub> de 0,99 ± 0,13 kg CH<sub>4</sub>/animal/año; por otro lado, con respecto a la tasa de excreción, digestibilidad y energía bruta que proviene por el sistema semi-intensivo fue de 6,78 ± 0,89, 63,13 ± 2,30 y 338,80 ± 35,95 MJ/día, respectivamente, lo cual le permitió determinar una emisión de CH<sub>4</sub> de 1,16 ± 0,15 kg CH<sub>4</sub>/animal/año. Concluye en base a la comparación que la gestión del estiércol bajo condiciones de la irrigación Majes, varía significativamente (P<0.05), principalmente influenciado por el sistema de producción, 0,99 ± 0,13 kg CH<sub>4</sub>/animal/año y 1,16 ± 0,15 kg CH<sub>4</sub>/animal/año; para el caso del sistema intensivo y semi intensivo, respectivamente.

### **A nivel regional y local**

Después de la revisión en las diferentes fuentes de información, no se encontró antecedentes actuales a nivel regional y local, relacionados con la investigación desarrollada.

## **1.2. Bases teóricas**

4

### **1.2.1. El calentamiento global y las emisiones de gases de efecto invernadero**

El calentamiento global o el cambio climático es el resultado del aumento del efecto invernadero (MINAM 2009), que está cambiando el ecosistema del planeta y amenazando el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Teniendo en cuenta la diferencia entre la radiación solar absorbida y la radiación solar emitida por la tierra y la distancia al sol, la temperatura de la tierra debería ser de  $-18^{\circ}\text{C}$ , pero la temperatura media global es de  $+15^{\circ}\text{C}$  (Martínez et al., 2004; MINAM, 2009), es decir, una diferencia de  $33^{\circ}\text{C}$  (Le Treut et al., 2007). Esta diferencia de temperatura se produce por un proceso natural llamado "efecto invernadero" y se da en cualquier planeta con atmósfera (Martínez et al., 2004). La atmósfera terrestre está compuesta por una mezcla de gases compuesta principalmente de nitrógeno (78,08%) y oxígeno (20,95%), seguida de argón (9340 ppm) y dióxido de carbono (400 ppm), y el resto está compuesto por neón, helio, metano, k E hidrógeno (NASA 2016). Sin embargo, las actividades antropogénicas que producen principalmente emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y halocarbonos aumentan su concentración en la atmósfera y, por lo tanto, producen el efecto invernadero al dejar pasar la luz solar directa, pero deteniendo su salida (IPCC 2007).

“El calentamiento global es el resultado de este aumento del efecto invernadero” (MINAM 2009). Según estimaciones de los modelos, se sugiere que la temperatura de la tierra aumentará de 2 a  $6^{\circ}\text{C}$  antes de que termine este siglo (Forster et al., 2007).

### **1.2.2. <sup>2</sup>Gases de efecto invernadero y la producción pecuaria**

El  $\text{CO}_2$  es el gas que tiene más probabilidades de calentarse porque sus emisiones y concentración son más altas que otros gases. El  $\text{CH}_4$  es el segundo gas de efecto invernadero más importante. Después de la emisión, el  $\text{CH}_4$  permanece en la atmósfera durante aproximadamente 9 a 15 años. En más de 100 años, la capacidad de retención de calor del  $\text{CH}_4$  es aproximadamente 21 veces mayor que la del  $\text{CO}_2$  (Steinfeld et al., 2009). Desde la era preindustrial, la concentración atmosférica de  $\text{CH}_4$  ha aumentado en aproximadamente un 150%, y el  $\text{N}_2\text{O}$  es el tercer gas de efecto invernadero con mayor potencial de calentamiento directo. Aunque su presencia en la atmósfera es pequeña, su capacidad de conservación de calor es 296 veces mayor que la del  $\text{CO}_2$ , y su durabilidad en la atmósfera es muy larga, unos 120 años (tabla 1) (Zúñiga, 2016).

Las actividades ganaderas son responsables de la emisión de grandes cantidades de estos tres gases. Las emisiones directas del ganado provienen del proceso de respiración de todas las especies animales en forma de dióxido de carbono. Además, los rumiantes liberan CH<sub>4</sub> durante su proceso de digestión, incluida la fermentación intestinal microbiana de los alimentos con fibra. El estiércol de vaca es también fuente de emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> y CO<sub>2</sub>, dependiendo de su método de producción (sólido, líquido) y método de tratamiento (recolección, almacenamiento, dispersión) (Zúñiga, 2016).

**Tabla 1**

*Poder de calentamiento global (PCG) de los GEI*

	Inventario de los parámetros o indicadores	PCG	Tiempo de vida en años	Unidad
El cambio climático o potencial de calentamiento global (PCG)	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	Variable	22 Kg CO <sub>2</sub> -eq
	Metano (CH <sub>4</sub> )	21	12	Kg CO <sub>2</sub> -eq
	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	296	120	Kg CO <sub>2</sub> -eq
	HFC-23(CHF <sub>3</sub> )	11700	264	Kg CO <sub>2</sub> -eq
	SF <sub>6</sub>	23900	3200	Kg CO <sub>2</sub> -eq

Fuente: Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers Technical Summary of the Working Group I Report.

### 1.2.3. La ganadería: un factor que contribuye considerablemente al cambio climático

La ganadería es una importante fuente de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) durante todo el proceso de producción. El ganado contribuye al cambio climático mediante la emisión de gases de efecto invernadero, ya sea directamente (a través de la fermentación intestinal o estiércol) o indirectamente (a través de actividades realizadas durante la producción de piensos y la conversión de bosques en pastos) (FAO, 2010). Las emisiones anuales estimadas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) son de 7.1 galones (GT). El metano (CH<sub>4</sub>) es el principal gas de efecto invernadero en las actividades ganaderas, y su potencial de calentamiento potencial equivalente de dióxido de carbono global es de 1 kg de metano = 21 kg de dióxido de carbono (IPCC, 2001).

En la creciente preocupación por el cambio climático, la gente es cada vez más consciente de que las actividades agrícolas, especialmente las actividades de cría de animales, son tanto contribuyentes como víctimas potenciales de este proceso. Se necesitan intervenciones políticas y soluciones técnicas para abordar el impacto de la producción ganadera en el cambio climático y su impacto en la producción ganadera. La industria ganadera promueve el cambio climático mediante la emisión directa de gases de efecto invernadero provenientes de la fermentación intestinal y las actividades de producción de alimentos, desde la deforestación hasta la creación de nuevos pastos (FAO, 2009).

Las emisiones de gases de efecto invernadero pueden provenir de todas las etapas principales del ciclo de producción ganadera. A nivel de granja, la fermentación intestinal y el estiércol producen emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. En rumiantes (como búfalos, bovinos, cabras y ovejas), la fermentación microbiana intestinal convierte la fibra y la celulosa en productos que el animal puede digerir y utilizar, y exhala CH<sub>4</sub> como subproducto del proceso. Los fertilizantes liberan N<sub>2</sub>O durante el almacenamiento y la distribución, y CH<sub>4</sub> si se almacenan en condiciones anaeróbicas y templadas. Finalmente, las emisiones provenientes del sacrificio, procesamiento y transporte de productos animales están relacionadas principalmente con el uso de combustibles fósiles y el desarrollo de infraestructura (FAO, 2009).

#### **1.2.4. Emisiones de metano en rumiantes**

A nivel mundial, aunque la concentración de CH<sub>4</sub> es menor que la de CO<sub>2</sub>, el ganado es la fuente más importante de emisiones antropógenas de metano (FAO 2009). En la atmósfera, representa aproximadamente el 20% del efecto invernadero (IPCC 1992). Se estima que el ganado produce 7,1 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente cada año, lo que representa el 14,5% de todas las emisiones antropogénicas, de las cuales el ganado es el principal productor de emisiones de la cría de animales y hay alrededor de 4 especies 6 toneladas de dióxido de carbono equivalente, que representan el 65% de las emisiones de las actividades ganaderas (FAO, 2013). Las emisiones de metano dependen en gran medida de factores internos de los animales, como el peso corporal, la edad y la raza, y de factores externos estrechamente relacionados con la alimentación, como la composición y la ingesta (Donney's, 2015).

#### 1.2.4.1. Emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica

FAO (2013), señaló que la fermentación entérica es la principal fuente de emisiones del ganado, la fuente de emisiones asciende a 1,1 gigatoneladas, que representan el 46% y el 43% de las emisiones totales de la cadena de suministro ganadero, respectivamente. Productos lácteos y vacuno. La fermentación intestinal y el manejo del estiércol producen el 33% de las emisiones (Beauchemin et al., 2011).

La digestión microbiana anaeróbica de los alimentos en el tracto digestivo por el ganado conduce directamente a la emisión y acumulación de CH<sub>4</sub>, lo que se denomina fermentación entérica (Zúñiga, 2016).

En circunstancias normales, los rumiantes se alimentan con pastos y forrajes hechos de celulosa. El proceso de fermentación que tiene lugar en el rumen permite a los microorganismos desplegar la celulosa y convertirla en productos que pueden ser absorbidos y utilizados por los animales. Estos organismos forman una ecología compleja con un mecanismo de competencia y simbiosis, y sus poblaciones se ven afectadas por la composición de su dieta. Las bacterias metanogénicas son responsables de la producción de CH<sub>4</sub>, aunque representan una pequeña porción del número total de microorganismos, juegan un papel muy importante al proporcionar un mecanismo para eliminar el hidrógeno producido en el rumen (Berra et al., 2002).

La cantidad de metano producido por la fermentación intestinal de los rumiantes depende de ciertos factores relacionados con la dieta del animal. Estos factores incluyen: la calidad nutricional y la digestibilidad de los componentes de la dieta y su interacción con los microbios del rumen (Ruiz et al., 2007), la concentración de proteínas y energía de la dieta (Preston et al., 1989), los alimentos en el rumen. La tasa de digestión y el tiempo de residencia, la frecuencia de consumo y la forma física del alimento (Galindo et al., 2010). Los rumiantes comen pastos y pastos de alta calidad y suplementan a los rumiantes ricos en

carbohidratos solubles que producen menos CH<sub>4</sub>; por el contrario, cuando el contenido de fibra dietética es alto, producen más CH<sub>4</sub> (Blanco et al., 2011).

#### 1.2.4.2. Emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del sistema de manejo del estiércol

Según la investigación de Groenestein et al. (2012), señalaron que el sistema de manejo del estiércol y la cantidad de estiércol de cada animal y la clasificación de los animales producirán una gran cantidad de emisiones de metano y óxido nitroso, las cuales se deben a la actividad de los microorganismos en el fertilizante. El metano se produce por la descomposición anaeróbica del estiércol, mientras que el óxido nitroso forma parte del ciclo del nitrógeno, formado por la desnitrificación del nitrógeno orgánico en el estiércol y la orina de vaca (Berra et al., 2002).

Asimismo, Berra et al. (2022), señala que cuando el estiércol se elimina en un sistema que promueve condiciones anaeróbicas (por ejemplo, en forma líquida en un estanque, tanque o mina), la descomposición del material produce metano. Cuando el estiércol se procesa en forma sólida (por ejemplo, apilado) o se deposita en pastos y campos naturales, tiende a descomponerse aeróbicamente, produciendo poco o nada de metano. La temperatura y la humedad también afectan el desarrollo de bacterias que provocan su formación.

#### 1.2.5. Estimación de la emisión de metano en Perú

Nuestros intentos por alcanzar el Nivel 2 han sido utilizando el valor de consumo total de energía predeterminado, por lo que se ha recurrido a un factor equivalente llamado Potencial de Calentamiento Global (GWP) para comparar el inventario de gases con este determinado por el IPCC. Un factor permite convertir el gas en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> equivalente. Por lo tanto, el GWP del CH<sub>4</sub> utilizado es 21 (IPCC 1996).

MINAM (2016), menciona que en la Tercera Comunicación Nacional (2012) a la CMNUCC de acuerdo con las directrices del IPCC, reportó que los resultados de GEI emitidos por el sector Agricultura, fueron 26 043,68 GgCO<sub>2</sub>e (15.20%



del total nacional), reportándose como una de las mayores fuentes de emisión a la fermentación entérica con un 41 por ciento (10 735 GgCO<sub>2</sub>-eq) de GEI emitido por el sector agricultura y del 6,3% de las emisiones totales. Estos informes indican que las emisiones de gases de efecto invernadero de Perú aumentaron en un 73% entre 1994 y 2012. Asimismo, la fermentación entérica aumentó en un 40% durante el mismo período (Díaz, 2020).

**Tabla 2**

*Emisiones de GEI por sectores del Perú (2012)*

Sectores	GEI 2012 (GgCO <sub>2</sub> -eq)	Participación (%)
Energía	44,638	26,1
Procesos industriales	6,064	3,5
Agricultura		
Fermentación entérica	10735	6,3
Manejo de estiércol	1319	0,8
Cultivos de arroz	1171	0,7
Suelos agrícolas	12196	7,1
Quema de sabanas	366	0,2
Quema de residuos agrícolas	254	0,2
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	86742	50,6
Desechos	7822	4,5
Total	171310	100,0

Fuente: MINAM 2016

El Perú es un país con grandes extensiones de tierra para actividades agrícolas, según el último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) realizado en 2012, existen 38.742.465 hectáreas de tierra dedicadas a actividades agrícolas, lo que representa el 30,1% del territorio nacional, de las cuales las zonas montañosas representan el 57,5%, Seguido por la selva, que representa el 31,1%, y las zonas costeras que representan el 11,5%. Asimismo, al 2012, la superficie destinada a la agricultura en la región de la Selva era de 12.032.040 hectáreas (31,1% del total nacional), y el número de cabezas de ganado era de 768.800 (14,9% del total nacional), de las cuales ganadería criolla Principalmente. (64%), seguidas de las razas europeas (28%) y las razas cebú (8%) (INEI 2013).

La ganadería en la selva peruana está siendo cuestionada porque está relacionada con la deforestación, baja productividad, altas tasas de degradación del suelo y, lo más importante, su producción está afectando la sostenibilidad ambiental

(Arévalo et al., 1998). El mismo autor cree que para mitigar el cambio climático se deben promover sistemas ganaderos sostenibles que promuevan la conservación del suelo y el agua, reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y beneficien la producción agrícola.

Hasta el momento, el Perú solo ha realizado tres mediciones directas y separadas de la emisión de CH<sub>4</sub> intestinal en vacas lecheras en condiciones montañosas (Moscoso et al., 2017; Alvarado, 2018; Medrano, 2019), los informes de estos estudios son muy superiores a los reportados por el MINAM. 196 g CH<sub>4</sub>/bovinos/d (MINAM 2016). En este sentido, por las condiciones del ecosistema selvático peruano, las emisiones de metano de toros y toros en cualquier sistema de pastoreo y / o confinamiento no son claras.

En Perú, debido a las condiciones ambientales desfavorables y el mal manejo, la mala calidad de los forrajes restringe el sistema de producción en muchos casos, lo que explica las altas emisiones de CH<sub>4</sub> del ganado de los sistemas de pastoreo (Arévalo et al., 1998), el bajo consumo y uso de nutrientes. La eficiencia de producción de carne o leche es baja. En este sentido, se han propuesto algunas estrategias para ayudar a hacer un mejor uso de los alimentos y por tanto reducir las emisiones de CH<sub>4</sub>, tales como: mejorar la calidad de los pastos, incrementar el uso de carbohidratos altamente fermentables, pienso de fisioterapia, urea y minerales. Tratamiento, dieta de baja calidad y uso de compuestos para cambiar el ambiente ruminal (Díaz, 2020).

### 1.2.6. Metano

Para Benavides et al. (2007), el metano es un gas de efecto invernadero fuerte y juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la troposfera. La fuente más importante de metano es la descomposición de materia orgánica en los sistemas biológicos:

- Actividades agrícolas relacionadas con las siguientes actividades: a) fermentación intestinal debido al proceso de digestión de herbívoros; b) descomposición de las heces producidas por el ganado en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno); c) riego de cultivos de arroz y d) quema diluida Pastizales arbóreos y residuos agrícolas.

- Tratamiento de residuos sólidos.
- Tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales.

A nivel mundial, el impacto de las emisiones de metano de la fermentación entérica de rumiantes es muy grande y se estima que esta fuente puede producir hasta el 37% del metano en la atmósfera. Los gases de escape de los intestinos de las vacas han causado un gran daño al medio ambiente, se estima que cada vaca produce 90 kilogramos de metano al año. En términos de energía, equivale a 120 litros de gasolina (Benavides et al., 2007).

### **1.3. Definición de términos básicos**

#### **Calentamiento global**

Se define como un incremento de la temperatura media de la superficie terrestre, que se considera como un síntoma y una consecuencia del cambio climático (García, 2012).

#### **Efecto invernadero**

Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar (CIIFEN, 2016).

#### **Equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> equivalente)**

Es la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que provocaría igual intensidad radiante que una determinada cantidad emitida de un gas de efecto invernadero bien mezclado o una mezcla de gases de efecto invernadero, multiplicados por sus PCG respectivos para tener en cuenta los distintos tiempos que se conservan en la atmósfera (Oficina Catalana del Cambio Climático, 2011).

#### **Fermentación entérica**

Proceso digestivo por el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción en el flujo sanguíneo (IPCC 2006).

#### **Estiércol de ganado vacuno**

Es una mezcla de heces y comida de rechazo, del tracto digestivo de los animales, que contiene residuos de alimentos no digeridos y factores digestivos, como enzimas, jugo

gástrico, páncreas y células muertas de la mucosa intestinal, bacterias vivas y bacterias muertas de colon y productos del desecho del metabolismo (Toala, 2013).

### **Ganado Vacuno**

El ganado vacuno o bovino es aquel tipo de ganado que está representado por un conjunto de vacas, bueyes y toros que son domesticados por el ser humano para su aprovechamiento y producción; en otras palabras, esta categoría incluye una serie de mamíferos herbívoros domesticados por humanos para satisfacer determinadas necesidades alimentarias o económicas (Meekan, 1960).

### **Metano**

El metano es uno de los seis gases de efecto invernadero que según el protocolo de Kyoto se propone reducir para el año 2030, esto se debe a su peligrosidad y contribución en el cambio climático del planeta (Pachauri, et al, 2014).

## 2 CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Material

Medios de transporte	:	Vehículos para transporte terrestre (Motokar)
Equipos	:	GPS GARMIN, cámara fotográfica/celular, laptop, calculadora científica.
Formatos	:	Ficha de recolección de datos.
Indumentaria de protección:	:	Mascarillas, camisa manga larga, <sup>1</sup> capas impermeables, pantalón largo, zapato de seguridad, <sup>1</sup> botas.
Otros materiales	:	<sup>1</sup> Tablero acrílico, folder, USB 16GB, material de escritorio (papel A4, plumones, lapiceros, etc.).

### 2.2. Métodos

#### 2.2.1. Técnicas de recolección de datos

<sup>15</sup> La recolección de datos para la posterior determinación de emisiones de metano por fermentación entérica, fue la observación directa en campo haciendo uso de <sup>10</sup> una ficha de recolección de datos, donde se recolectaron <sup>3</sup> datos de tipo de ganado criados en la granja, población por tipo de ganado, peso de ganado vacuno en pie (kg), producción diaria de leche, entre otros datos de suma importancia permitieron obtener resultados confiables y de relevancia científica.

<sup>16</sup> En tanto, la técnica para la recolección de los datos para la determinación de emisiones de metano por manejo de estiércol, fue también la observación directa en campo haciendo uso de <sup>10</sup> una ficha de recolección de datos, donde se recolectaron <sup>3</sup> datos de tipo de ganado criados en la granja, población por tipo de ganado se evaluó la región climática para la determinación de los factores de emisión, además de otros datos que permitieron dar cumplimiento al objetivo.

También se empleó <sup>1</sup> datos secundarios para el cual se revisaron investigaciones ya desarrolladas como tesis, revistas, artículos científicos, entre otros, referidos a las variables de estudio y al tema a investigar.

**2.2.2. Determinar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados en la granja ganadera de Calzada**

**Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por ganados de tipo vacuno**

Para el caso del ganado vacuno lechero (Girolando) y no lechero (Brangus), la metodología aplicada fue en base a los libros de trabajo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC, 1996], para el cual se usó la siguiente fórmula:

**Ecuación 1:** Fórmula general para determinar las emisiones de metano por fermentación entérica.

$$\text{Emisión}_{(\text{CH}_4)} = \sum (\text{Cabezas de ganado (tipo)} * \text{Factor de emisión (tipo)})$$

Donde:

Emisiones (CH<sub>4</sub>) = Emisiones de metano.

Cabezas de ganado (tipo) = Población del ganado según tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.).

Factor de emisión (tipo) = Factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado.

Para determinar las emisiones de metano por fermentación entérica para el tipo de ganado vacuno se usó la siguiente fórmula:

**Ecuación 2:** Factor de emisión de metano por fermentación entérica.

$$\text{Factor de emisión}_{(\text{CH}_4)} = (\text{EB} * \text{Ym} * 365 \text{ días/año}) / (55,65 \text{ MJ/kg CH}_4)$$

Donde:

FE = Factor de emisión, en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año

EB = Absorción de energía bruta, en MJ/día

Ym = Tasa de conversión de metano

De acuerdo al OBP (2000, p. 4.29), en el capítulo 4: Agricultura, la tasa de conversión del CH<sub>4</sub> para el ganado vacuno (Ym) es igual a un valor de 0,06.

Por otro lado, para la estimación de la energía bruta en MJ/día, se empleó la siguiente fórmula:

**Ecuación 3:** <sup>5</sup> Estimación de la energía bruta en MJ/día.

$$EB = CA_{MS} * DEA$$

Donde:

EB = Absorción de energía bruta, en MJ/día

CA<sub>MS</sub> = Consumo de alimento en materia seca, en kg/día

DEA = Densidad energética del alimento, en MJ/kg

De acuerdo al OBP (2000, p. 4.23), en el capítulo 4: Agricultura, la densidad energética de los alimentos para el ganado vacuno en MJ/kg es igual a un valor de 18,45 MJ/kg.

Para el caso de la determinación del <sup>3</sup> consumo de alimento en materia seca en kg/día, se empleó la formula descrita a continuación:

**Ecuación 4:** <sup>5</sup> Estimación del consumo de alimento en materia seca, en kg/día.

$$CA_{MS} = 0,0968 * P_{GV}^{0,75} + 0,372 * PDL$$

Donde:

CA<sub>MS</sub> = Consumo de alimento en materia seca, en kg/día.

P<sub>GV</sub> = Peso del ganado vacuno en pie, en kg.

P<sub>DL</sub> = Producción diaria de leche, en kg/día.

### **Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por ganados de tipo ovino, caprino y equino**

Para el caso del ganado ovino, entre los cuales se tiene a las <sup>18</sup> ovejas, cabras y caballos, se usó la ecuación 1 (Formula general para determinar <sup>18</sup> las emisiones de metano por fermentación entérica), cuya metodología también se encuentra sustentada en base a los libros de trabajo del IPCC (1996), tomando en <sup>23</sup> consideración la población del tipo de ganado y valores de factores de emisión, los mismos que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

Factores de emisión de fermentación entérica para tipo de ganado ovino, caprino y equino

Tipo de ganado	Fermentación entérica (kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Fuente
Ovejas	5,0	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Cabras	5,0	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Caballos	18,0	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Asnos	10,0	IPCC: GL 1996, tabla 4-2

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, 2012.

### 2.2.3. Determinar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados en la granja ganadera de Calzada

De igual manera la metodología desarrollada para determinar el objetivo se sustenta en base a los libros de trabajo del IPCC (1996), cuya fórmula empleada es la siguiente:

**Ecuación 5:** Emisiones de metano por manejo de estiércol.

$$\text{Emision}_{(\text{CH}_4)} = \sum (\text{Cabezas de ganado (tipo)} * \text{Factor de emisión (tipo)})$$

Donde:

Emisiones (CH<sub>4</sub>) = Emisiones de metano por manejo de estiércol.

Cabezas de ganado (tipo) = Población del ganado según tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.).

Factor de emisión (tipo) = Factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado.

**Tabla 4**

Factores de emisión por defecto de manejo de estiércol para los tipos de ganado

Tipo de ganado	Región climática Templado (15 a 25 °C) (kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año)
Vacuno lechero	1,0
Vacuno no lechero	1,0
Ovejas	0,16
Cabras	0,17
Caballos	1,64
Asnos	0,90

Fuente: Directrices IPCC 1996, tablas 4-4 y 4-5.



Asimismo, a partir del CH<sub>4</sub> de fermentación entérica y manejo del estiércol, se determinaron las emisiones de CO<sub>2</sub> eq, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$Emisiones (CO_2 eq)_{(T)} = Emisiones (CH_4)_T \times GWP$$

Donde: Emisiones (CO<sub>2</sub> eq)<sub>(T)</sub> = Emisiones de metano en CO<sub>2</sub> equivalente por categoría animal T, GgCO<sub>2</sub> eq año<sup>-1</sup>; Emisiones (CH<sub>4</sub>)<sub>(T)</sub> = Emisiones de metano por categoría animal T, GgCH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; GWP = 28 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años, para convertir GgCH<sub>4</sub> a GgCO<sub>2</sub> eq, de acuerdo a lo citado por Márquez, 2021; y, T = Categoría animal.

#### 2.2.4. Analizar y comparar <sup>1</sup> las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado

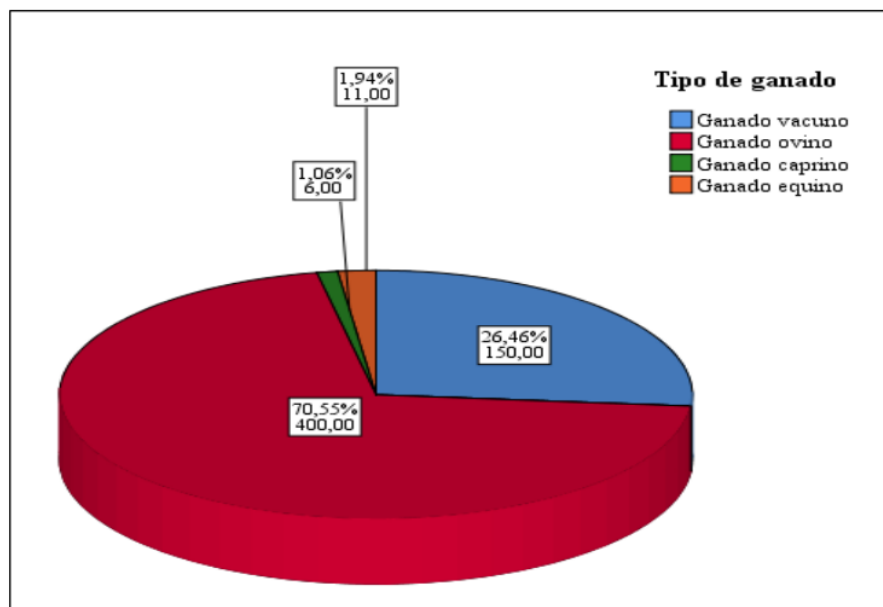
Obtenido los resultados de emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol de los diferentes tipos de ganados se realizó la prueba de normalidad y homocedasticidad a fin de determinar la mejor y pertinente prueba estadística para el análisis, la misma que fue la prueba “U de Mann Whitney”, prueba independiente no paramétrica de comparación de 2 grupos, con nivel de confianza del 95%.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Determinación de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados en la granja ganadera de Calzada

A continuación, se muestran los tipos de ganados identificados y la respectiva población en el área de estudio, a partir de los cuales fue posible determinar las emisiones de metano por fermentación entérica.



**Figura 1.** Distribución porcentual y en cantidades de la población de ganados.

Del diagnóstico en el área de estudio, se logró identificar 4 tipos de ganados, los mismos que en cantidad suman una población total de 567 ganados, siendo una mayor cantidad de 400 individuos para el tipo de ganado ovino que representa el 70,55% en donde se encuentran las ovejas, seguido del tipo de ganado vacuno con 150 individuos y representado por el 26,46% al cual pertenecen los ganados vacunos lecheros y no lecheros, en tanto, las menores poblaciones son de los tipos de ganado caprino y equino, con cantidades de 6 y 11 individuos, representados por el 1,06% y 1,94% respectivamente, en el tipo de ganado caprino se encuentran las cabras y chivos, y en el tipo equino caballos y yeguas.

### 3.1.1. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados de tipo vacuno

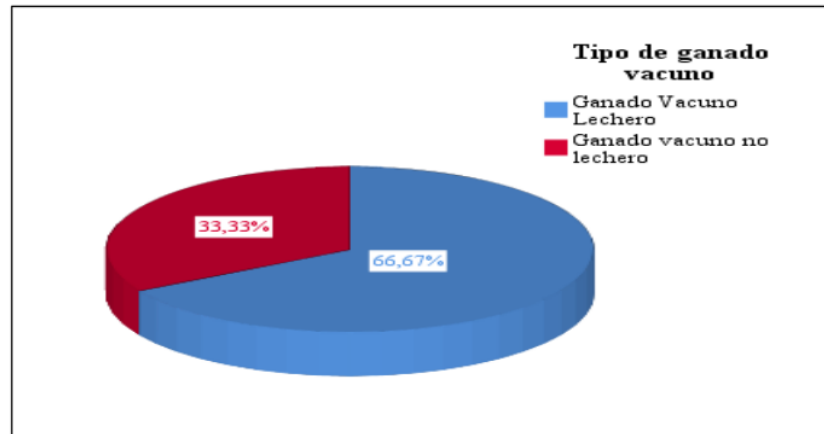


Figura 2. Distribución porcentual de tipos de ganado vacuno.

En base al diagnóstico realizado se logró identificar un total de 150 ganados de tipo vacuno, de los cuales la mayor cantidad de 100 representado por el 66,67% son ganados vacunos lecheros de la raza Girolando, en tanto, un menor porcentaje del 33,33% equivalente a 50 ganados es de la raza Brangus pertenecientes al tipo de ganado vacuno no lechero.

#### 3.1.1.1. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) de ganados vacunos lecheros

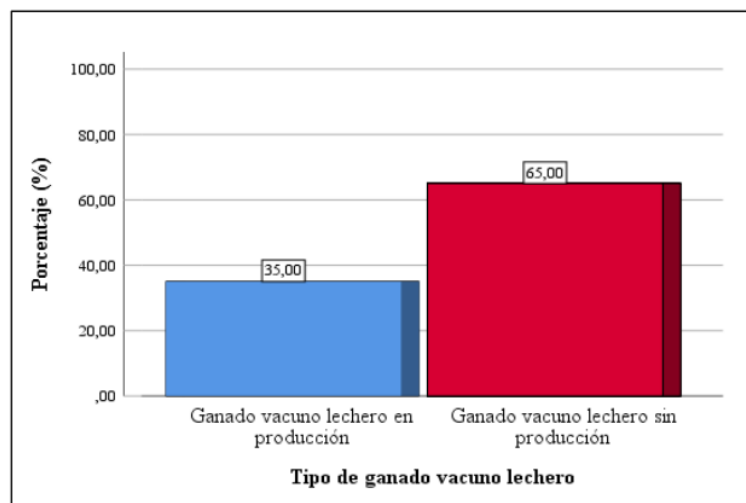
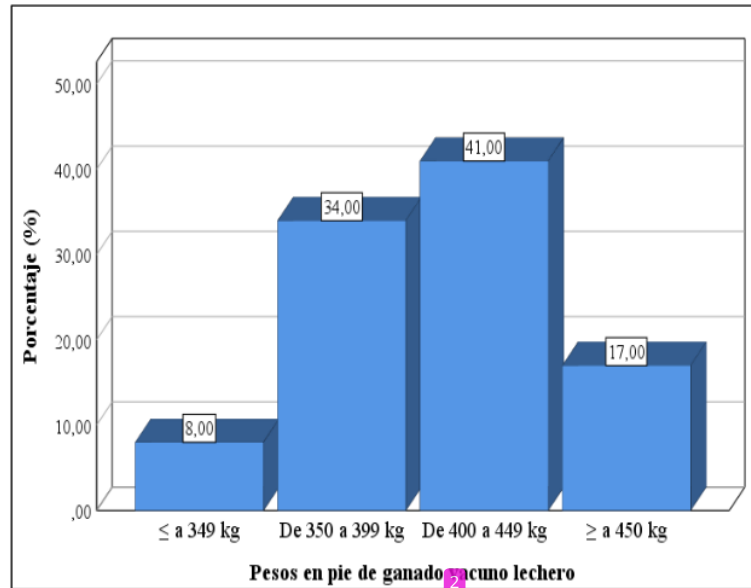


Figura 3. Distribución porcentual de tipos de ganado vacuno lechero.

De acuerdo a la población obtenida de ganados vacunos lecheros, perteneciente la raza Girolando se identificó que, en el momento de estudio, el 35,0% de ganados <sup>1</sup> se encontraron en producción de leche y <sup>15</sup> el porcentaje restante sin producción de leche, todo lo cual nos permitió estimar los factores de emisión y emisiones de metano para ganados vacunos lecheros en producción y sin producción de leche.



**Figura 4.** Distribución porcentual de pesos de ganado vacuno lechero.

Del total de la población de ganado vacuno lechero se tiene que un mayor porcentaje del 41,0% presenta peso en pie entre 400 a 449 kg, seguido de un 34,0 % cuyos pesos están entre 350 a 399 kg, asimismo, los menores porcentajes de población se encuentran entre los pesos de ≤ a 349 kg con 8,0% y ≥ a 450 kg con 17,0%, que son principalmente ganados lecheros en producción.

- **Peso en pie (kg) y producción diaria de leche (kg/día) de ganados vacunos lecheros**

**Tabla 5**

*Estadístico de peso (kg) en pie de ganado vacuno lechero en producción y sin producción*

N	Peso en pie de ganado vacuno lechero en producción		Peso en pie de ganado vacuno lechero sin producción
	Válido	35	65
11	Perdidos	0	0
	Media	447,00	382,92
	Mediana	445,00	390,00
	Moda	450,00	380,00
	Desv. Estándar	22,40	23,06
	Varianza	501,77	531,95
	Rango	80,00	80,00
	Mínimo	420,00	330,00
	Máximo	500,00	410,00
	Suma	15645,00	24890,00

De la población de ganados vacunos lecheros se obtuvo para los que se encuentran en producción de leche una media de peso en pie de 447,0 kg, con mediana de 445,00 kg, asimismo, la moda o peso que el mayor número de ganados posee es de 450,00 kg, el máximo peso es de 500,00 kg y el mínimo 420 kg, cuyo rango entre ambos es de 80,0 kg. En tanto, para los ganados vacunos lecheros sin producción el peso promedio en pie es de 382,92 kg, con mediana de 445,00 kg, existiendo una mayor cantidad de ganados que tienen peso de 380,00 kg, siendo además el mayor peso en pie de 410,00 kg y el menor de 330,00 kg.

**Tabla 6**

*Estadístico de producción diaria de leche (kg/día) por ganados vacunos lecheros*

Producción diaria de leche de ganado vacuno lechero		
11	Válido	35
N	Perdidos	0
	Media	15,29
	Mediana	15,00
	Moda	15,00
	Desv. Estándar	1,43
	Varianza	2,03
	Rango	7,00
	Mínimo	13,00
	Máximo	20,00
	Suma	535,00

De la población de ganados vacunos lecheros en producción se obtuvo una producción de leche promedia de 15,29 kg/día, con mediana de 15,00 kg/día, asimismo, la moda o cantidad de leche que un mayor número de ganados produce es de 15,00 kg/día, la máxima cantidad de leche producida es de 20,00 kg/día y la mínima cantidad de 13,00 kg/día, cuyo rango entre ambos es de 7,00 kg/día.

• **Consumo de alimento en materia seca (CA<sub>MS</sub>), en kg/día de ganados vacunos lecheros**

A partir del peso del ganado vacuno en pie y de la producción de leche, se obtuvieron los valores de consumo de alimento en materia seca, de los cuales para el ganado vacuno lechero en producción el promedio de CA<sub>MS</sub> es de 15,09 kg/día y la mediana de 14,96 kg/día, así también, en mayor cantidad los ganados vacunos lecheros en producción consumen 15,04 kg/día de alimento en materia seca, por otro lado, los consumos se encuentran en un rango de 3,86 kg/día, donde el mayor y menor consumo de alimento en materia seca es de 17,68 y 13,82 kg/día respectivamente. En tanto, para los ganados vacunos lecheros sin producción el CA<sub>MS</sub> promedio es de 8,38 kg/día y la mediana de 8,50 kg/día, existiendo una mayor cantidad de ganados que consumen alimento en materia seca de 8,33 kg/día, siendo además el mayor consumo de 8,82 kg/día y el menor de 7,49 kg/día (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Estadístico de consumo de alimento en materia seca (CA<sub>MS</sub>), en kg/día de ganado vacuno lechero en producción y sin producción*

		CA <sub>MS</sub> (kg/día) de ganado vacuno lechero en producción	CA <sub>MS</sub> (kg/día) de ganado vacuno lechero sin producción
N	Válido	35	65
	Perdidos	0	0
Media		15,09	8,38
Mediana		14,96	8,50
Moda		15,04	8,33
Desv. Estándar		,83	,38
Varianza		,69	,15
Rango		3,86	1,33
Mínimo		13,82	7,49
Máximo		17,68	8,82
Suma		528,34	544,49

3 • **Absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganados vacunos lecheros**

**Tabla 8**

3 *Estadístico de absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganado vacuno lechero en producción y sin producción*

	EB (MJ/día) de ganado vacuno lechero en producción		EB (MJ/día) de ganado vacuno lechero sin producción
	Válido	35	65
N	Perdidos	0	0
Media		278,49	154,55
Mediana		275,99	156,74
Moda		277,45	153,71
Desv. Estándar		15,31	7,04
Varianza		234,47	49,52
Rango		71,19	24,45
Mínimo		254,92	138,28
Máximo		326,11	162,73
Suma		9747,33	10045,49

5 A partir del consumo de alimento en materia seca y de la densidad energética del alimento, se obtuvieron los valores de absorción energética del alimento, de los cuales para el ganado vacuno lechero en producción el promedio de EB es de 278,49 MJ/día y la mediana de 275,99 MJ/día, así también, la moda o valor de energía bruta que más se repite es de 277,45 MJ/día, por otro lado, los valores de energía bruta se encuentran en un rango de 71,19 MJ/día, donde el mayor y menor es de 326,11 y 254,92 MJ/día respectivamente. En tanto, para los ganados vacunos lecheros sin producción el EB promedio es de 154,55 MJ/día y la mediana de 156,74 MJ/día, existiendo una mayor cantidad de absorción de energía bruta de 153,71 kg/día, siendo además la mayor y menor energía bruta de 162,73 y 138,28 MJ/día.

- **Factor de emisión (FE), en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, de ganados vacunos lecheros**

**Tabla 9**

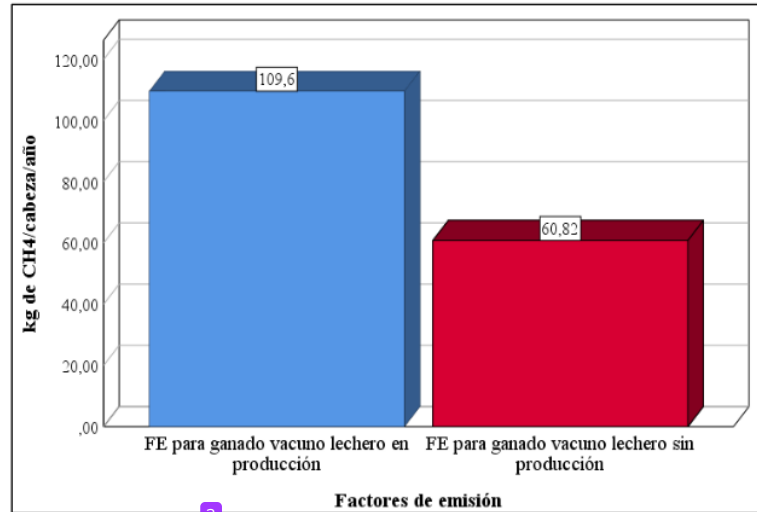
*Estadístico de factores de emisión (FE), en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, de ganado vacuno lechero en producción y sin producción*

N	Válido	FE (kg de	FE (kg de
		CH <sub>4</sub> /cabeza/año) de ganado vacuno lechero en producción	CH <sub>4</sub> /cabeza/año) de ganado vacuno lechero sin producción
		35	65
11	Perdidos	30	0
	Media	109,60	60,82
	Mediana	108,61	61,68
	Moda	109,18	60,49
	Desv. Estándar	6,026	2,77
	Varianza	36,31	7,66
	Rango	28,01	9,62
	Mínimo	100,32	54,42
	Máximo	128,33	64,04
	Suma	3835,83	3953,16

A partir de la absorción de energía bruta y la tasa de conversión de metano, se obtuvieron los valores de factores de emisión, de los cuales para el ganado vacuno lechero en producción la media o promedio es de 109,60 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año y la mediana de 108,61 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, así también, existe una mayor cantidad de ganados a partir del cual se estimó un factor de 109,18 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año como el que más se repite, por otro lado, los valores de factores de emisión se encuentran en un rango de 28,01 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, donde el mayor y menor es de 128,33 y 100,32 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año respectivamente. En tanto, para los ganados vacunos lecheros sin producción el FE promedio es de 60,82 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año y la mediana de 61,68 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, existiendo para una mayor cantidad de ganados cuyo factor de emisión es de 60,49 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, siendo además el mayor y menor factor de emisión de 64,04 y 54,42 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, dentro de un rango de 9,62 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año.



- Factores de emisión (FE) en kg de  $\text{CH}_4$ /cabeza/año, determinados para ganados vacunos lecheros en producción y sin producción



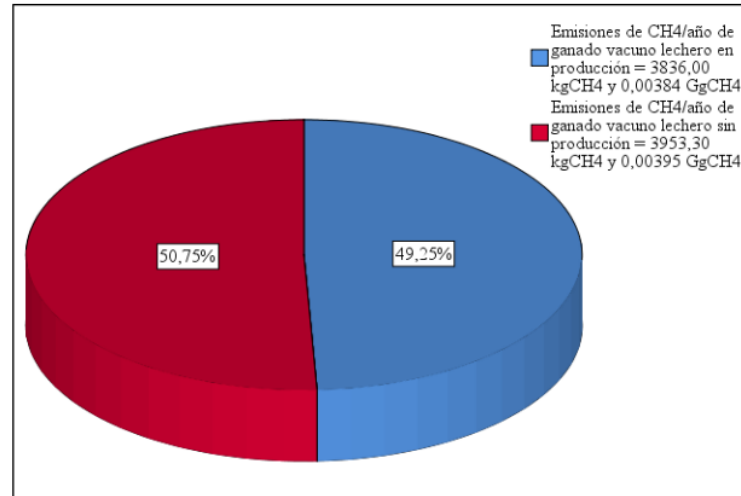
**Figura 5.** Factores de emisión (FE) en kg de  $\text{CH}_4$ /cabeza/año, para ganados vacunos lecheros en producción y sin producción.

Se determinaron los factores de emisión para cada tipo de ganado vacuno lechero, siendo un factor mayor para los ganados vacunos lecheros en producción de 109,60 kg de  $\text{CH}_4$ /cabeza/año debido a la producción de leche que incrementa la emisión de metano, sumado a ello un mayor promedio de peso en pie de estos ganados al encontrarse en una época adulta, diferente a los ganados vacunos lecheros sin producción, donde el factor de emisión fue menor con 60,82 kg de  $\text{CH}_4$ /cabeza/año, a raíz de que estos ganados aún no se encuentran en producción de leche y la emisión de metano tiende a ser menor.

- Emisiones de metano (kg y  $\text{GgCH}_4$ /año), determinados para ganados vacunos lecheros en producción y sin producción

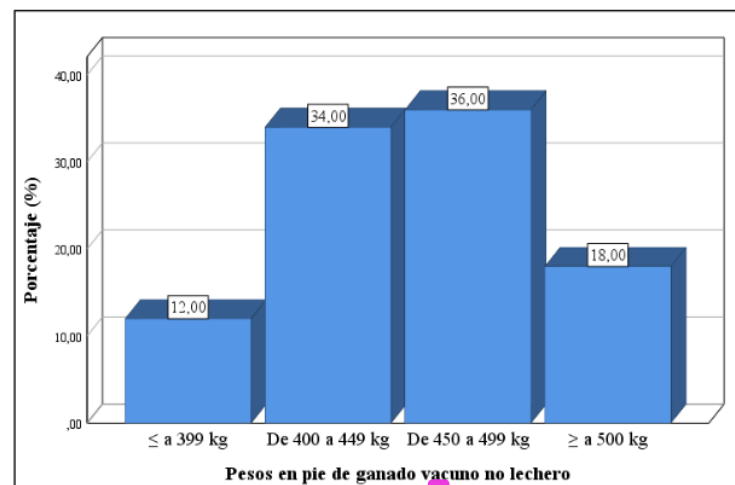
En base a los factores de emisión determinados para los ganados vacunos lecheros en producción y sin producción y de acuerdo a la población, se determinaron las emisiones de metano por fermentación entérica tal y como se muestra en la figura 6, donde las emisiones de ganados vacunos lecheros que no están en producción de leche

representan el mayor porcentaje con 50,75% de emisiones de metano a la atmosfera, el mismo que en cantidades es de 3953,00 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00395 GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, se determinó un menor porcentaje de 49,25% de aporte de metano por parte de los ganados vacunos lecheros en producción de leche, el cual en cantidades es de 3836,00 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00384 GgCH<sub>4</sub>/año.



**Figura 6.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados vacunos lecheros en producción y sin producción por fermentación entérica.

### 3.1.1.2. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) de ganados vacunos no lecheros



**Figura 7.** Distribución porcentual de pesos de ganado vacuno no lechero.

Del total de la población de ganado vacuno no lechero se tiene que un mayor porcentaje del 36,0% presenta peso en pie entre 450 a 499 kg, seguido de un 34,0 % cuyos pesos están entre 400 a 449 kg, asimismo, los menores porcentajes de población se encuentran entre los pesos de  $\leq$  a 399 kg con 12,0% y  $\geq$  a 500 kg con 18,0%, que son principalmente ganados vacunos no lecheros en edad adulta.

- **Peso en pie (kg) de ganados vacunos lecheros**

**Tabla 10**

*Estadístico de peso (kg) en pie de ganado vacuno no lechero*

Peso en pie de ganado vacuno no lechero		
N	Válido	50
	Perdidos	0
Media		451,30
Mediana		450,00
Moda		400,00
Desv. Estándar		45,15
Varianza		2038,59
Rango		170,00
Mínimo		380,00
Máximo		550,00
Suma		22565,00

De la población de ganados vacunos no lecheros se obtuvo una media de peso en pie de 451,3 kg, con mediana de 450,0 kg, asimismo, la moda o peso que el mayor número de ganados posee es de 400,00 kg, el máximo peso es de 550,00 kg y el mínimo 380 kg, cuyo rango entre ambos es de 170,0 kg.

- 3 • Consumo de alimento en materia seca (CAMs), en kg/día de ganados vacunos lecheros

**Tabla 11**

5 Estadístico de consumo de alimento en materia seca (CAMs), en kg/día de ganado vacuno no lechero

CAMs (kg/día) de ganado vacuno no lechero	
N	Válido
	Perdidos
	50
	0
Media	9,47
Mediana	9,46
Moda	8,66
Desv. Estándar	,71
Varianza	,51
Rango	2,66
Mínimo	8,33
Máximo	10,99
Suma	473,49

2 A partir del peso del ganado vacuno en pie, se obtuvieron los valores de consumo de alimento en materia seca, de los cuales para el ganado vacuno no lechero el promedio de CAMs es de 9,47 kg/día y la mediana de 9,46 kg/día, así también, en mayor cantidad los ganados vacunos no lecheros consumen 8,66 kg/día de alimento en materia seca, por otro lado, los consumos se encuentran en un rango de 2,66 kg/día, donde el mayor y menor consumo de alimento en materia seca es de 10,99 y 8,33 kg/día respectivamente.

- 3 • Absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganados vacunos no lecheros

**Tabla 12**

3 Estadístico de absorción de energía bruta (EB), en MJ/día de ganado vacuno no lechero

EB (MJ/día) de ganado vacuno no lechero	
N	Válido
	Perdidos
	50
	0
Media	174,71
Mediana	174,49
Moda	159,74
Desv. Estándar	13,12
Varianza	172,24
Rango	49,13
Mínimo	153,71
Máximo	202,84
Suma	8735,52

A partir del <sup>5</sup> consumo de alimento en materia seca y de la densidad energética del alimento, se obtuvieron los valores de absorción energética del alimento, de los cuales para el <sup>17</sup> ganado vacuno no lechero el promedio de EB es de 174,71 MJ/día y la mediana de 174,49 MJ/día, así también, la moda o valor de <sup>20</sup> energía bruta que más se repite es de 159,74 MJ/día, por otro lado, los valores de energía bruta se encuentran en un rango de 49,13 MJ/día, donde el mayor y menor es de 202,84 y 153,71 MJ/día respectivamente.

- <sup>3</sup> **Factor de emisión (FE), en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, de ganados vacunos no lecheros**

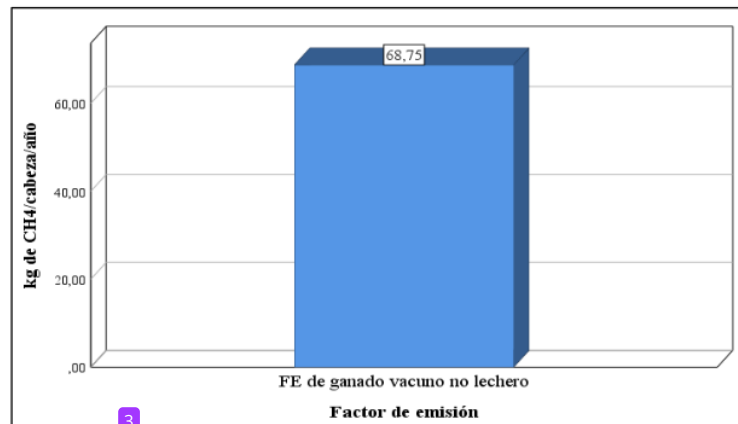
**Tabla 13**

*Estadístico de factores de emisión (FE), en kg de <sup>5</sup> CH<sub>4</sub>/cabeza/año, de ganado vacuno no lechero*

FE (kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año) de ganado vacuno no lechero	
N	
	Válido 50
	Perdidos 0
Media	68,75
Mediana	68,67
Moda	62,86
Desv. Estándar	5,16
Varianza	26,68
Rango	19,33
Mínimo	60,49
Máximo	79,82
Suma	3437,74

<sup>4</sup> A partir de la absorción de energía bruta y la tasa de conversión de metano, se obtuvieron los valores de <sup>15</sup> factores de emisión, de los cuales para el ganado vacuno no lechero la <sup>10</sup> media o promedio es de 68,75 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año y la mediana de 68,67 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, así también, <sup>10</sup> existe una mayor cantidad de ganados a partir del cual se estimó un factor de 62,86 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año como el que más se repite, por otro lado, <sup>18</sup> los valores de factores de emisión se encuentran en un rango de 19,33 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, donde el mayor y menor es de 79,82 y 60,49 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año respectivamente.

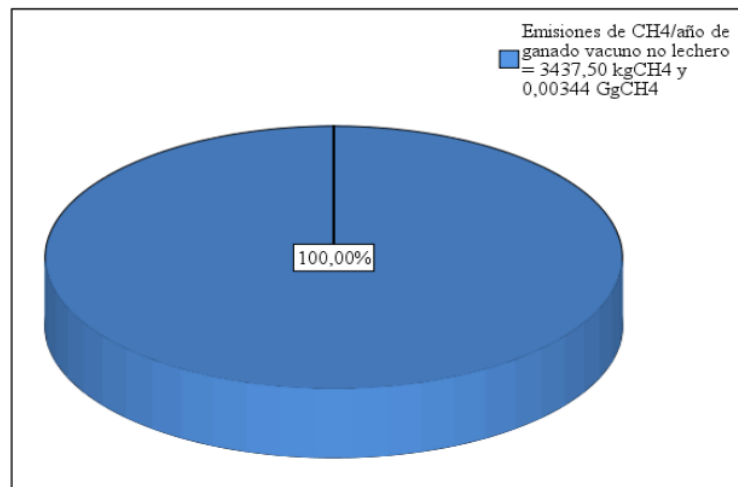
- 3 • **Factor de emisión (FE) en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, determinado para ganado vacuno no lechero.**



3 **Figura 8.** Factor de emisión (FE) en kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año, para ganado vacuno no lechero.

4 Se determinó el factor de emisión para el ganado vacuno no lechero, el mismo que de acuerdo a lo mostrado en la figura es de 68,75 kg de CH<sub>4</sub>/cabeza/año.

- **Emisión de metano (kg y GgCH<sub>4</sub>/año), determinado para ganados vacunos no lecheros.**

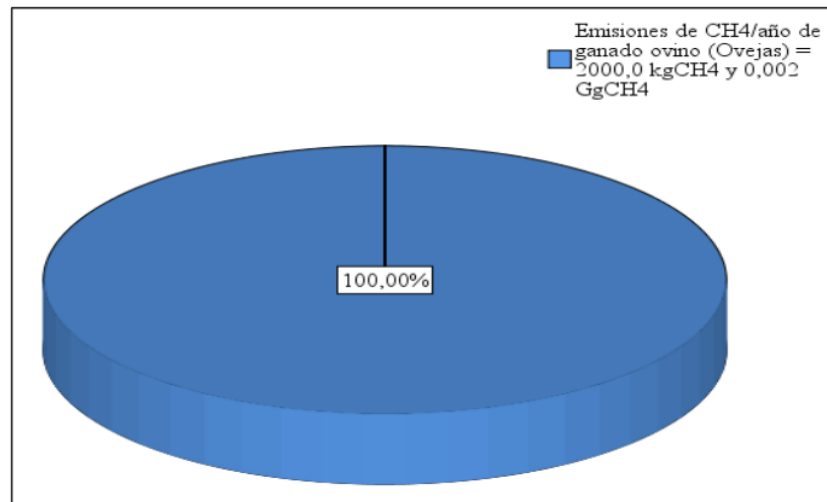


**Figura 9.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados vacunos no lecheros por fermentación entérica.

En base al factor de emisión determinado para los ganados vacunos no lecheros y de acuerdo a la población, además de no existir otro tipo dentro de ello, se determinó que los ganados Brangus de carne emiten el 100% de metano por fermentación entérica a la atmósfera del tipo de ganado vacuno no lechero, el mismo que en cantidades es de 3437,50 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00344 GgCH<sub>4</sub>/año.

### 3.1.2. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados de tipo ovino

De acuerdo al diagnóstico realizado en el área de estudio se identificó solamente la presencia de ovejas como tipo de ganado ovino, es así que las ovejas representan el 100% de la población ovina, equivalente en números a una cantidad de 400 individuos.



**Figura 10.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganado ovino por fermentación entérica.

Al no existir otro tipo de ganado ovino en el área de estudio más que las ovejas y tomando en cuenta el factor de emisión para ovejas, se determinó que las ovejas emiten a la atmósfera el 100,0 % de metano por fermentación entérica dentro del grupo de los ovinos, el mismo que en cantidades es de 2000,00 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,002 GgCH<sub>4</sub>/año.

### 3.1.3. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados de tipo caprino

De acuerdo al diagnóstico realizado en el área de estudio se identificó la presencia de los tipos de ganados caprinos dentro de los cuales se encuentran cabras y chivos, aunque para ambos en menor cantidad a comparación de los demás tipos de ganados.

En la figura 11 se presenta la distribución de la población de ganados caprinos, el mismo que suma una cantidad total de 6 individuos, de los cuales el 83,33% son cabras y chivos el porcentaje restante de 16,67%.

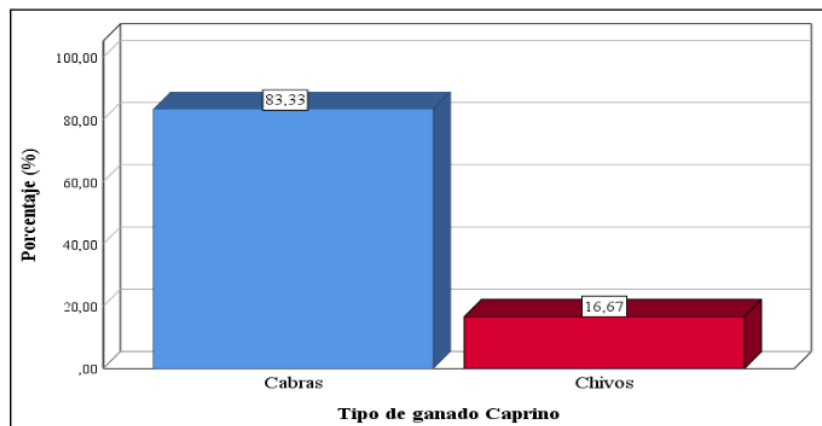


Figura 11. Distribución porcentual de tipo de ganados caprino.

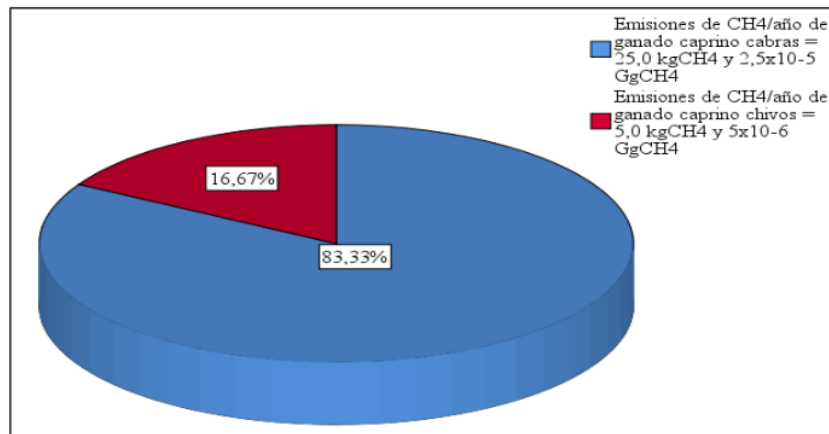


Figura 12. Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados caprinos por fermentación entérica.

En base a los factores de emisión para cabras y chivos, y de acuerdo a la población de cada uno de estos, se determinaron las emisiones de metano por



fermentación entérica tal y como se muestra en la figura 12, donde las emisiones de ganados caprinos del género cabras representan el mayor porcentaje con 83,33% de emisiones de metano a la atmosfera, el mismo que en cantidades es de 25,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 2,5x10<sup>-5</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, se determinó un menor porcentaje de 16,67% de aporte de metano por parte de los ganados caprinos de genero chivos, que en cantidades es de 5,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 5x10<sup>-6</sup> GgCH<sub>4</sub>/año.

#### 3.1.4. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados de tipo equino

De acuerdo al diagnóstico realizado en el área de estudio se identificó la presencia de los tipos de ganados equinos dentro de los cuales se encuentran yeguas y asnos, aunque para ambos en menor cantidad a comparación de los demás tipos de ganados.

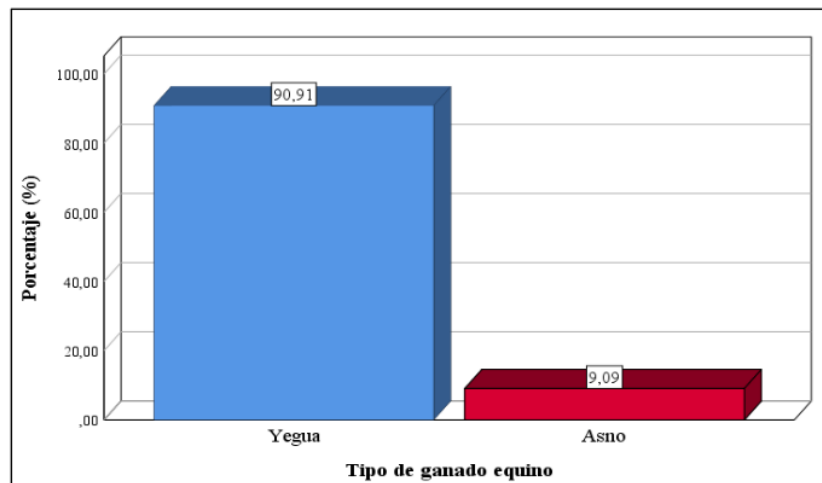
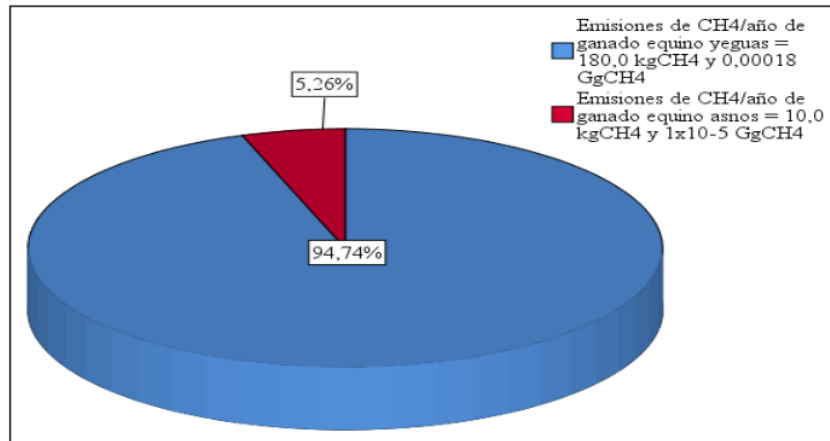


Figura 13. Distribución porcentual de tipo de ganado equino.

En la figura 13 es posible evidenciar la distribución de la población de ganados equinos, el mismo que suma una cantidad total de 11 individuos, de los cuales el 90,91% son yeguas y asnos el porcentaje restante de 9,09%.

En base a los factores de emisión para yeguas y asnos, y de acuerdo a la población de cada uno de estos, se determinaron las emisiones de metano por fermentación entérica tal y como se muestra en la figura 14, donde las emisiones de ganados equinos del género yeguas representan el mayor porcentaje con

94,74% de emisiones de metano a la atmósfera, el mismo que en cantidades es de 180,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00018 GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, se determinó un menor porcentaje de 5,26% de aporte de metano por parte de los ganados equinos de genero asnos, que en cantidades es de 10,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 1x10<sup>-5</sup> GgCH<sub>4</sub>/año.



**Figura 14.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados equinos por fermentación entérica.

### 3.1.5. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica de ganados de tipo vacuno, ovino, caprino y equino

**Tabla 14**

Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH<sub>4</sub>/año y GgCH<sub>4</sub>/año) y CO<sub>2</sub> eq por fermentación entérica de género de ganados

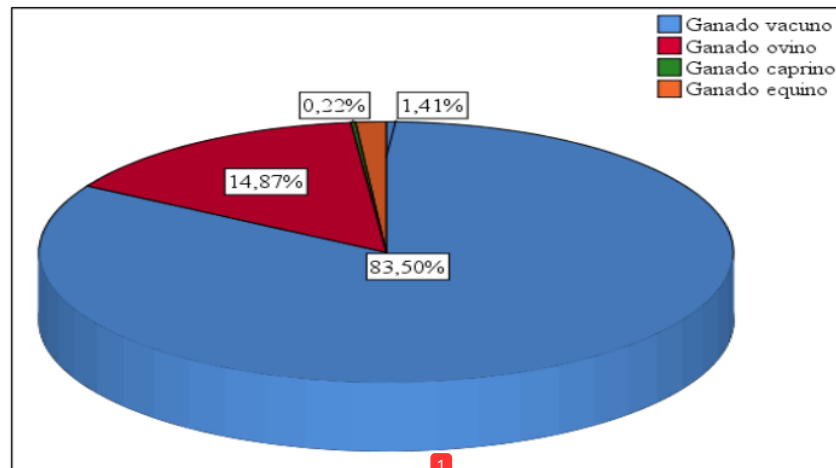
Género de ganados	kgCH <sub>4</sub> /año	GgCH <sub>4</sub> /año	GgCO <sub>2</sub> eq/año	Porcentaje (%)
Ganado vacuno lechero en producción	3836,00	0,00384	0,10741	28,53
Ganado vacuno lechero sin producción	3953,30	0,00395	0,11069	29,40
Ganado vacuno no lechero	3437,50	0,00344	0,09625	25,56
Ganado ovino oveja	2000,00	0,00200	0,05600	14,87
Ganado caprino cabra	25,00	0,000025	0,00070	0,19
Ganado caprino chivo	5,00	0,000005	0,00014	0,04
Ganado equino yegua	180,00	0,00018	0,00504	1,34
Ganado equino asno	10,00	0,00001	0,00028	0,07
Total	13446,80	0,01345	0,37651	100,00

Se estimaron <sup>21</sup> las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica por los diferentes tipos de ganados, dentro de los cuales como se muestra en la tabla 10, el ganado vacuno lechero sin producción en un 29,40% es el ganado que más metano emite por fermentación entérica al ambiente, el mismo que en cantidad es de 3953,30 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00395 GgCH<sub>4</sub>/año, seguido de las emisiones de metano de ganado vacuno lechero en producción con 28,53% cuya cantidad es de 3836,00 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00384 GgCH<sub>4</sub>/año y las emisiones del ganado vacuno lechero sin producción de leche que emite el 25,56% de las emisiones totales y que es de 3437,50 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00384 GgCH<sub>4</sub>/año; por otro lado, las menores cantidades emitidas <sup>1</sup> de metano por fermentación entérica son el ganado caprino chivo con 0,04%, cuya cantidad es de 5,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,00005 GgCH<sub>4</sub>/año y el ganado equino asno con 0,07% que en cantidades es igual a 10,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,00001 GgCH<sub>4</sub>/año, además de ganados de tipo caprino cabra con 0,19% y equino yegua con 1,34% de emisiones de metano por fermentación entérica, siendo preciso mencionar que estos tipos de ganados se crían en menor cantidad y que el factor de emisión <sup>1</sup> es bajo a comparación de los ganados vacunos lecheros y no lecheros, quienes además están en función de mayor pesos en pie y producción de leche para el caso de los del tipo vacunos lecheros. De la misma manera, los tres tipos de ganados vacunos generan mayor carbono equivalente siendo mayor para ganado vacuno lechero sin producción con 0,11069 GgCO<sub>2</sub> eq/año, seguido ganado vacuno lechero en producción con 0,10741 GgCO<sub>2</sub> eq/año y ganado vacuno no lechero con 0,09625 GgCO<sub>2</sub> eq/año.

**Tabla 15**

*Resumen de porcentajes y cantidades <sup>1</sup> de emisiones de metano (kgCH<sub>4</sub>/año y GgCH<sub>4</sub>/año) por fermentación entérica de tipos de ganados*

Tipo de ganados	kgCH <sub>4</sub> /año	GgCH <sub>4</sub> /año	GgCO <sub>2</sub> eq/año	Porcentaje (%)
Ganado vacuno	11226,80	0,01123	0,31435	83,49
Ganado ovino	2000,00	0,00200	0,05600	14,87
Ganado caprino	30,00	0,00003	0,00084	0,19
Ganado equino	190,00	0,00019	0,00532	1,41
Total	13446,80	0,01345	0,37651	100,00



**Figura 15.** Distribución porcentual de emisiones de metano por fermentación entérica por tipo de ganados.

Se determinó que el tipo de ganado que mayor emite metano por fermentación entérica es el ganado vacuno con 83,49% que en cantidades es igual a 11226,80 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,01123 GgCH<sub>4</sub>/año, ello debido a que aparte de las cantidades existentes en el área, estos ganados cuentan con mayores pesos en pie y además algunos producen leche, indicadores que hacen que las emisiones de metano por fermentación entérica sean mayores a comparación de los demás tipos de ganados, tal es el caso, del ganado ovino que aunque la población sea mayor las emisiones de metano son menores, debido a que el factor de emisión por cabeza de ganado ovino es mucho menor, la misma que se encuentra relacionado con los indicadores ya mencionados, todo lo cual hace que el tipo de ganado ovino sea el segundo con 14,87% de las emisiones totales de metano por fermentación entérica, que en cantidades es equivalente a 2000,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,002 GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, los tipos de ganados que emiten menores cantidades de metano por fermentación entérica son el ganado caprino y equino con porcentajes de 0,22% y 1,41% respectivamente, ello debido a que en el área se crían poblaciones bajas, siendo en cantidades la emisión de metano por fermentación entérica de ganados caprinos 30,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,00003 GgCH<sub>4</sub>/año y para los ganados del tipo equino de 190,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,00019 GgCH<sub>4</sub>/año. Asimismo, en cuanto a la generación de carbono equivalente por fermentación entérica la mayor fuente de emisión con 83,49% es el ganado vacuno, cuya cantidad es de 0,31435 GgCO<sub>2</sub> eq/año, seguido con 0,056 GgCO<sub>2</sub> eq/año y representado por el 14,87 % las emisiones por el ganado ovino, en tanto las menores emisiones de carbono equivalente lo generan el ganado caprino y

equino con el 0,22% y 1,41% con cantidades de 0,00084 y 0,00532 GgCO<sub>2</sub> eq/año.

### 3.2. Determinar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados en la granja ganadera de Calzada

De acuerdo a la población identificada por cada tipo de ganado y a los factores de emisión por defecto de manejo de estiércol por región climática según las directrices del IPCC 1996, se determinaron las emisiones de metano, cuyos resultados son presentados a continuación:

#### 3.2.1. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo vacuno.

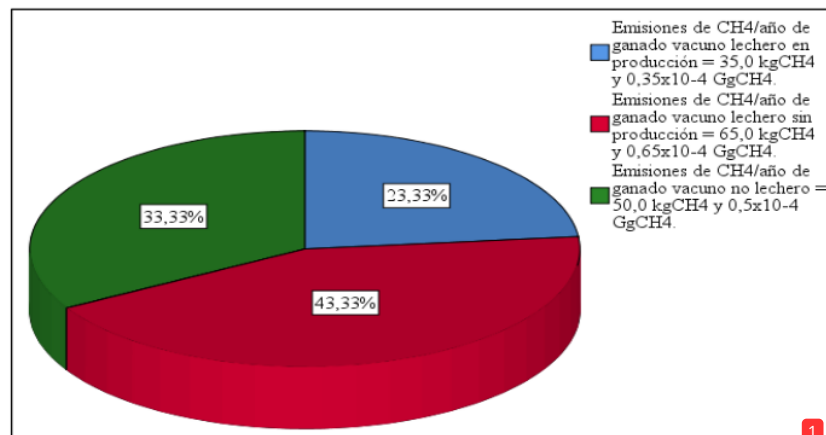
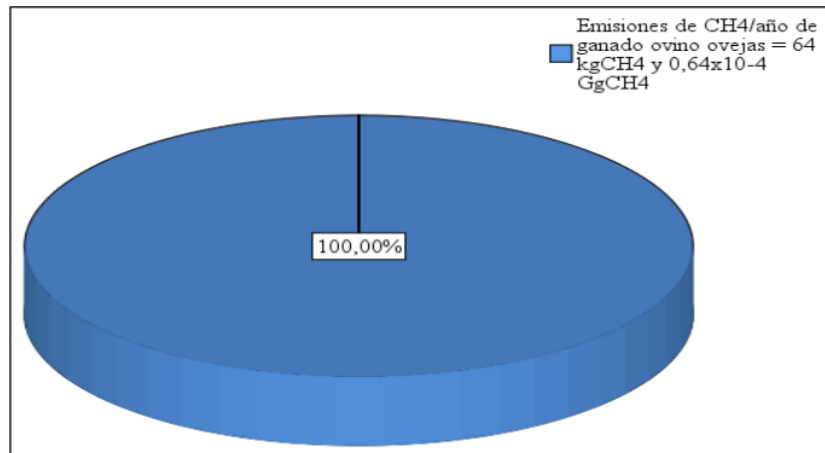


Figura 16. Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados vacunos por manejo de estiércol.

Se estimaron las emisiones de metano por año emitidos por ganados vacunos a la atmósfera por manejo de estiércol, de los cuales el ganado vacuno lechero sin producción tiene mayor porcentaje de emisión representado 43,33% cuya cantidad estimada es de 65 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,65x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, asimismo, dentro de este tipo de ganado el segundo que más aporte tiene al ambiente de metano es el ganado vacuno no lechero con 33,33%, cuya cantidad es de 50 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,5x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, el que menor aporte de emisión de metano por manejo de estiércol con 23,33% es el ganado vacuno lechero en producción, del cual las cantidades son 35 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,35x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, las emisiones de metano por manejo de estiércol estimadas para este tipo de ganado se ven influenciados con la cantidad de cabezas que se crían.

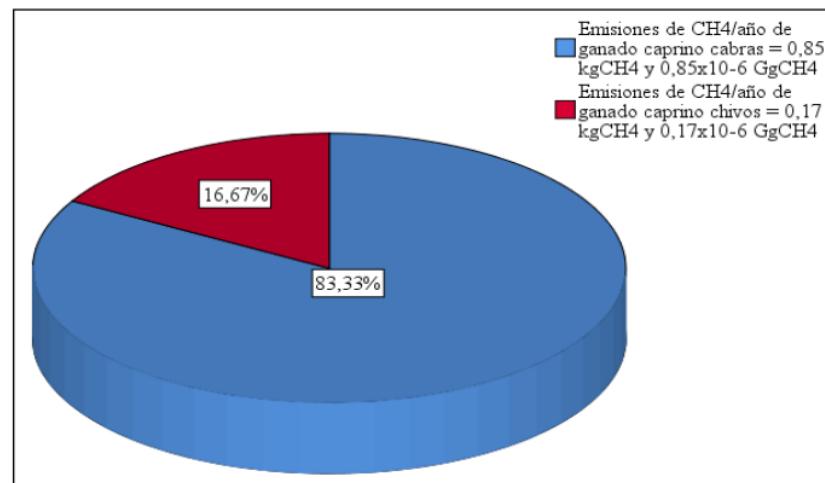
**3.2.2. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo ovino**



**Figura 17.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganado ovino por manejo de estiércol.

Al no existir otro tipo de ganado ovino en el área de estudio más que las ovejas y tomando en cuenta el factor de emisión respectivo, se determinó que las ovejas emiten a la atmósfera el 100,0 % de metano por manejo de estiércol dentro del grupo de los ovinos, el mismo que en cantidades es de 64,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a  $0,64 \times 10^{-4}$  GgCH<sub>4</sub>/año.

**3.2.3. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo caprino**

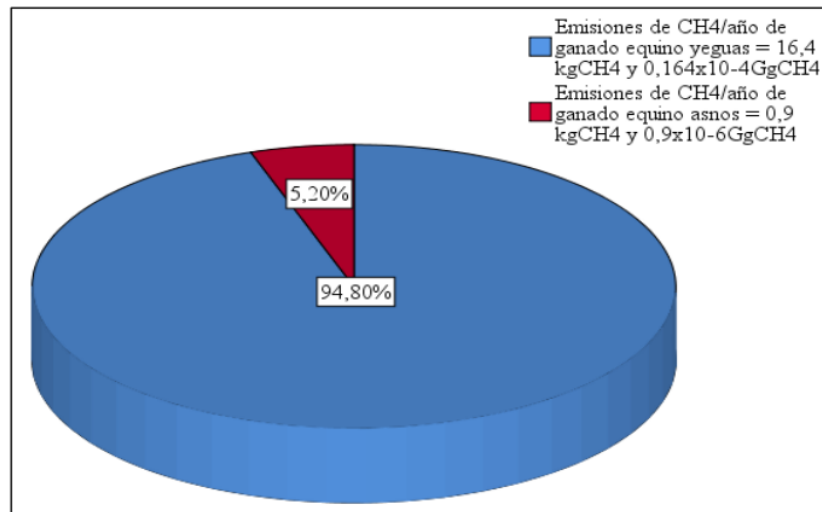


**Figura 18.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados caprinos por manejo de estiércol.

En base a los factores de emisión para cabras y chivos, y de acuerdo a la población de cada uno de estos, se determinaron las emisiones de metano por manejo de estiércol, donde las emisiones de ganados caprinos del género cabras representan el mayor porcentaje con 83,33% de emisiones de metano a la atmosfera, el mismo que en cantidades es de 0,85 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a  $0,85 \times 10^{-6}$  GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, se determinó un menor porcentaje de 16,67% de aporte de metano por parte de los ganados caprinos de genero chivos, que en cantidades es de 0,17 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a  $0,17 \times 10^{-6}$  GgCH<sub>4</sub>/año.

#### 3.2.4. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo equino.

En base a los factores de emisión para yeguas y asnos, y de acuerdo a la población de cada uno de estos, se determinaron las emisiones de metano por manejo de estiércol tal y como se muestra en la figura 19, donde las emisiones de ganados equinos del género yeguas representan el mayor porcentaje con 94,80% de emisiones de metano a la atmósfera, el mismo que en cantidades es de 16,4 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a  $0,164 \times 10^{-4}$  GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, se determinó un menor porcentaje de 5,20% de aporte de metano por parte de los ganados equinos de genero asnos, que en cantidades es de 0,9 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a  $0,9 \times 10^{-6}$  GgCH<sub>4</sub>/año.



**Figura 19.** Distribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub>/año de ganados equinos por manejo de estiércol.

### 3.2.5. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol de ganados de tipo vacuno, ovino, caprino y equino

**Tabla 16**

*Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH<sub>4</sub>/año y GgCH<sub>4</sub>/año) por manejo de estiércol de género de ganados*

Género de ganados	kgCH <sub>4</sub> /año	GgCH <sub>4</sub> /año	GgCO <sub>2</sub> eq/año	Porcentaje (%)
Ganado vacuno lechero en producción	35,00	0,35x10 <sup>-4</sup>	0,98x10 <sup>-3</sup>	15,07
Ganado vacuno lechero sin producción	65,00	0,65x10 <sup>-4</sup>	0,182x10 <sup>-2</sup>	27,98
Ganado vacuno no lechero	50,00	0,5x10 <sup>-4</sup>	0,14x10 <sup>-2</sup>	21,52
Ganado ovino oveja	64,00	0,64x10 <sup>-4</sup>	0,179x10 <sup>-2</sup>	27,55
Ganado caprino cabra	0,85	0,85x10 <sup>-6</sup>	0,238x10 <sup>-4</sup>	0,37
Ganado caprino chivo	0,17	0,17x10 <sup>-6</sup>	0,476x10 <sup>-5</sup>	0,07
Ganado equino yegua	16,4	0,164x10 <sup>-4</sup>	0,459x10 <sup>-3</sup>	7,06
Ganado equino asno	0,90	0,9x10 <sup>-6</sup>	0,252x10 <sup>-4</sup>	0,39
Total	232,32	0,232x10 <sup>-3</sup>	0,65x10 <sup>-2</sup>	100,00

Se estimaron las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por manejo de estiércol por los diferentes tipos de ganados, dentro de los cuales como se muestra en la tabla 16, el ganado vacuno lechero sin producción en un 27,98% es el ganado que más metano emite por manejo de estiércol al ambiente, el mismo que en cantidad es de 65,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,65x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, seguido de las emisiones de metano de ganado ovino oveja con 27,55% cuya cantidad es de 64,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,64x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año tipo de ganado que además presenta la mayor población, y por otro lado, las emisiones del ganado vacuno no lechero que emite el 21,52% de las emisiones totales y que es de 50,0 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,5x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año; por otro lado, las menores cantidades emitidas de metano por manejo de estiércol son el ganado caprino chivo con 0,07%, cuya cantidad es de 0,17 kgCH<sub>4</sub>/año equivalente a 0,17x10<sup>-6</sup> GgCH<sub>4</sub>/año y el ganado caprino cabra con 0,37% que en cantidades es igual a 0,85 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,85x10<sup>-6</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, además de ganados de tipo equino como el asno y la yegua con 0,39% y 7,06% de emisiones de metano por manejo de estiércol, siendo preciso mencionar que estos tipos de ganados se crían en menor cantidad y que el factor de emisión es bajo a comparación de los ganados vacunos lecheros, no lecheros y de los ganados de tipo ovino. De la misma



manera, se determinó la mayor emisión de carbono equivalente lo genera el ganado vacuno lechero sin producción con  $0,182 \times 10^{-2}$  GgCO<sub>2</sub> eq/año que representa el 27,98%, seguido con 27,55% el ganado ovino oveja cuya cantidad emitida es de  $0,179 \times 10^{-2}$  GgCO<sub>2</sub> eq/año, por otro lado, los ganados caprino chivo con 0,07% y ganado equino asco con 0,39% son los que generan menor carbono equivalente.

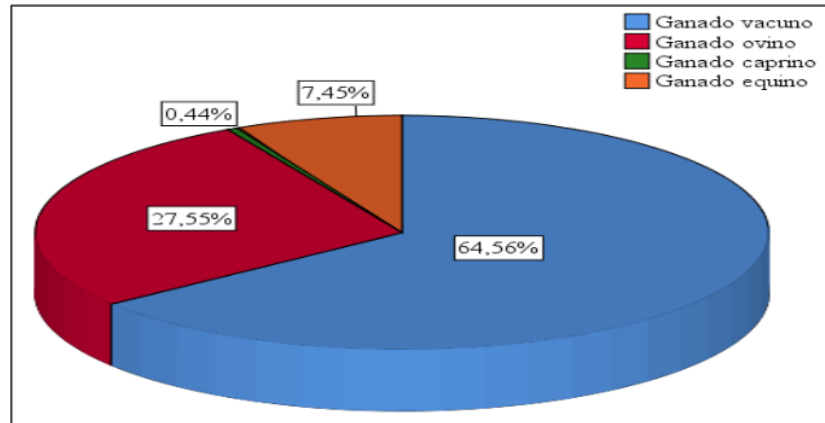
**Tabla 17**

Resumen de porcentajes y cantidades de emisiones de metano (kgCH<sub>4</sub>/año y GgCH<sub>4</sub>/año) por manejo de estiércol de tipos de ganados

Tipo de ganados	kgCH <sub>4</sub> /año	GgCH <sub>4</sub> /año	GgCO <sub>2</sub> eq/año	Porcentaje (%)
Ganado vacuno	150,00	$0,15 \times 10^{-3}$	$0,42 \times 10^{-2}$	64,57
Ganado ovino	64,00	$0,64 \times 10^{-4}$	$0,179 \times 10^{-2}$	27,55
Ganado caprino	1,02	$0,102 \times 10^{-5}$	$0,286 \times 10^{-4}$	0,44
Ganado equino	17,30	$0,173 \times 10^{-4}$	$0,484 \times 10^{-3}$	7,45
Total	232,32	0,01345	$0,65 \times 10^{-2}$	100,00

De acuerdo a la tabla 17 y figura 20, se determinó que el tipo de ganado que mayor emite metano por manejo de estiércol es el ganado vacuno con 64,56% que en cantidades es igual a 150,0 kgCH<sub>4</sub>/año y  $0,15 \times 10^{-3}$  GgCH<sub>4</sub>/año, ello debido a la población de este tipo de ganados y al factor de emisión de metano por cabeza de ganado, indicadores que hacen que las emisiones de metano por fermentación entérica sean mayores a comparación de los demás tipos de ganados, tal es el caso, del ganado ovino que aunque la población sea mayor las emisiones de metano por manejo de estiércol también son menores, debido a que el factor de emisión por cabeza de ganado ovino es mucho menor, todo lo cual hace que el tipo de ganado ovino sea el segundo con 27,55% de las emisiones totales de metano por manejo de estiércol, que en cantidades es equivalente a 64,0 kgCH<sub>4</sub>/año y  $0,64 \times 10^{-4}$  GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, los tipos de ganados que emiten menores cantidades de metano por manejo de estiércol son el ganado caprino y equino con porcentajes de 0,44% y 7,45% respectivamente, ello debido a que en el área se crían poblaciones bajas, siendo en cantidades la emisión de metano por manejo de estiércol de ganados caprinos 1,02 kgCH<sub>4</sub>/año y  $0,102 \times 10^{-5}$  GgCH<sub>4</sub>/año y para los ganados del tipo equino de 17,30 kgCH<sub>4</sub>/año

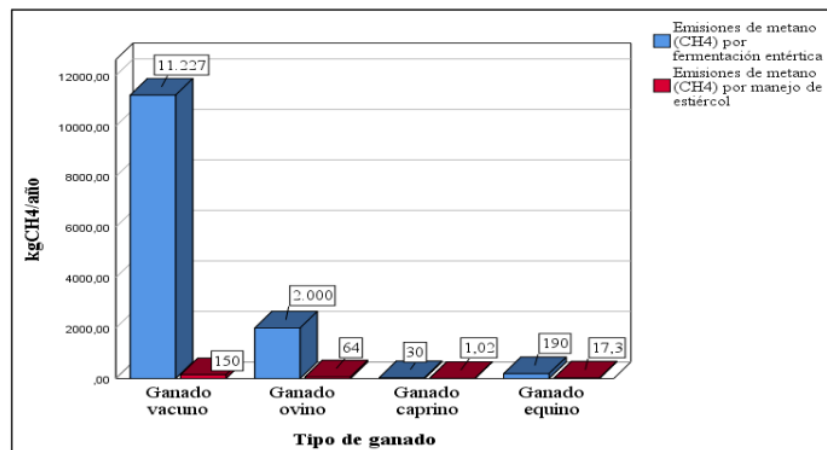
y  $0,173 \times 10^{-4}$  GgCH<sub>4</sub>/año. Asimismo, en cuanto a la generación de carbono equivalente por manejo de estiércol la mayor fuente de emisión con 64,57% es el ganado vacuno, cuya cantidad es de  $0,42 \times 10^{-2}$  GgCO<sub>2</sub> eq/año, seguido con  $0,179 \times 10^{-2}$  GgCO<sub>2</sub> eq/año y representado por el 27,55% las emisiones por el ganado ovino, en tanto las menores emisiones de carbono equivalente lo generan el ganado caprino y equino con el 0,44% y 7,45% con cantidades de  $0,286 \times 10^{-4}$  y  $0,484 \times 10^{-3}$  GgCO<sub>2</sub> eq/año.



**Figura 20.** Distribución porcentual de emisiones de metano por manejo de estiércol por tipo de ganados.

### 3.3. Analizar y comparar las <sup>1</sup>emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado

#### 3.3.1. Análisis y comparación de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) <sup>1</sup>por tipo de ganado



**Figura 21.** Emisiones de metano (kgCH<sub>4</sub>/año) según tipo de ganado.

En la figura presentada se comparan las emisiones de metano en  $\text{kgCH}_4/\text{año}$  de acuerdo a los cuatro tipos de ganados identificados en el área de estudio, de los cuales para el ganado vacuno se evidencia una mayor emisión por fermentación entérica en comparación con la emisión por manejo de estiércol, existiendo entre ambos una diferencia de  $11076,80 \text{ kgCH}_4/\text{año}$ , de igual modo, para el caso del tipo de ganado ovino se determinó una diferencia de  $1936,00 \text{ kgCH}_4/\text{año}$  entre las emisiones de por manejo de estiércol y fermentación entérica, siendo para este último mucho mayor con respecto al primero, asimismo, se determinó el mismo comportamiento para los ganados del tipo caprino y equino existiendo diferencias de  $28,98$  y  $172,70 \text{ kgCH}_4/\text{año}$  entre las emisiones por fermentación entérica y manejo de estiércol a favor de la primera, todo lo cual, permite concluir a nivel general que las concentraciones de emisiones por fermentación entérica suelen ser mayores que las emisiones por manejo de estiércol.

### 3.3.2. Análisis estadístico de los tipos de emisiones de metano generados por ganados

Los resultados del análisis estadístico mediante la prueba “U de Mann Whitney”, prueba independiente no paramétrica de comparación de 2 grupos, son presentados a continuación:

**Tabla 18**

*Rangos de la variable emisión de metano*

Variable	Tratamientos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Emisiones de metano	Emisión de metano por fermentación entérica	4	6,50	26,00
	Emisión de metano por manejo de estiércol	4	2,50	10,0
	Total	80		

**Tabla 19**

*Estadístico de prueba U de Mann Whitney*

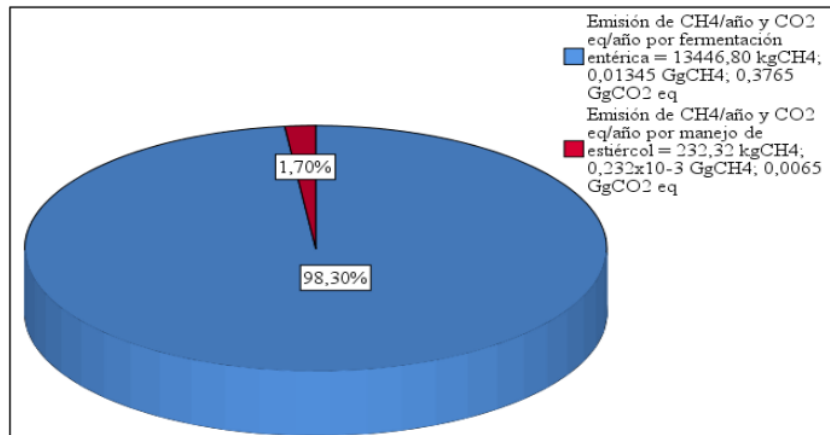
	Emisiones de metano
U de Mann-Whitney	,000
Z	-2,309
Sig. Asintótica (bilateral)	,021

$H_0$  = No existe diferencias significativas en las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol ( $p > 0,05$ ).

$H_1$  = Si existe diferencias significativas en las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol ( $p < 0,05$ ).

Al encontrar que el p-valor “Sig. Asintótica (bilateral)” =  $0,021 < 0,05$ ; se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alterna, afirmando estadísticamente a un 95% de confianza que existe diferencia significativa entre las emisiones de metano por fermentación entérica y por manejo de estiércol en la granja ganadera de Calzada.

### 3.3.3. Distribución porcentual <sup>2</sup> total de emisiones de metano y $\text{CO}_2$ eq generados por fermentación entérica y manejo de estiércol



**Figura 22.** Distribución porcentual total de emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  eq generados por fermentación entérica y manejo de estiércol.

En el área de estudio se determinó una emisión total de metano de 13679,12 kg $\text{CH}_4$ /año, equivalente a 0,01368 Gg $\text{CH}_4$ /año y como carbono equivalente igual a 0,38302 Gg $\text{CO}_2$ /año, de los cuales el mayor porcentaje se debe a las emisiones por fermentación entérica que representa el 98,30% de las emisiones totales a comparación de las emisiones por fermentación entérica, que representa solo el 1,70% de las emisiones totales de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  eq.

### 3.4. Discusión de resultados

Márquez (2021), en su área de estudio determinó que las mayores emisiones lo generan los ganados caprinos, seguido de los ovinos y por últimos los bovinos, al respecto, en la presente investigación se determinó que las mayores emisiones lo generan los bovinos o vacunos, seguido de los ovinos, luego los equinos y caprinos al último, por lo cual no existe similitud entre las investigaciones, sustentando que ello se debe a la población de ganados estudiados, dado a que el mencionado autor estudio mayor número de caprinos y ovinos en comparación a bovinos, situación diferente que se desarrolló en la presente investigación.

Se determinó en la investigación que entre las emisiones por fermentación entérica y por manejo de estiércol, la cual mayor metano emite al ambiente es la primera con un porcentaje muy superior con respecto al manejo de estiércol, resultado que se corrobora con lo encontrado por Márquez (2021) y por Tongwane y Moeletsi (2021), quienes afirman que la fermentación entérica es la que mayor emisión de metano genera al ambiente.

Luque (2016), determinó que existe relación entre las emisiones de metano y la población de ganados bovinos, si bien el objetivo de la presente investigación no fue en ello, es posible afirmar lo mencionado por el autor, dado a que se determinó que a un mayor número de ganados vacunos existe una mayor cantidad de emisiones de metano tanto por fermentación entérica como por manejo de estiércol.

De la misma manera, Luque (2016), determinó que entre el ganado no lechero y lechero, el primero emite mayores cantidades de emisiones de metano por fermentación entérica, al respecto se puede mencionar, que ello depende mucho de factores como la población, el peso del ganado vacuno en pie y la producción de leche diaria para el caso de vacunos lecheros, dado que un ganado lechero al producir una cantidad considerable de leche al día y tomando en consideración su peso en pie, obtendrá un mayor factor de emisión, lo que resultará al contar con una mayor población, una mayor emisión de metano en comparación una baja cantidad de ganados no lecheros.

## CONCLUSIONES

Los factores de emisión se ven determinados por indicadores como peso en pie de los ganados y producción de leche, además del tamaño de la población, todo lo cual permitió determinar que el ganado vacuno es el que más metano aporta por fermentación entérica a la atmósfera, que es el 83,49% de las emisiones totales, cuyas cantidades son de 11226,80 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,01123 GgCH<sub>4</sub>/año, lo siguen las emisiones del ganado ovino con el 14,87% equivalente a 2000,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,002 GgCH<sub>4</sub>/año, en tanto, los ganados que emiten en menor cantidad metano por fermentación entérica al ambiente, son el ganado caprino con 0,22% y cantidades de 30,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,00003 GgCH<sub>4</sub>/año y el ganado de tipo equino con 1,41% equivalente a 190,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,00019 GgCH<sub>4</sub>/año; por otro lado, las emisiones de los géneros del ganado vacuno son mucho mayores en comparación con los géneros de los demás tipos de ganados, sobre todo con los caprinos y equinos.

Se determinó que los ganados vacunos son los que emiten al ambiente mayor metano por manejo de estiércol, el cual representa el 64,56% y equivale a cantidades de 150,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,15 x10<sup>-3</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, como segundo mayor emisor se encuentra el ganado ovino con 27,55% de las emisiones totales y que en cantidades es de 64,0 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,64x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año, por otro lado, los ganados que en menor cantidad se crían en el área, son los que menor implicancia tienen en las emisiones por manejo de estiércol, siendo el ganado caprino con 0,44% y cantidades de 1,02 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,102x10<sup>-5</sup> GgCH<sub>4</sub>/año y el ganado equino con 7,45% de emisiones equivalente a 17,30 kgCH<sub>4</sub>/año y 0,173x10<sup>-4</sup> GgCH<sub>4</sub>/año.

Se concluye que las emisiones de metano por fermentación entérica son mucho mayores en comparación con las emisiones por manejo de estiércol evaluados para los diferentes tipos de ganados, motivo por el cual existe un mayor aporte de metano a la atmósfera por parte de la fermentación entérica, afirmándose además estadísticamente a un 95% de confianza que existe diferencias significativas entre las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol en la granja ganadera de Calzada.

## RECOMENDACIONES

Recomendar <sup>1</sup> a las autoridades de la granja ganadera de Calzada continuar con las buenas prácticas, toma de acciones, iniciativas y la consideración de medidas de mitigación ambiental, para reducir <sup>1</sup> las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol, como por ejemplo en la alimentación de los ganados con maíz chala y el abonado de este cultivo con el estiércol.

Recomendar a estudiantes de pre y post grado de las diferentes universidades de nuestra región, desarrollar estudios referentes a la evaluación de <sup>1</sup> emisiones de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol por razas de ganados vacunos lecheros y no lecheros, lo que permitirá obtener resultados para mejorar la alimentación y tomar acciones a fin de disminuir las emisiones en las razas de ganados que mayor emiten metano.

Recomendar a instituciones como <sup>13</sup> Ministerio del Ambiente, Instituto Nacional de Innovación Agraria a la formalización de convenios para el desarrollo de investigaciones relativos al tema, debido a la escasa investigación en la zona, todo lo cual nos permitirá optar por medidas que permitan la mitigación de emisiones, investigaciones que deben ser ejecutadas mediante otros métodos.

<sup>6</sup> A los docentes y estudiantes de la escuela de Ingeniería Ambiental, recomendarles desarrollar investigaciones y estudio referentes al tema tratado, lo cual contribuya como aporte científico para el público en general y sea de conocimiento para las autoridades, para la pronta implementación de estrategias para la reducción de los impactos al ambiente, generados por los gases de efecto invernadero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, Elí. Impacto ambiental del metano producido por el ganado vacuno, criado bajo dos sistemas de explotación, en la ganadería “Monte Carmelo” – Trujillo. Tesis (Doctor en Ciencias Ambientales). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2011.
- ADMINISTRACIÓN ESPACIAL AERONÁUTICA DE ESTADOS UNIDOS (NASA). Earth Fact Sheet. [En línea], 2016. [Fecha de consulta 03 de noviembre del 2020]. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>
- ALVARADO, Víctor. Emisión de metano entérico de vacas en lactación con pastos cultivados en zona altoandina - estación lluviosa y seca. Tesis (Magister en Nutrición). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018.
- BEAUCHEMIN, Karen. Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. (166). 2011.
- BENAVIDES, Henry & LEÓN Gloria. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En línea]. Bogotá, 2007. [Fecha de consulta el 04 de noviembre del 2020].
- BERRA, Guillermo. & FINSTER, Laura. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero; Influencia de la ganadería argentina. Cadena de la Carne Vacuna. *Revista IDIA XXI*, Instituto de Patobiología, INTA Castelar. [En línea]. Año II, No. (2), 2002. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. [http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/IDIA\\_2.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/IDIA_2.pdf)
- BLANCO, J., Álvarez, A. y Morgan, H. O. Contribución de la ganadería a las emisiones de gases de efecto invernadero. *Reseña bibliográfica. Ciencia y tecnología ganadera (Cuba)*. [En línea]. Vol. (5), No. (1), 2011. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=agrinpa.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=032549>
- BOTERO, J.I. Biotecnología en los microorganismos del rumen. Colombia: Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Medellín, 1998.



- CENTRO Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). El efecto invernadero. [En línea], 2016. [Fecha de consulta 04 de noviembre del 2020]. <https://bit.ly/35zbpzJ>
- DELGADO, Milena & PINARGOTE, Yuliana. Comparaciones entre medición directa y estimación del metano producido por estiércol bovino: caso Julián y Severino, Cantón Bolívar, provincia de Manabí. Tesis (Ingeniero en Medio Ambiente). Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2015.
- DÍAZ, Medardo. Emisión de metano entérico por toretes al pastoreo en condiciones de selva alta del Perú. Tesis (Doctor en Nutrición). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2020.
- DONNEY'S, Gina. Evaluación de las emisiones entéricas de metano en vacas lecheras bajo trópico alto con o sin la inclusión de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Tesis (Magíster en Ciencias Agrarias). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2015.
- EFEECTO de preparados con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y LEVICA-25 viables en los metanógenos y metanogénesis ruminal in vitro por Juana Galindo [et al]. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. [En línea]. Vol. (44), No. (3), 2010. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015664010.pdf>
- ENFRENTANDO el cambio climático a través de la ganadería - Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación por Pierre Gerber[et al.]. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma, 2013. [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020].
- ESTIMACIÓN de las emisiones de los rumiantes en España: el factor de conversión de metano por María Cambra [et al.]. Arco. Zootec [en línea], Volumen (57). 2008. [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020]. [http://www.uco.es/zootecnia/gestion/img/pictorex/21\\_17\\_10\\_d.pdf](http://www.uco.es/zootecnia/gestion/img/pictorex/21_17_10_d.pdf)
- FORSTER, P., RAMASWAMY, V., ARTAXO, P., BERNTSEN, T., BETTS, R., FAHEY, D., HAYWOOD, J., LEAN, J., LOWE, D., MYHRE, G., NGANGA, J., PRINN, R., RAGA, G., SCHULZ, M., VAN DORLAND, R. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S, Qin D,

Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt K, Tignor M, and Miller H (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 129-234.

GARCÍA, Jenniffer & VARGAS, Vinicio. Determinación de una campaña de concientización sobre el calentamiento global con la creación de un programa televisivo. Tesis (Licenciados en Comunicación Social). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2012.

GROENESTEIN Karin, MOSQUERA Julio y SLUIS Van der. Emission factors for methane and nitrous oxide from manure management and mitigation options. UK. Journal of Integrative Environmental Sciences. [En línea]. Vol. (9). Num. (1), 2012. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1943815X.2012.698990>

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). Radiative Forcing of Climate Change. [Equipo de redacción principal: O. Boucher, J. Haigh, D. Hauglustaine, J. Haywood, G. Myhre, T. Nakajima, G.Y. Shi, S. Solomon (directores de la publicación)]. [En línea], IPCC, Ginebra. 1994. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020]. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-06.pdf>

HERRANZ, Carolina. Estimación de las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado vacuno en la hacienda Guatiquila ubicada en la Vereda Veracruz, Cumaral-Meta. Tesis (Ingeniera Ambiental). Villa Vicencio: Universidad Santo Tomas, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO). [En línea]. Perú, 2013. [Fecha de consulta en 03 de noviembre del 2020]. [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. (IPCC). IPCC. Climate Change 1992. The Supplementary Report to the Scientific Assessment. [En línea]. (Ed. J. T. Houghton, B. A. Callander and S. K. Varney). IPCC, Cambridge: Cambridge University Press. 1992. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ipcc\\_wg\\_I\\_1992\\_suppl\\_report\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ipcc_wg_I_1992_suppl_report_full_report.pdf)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Guías para presentación de inventarios nacionales. Volumen 4: Agricultura, forestación y

cambiario en el uso de la tierra. [En línea]. Suiza, 1996. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm>

INTERGOVERNMENTAL panel of Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. (IPCC). Climate Change. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I, II y III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [En línea], WMO. UNEP. IPCC, Geneve, Switzerland. 2007. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020].

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. (IPCC). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. [En línea], IPCC, Ginebra, Suiza. 2014. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

LA LARGA Sombra del Ganado: Problemas ambientales y opciones por Henning Steinfeld [*et al.*]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). [En línea]. Roma, 2009. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

LE TREUT, H., SOMERVILLE, R., CUBASCH, Y., DING, C., MAURITZEN, A., MOKSSIT, T., PETERSON Y PRATHER M. 2007. Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

LUQUE, Juan. El gas metano y su relación con las actividades ganaderas de la provincia de Manabi, Ecuador. Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. [En línea]. Vol. 19, N° 37. Enero - Junio 2016. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020].

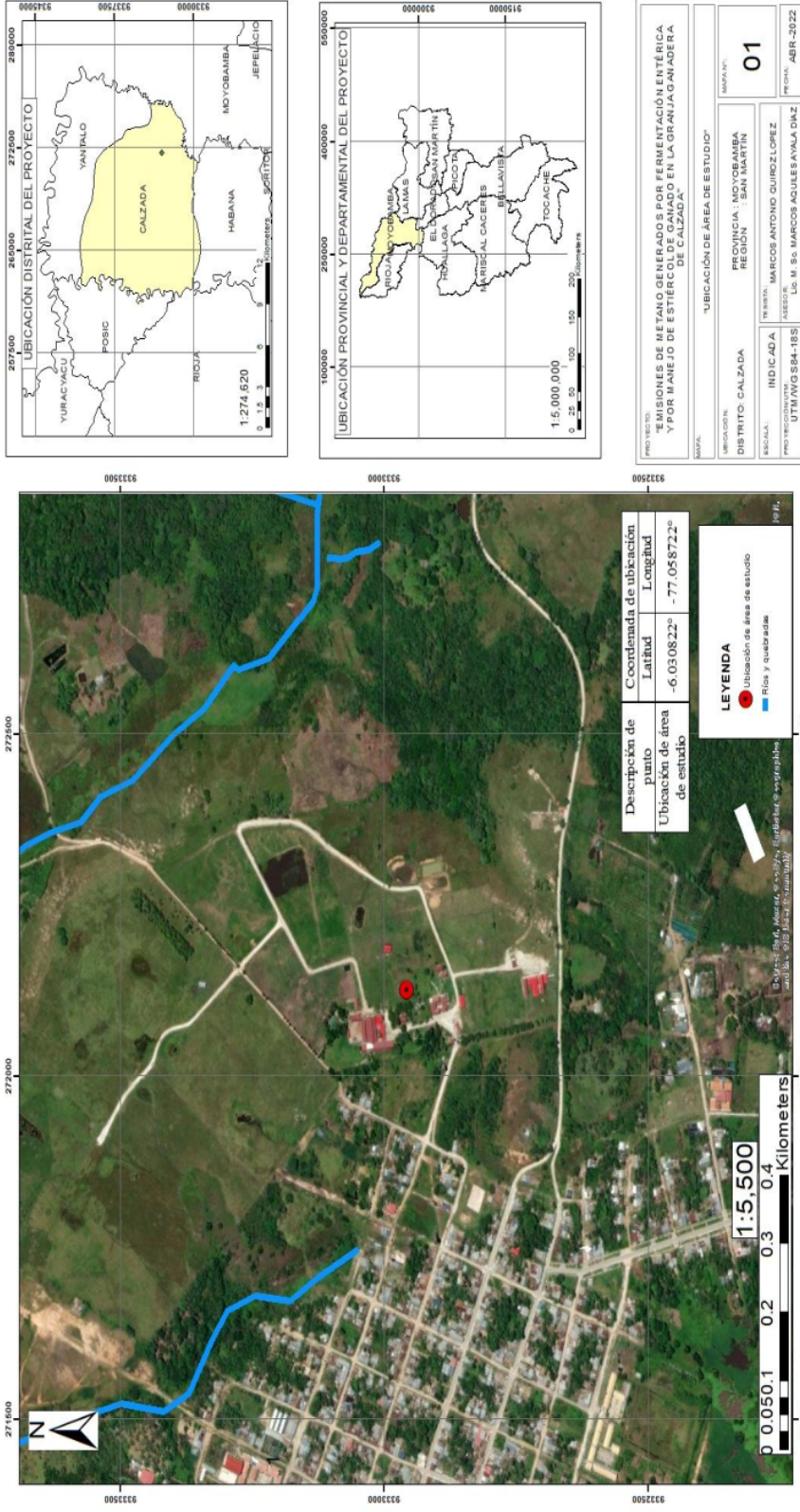
- MÁRQUEZ, Javier. Estimación de la huella de carbono proveniente de la fermentación entérica y gestión del estiércol de rumiantes en la media y alta Guajira. [Tesis de postgrado, Universidad de la Guajira]. 2021. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/328>
- MARTÍNEZ, Julia. & FERNÁNDEZ, Adrián. Cambio climático: una visión desde México. México, D. F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición: noviembre de 2004.
- MEDRANO, Jorge. Emisión de metano entérico de vacas en lactación en pastizales altoandinos en estación lluviosa y seca. Tesis (Magister Scientiae Nutrición). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.
- MEEKAN, M. Razas Lecheras Razas Lecheras Bovinas. Uruguay: hemisferio sur. Morton Backer, & Jacobsen, L. E. (1998). Contabilidad de costos: Un Enfoque Administrativo para la Toma de Decisiones. Mexico: McGraw-Hill. 1960.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú. [En línea], Lima-Perú, 2009. [Fecha de consulta 03 de noviembre del 2020]. [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe) > CDAM0000323
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [En línea], 2016. [Fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020]. [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)
- OCAS, Presila. Emisión de metano en dos razas de vacunos lecheros (Holstein y Brown Swiss) con dos tipos de alimento (pastura y pastura más concentrado). Tesis (Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)
- OFICINA CATALANA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. Metodología de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI). [En línea]. Junio de 2011. [Fecha de consulta el 04 de noviembre del 2020]. [http://canvclimatic.gencat.cat/web/.content/home/politiques/inventaris\\_demssions/mes\\_informacio\\_sobre\\_metodologies/metodologia\\_annex\\_es.pdf](http://canvclimatic.gencat.cat/web/.content/home/politiques/inventaris_demssions/mes_informacio_sobre_metodologies/metodologia_annex_es.pdf)
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (FAO). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería a examen. [En línea], Roma, Italia: FAO, 2009. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020]. <http://www.fao.org/3/i0680s/i0680s.pdf>

- ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector: A Life Cycle Assessment. [En línea]. Roma, Italia, 2010. [Fecha de consulta 03 de noviembre del 2020]. <http://www.fao.org/3/k7930e/k7930e00.pdf>
- PABLO, Francisca. Emisión de metano entérico por toretes de la raza Brahman bajo condiciones de pastoreo continuo del pasto alemán *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch, durante época seca en Tulumayo – Ciptald. Tesis (Ingeniero Zootecnista).
- PACHAURI, R. & MEYER, L. Cambio climático 2014 Informe de síntesis. IPCC. 2014. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2019.
- PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. IPCC. Cambio climático 2001: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Tercer Informe de Evaluación del OMM Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Robert T. Watson, Banco Mundial y el Equipo de autores principales]. [En línea]. IPCC, Wembley, Reino Unido, 2001. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR\\_syrfull\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/TAR_syrfull_es.pdf)
- PRESTON, T. R. & Leng, R. A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, ACP-EEC. [En línea]. Wageningen, Holanda. Vol. (30), No. (2), 1989. [Fecha de consulta el 03 de noviembre del 2020]. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308-521X\(89\)90048-6](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308-521X(89)90048-6)
- PRODUCCIÓN de Metano en Vacunos al Pastoreo Suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca por Juan E. Moscoso [et al]. Rev. Inv. Vet. Perú. [En línea]. Vol. (28), No (4), 2017. [Fecha de consulta el 02 de noviembre del 2020]. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/13887>
- REÁTEGUI, Juan. Estimación de las emisiones de metano producidas por la gestión del estiércol proveniente de sistemas de producción de vacunos de leche. Irrigación majes, Arequipa – 2013. Tesis (Doctor en Ciencias Ambientales). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2014.
- RUIZ, R. y Álvarez, A. Análisis nutricional de sistemas sostenibles para bovinos en el trópico. En: III Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. Memorias. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, La Habana, 2007.

- THE EFFECT of cattle grazing on soil physical and chemical properties in a silvopastoral system in the Peruvian Amazon by Luis Arévalo [ et.al]. Agroforestry System. [En línea]. Vol. (40), 1998. [Fecha de consulta 03 de noviembre del 2020]. <https://www.asb.cgiar.org/publication/effect-cattle-grazing-soil-physical-and-chemical-properties-silvopastoral-system>
- THE SCIENCE of Climate Change: Summary for Policymakers Technical Summary of the Working Group I Report, Climate Change. [En línea]. Cambridge University Press, 1995. [Fecha de consulta el 04 de noviembre del 2020]. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/29956>
- TOALA, Edwin. Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir de estiércol de ganado en el rancho Verónica. Pre-tesis (Previo a la obtención del título de Ingeniero en Biotecnología Ambiental) Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo, 2013.
- TONGWANE, Mphethe & MOELETSI, Mokhele. Provincial cattle carbon emissions from enteric fermentation and manure management in South Africa. Environmental Research, Volume 195, April 2021, 110833. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110833>

**ANEXOS**

Anexo I. Ubicación de área de estudio y puntos de muestreo





**Anexo 2. Registro fotográfico**

**Fotografía 1.** Ingreso a área de estudio.



**Fotografía 2.** Plantel de ganado vacuno en el área de estudio.



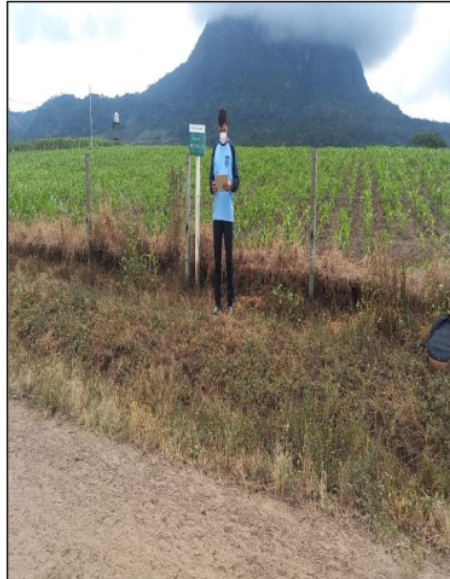
**Fotografía 3.** Diagnóstico de tipos de ganados.



**Fotografía 4.** Consulta acerca del manejo del estiércol.



**Fotografía 5.** Ubicación temporal de estiércol antes de ser dispuesto a campo de cultivo de maíz.



**Fotografía 6.** Áreas de cultivos de maíz chala donde se utiliza como abono el estiércol de ganado.

# Emisiones de metano generados por fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado vacuno en la granja ganadera de Calzada

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://vdocuments.mx">vdocuments.mx</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://infocarbono.minam.gob.pe">infocarbono.minam.gob.pe</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="https://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.cima-minag.cu">www.cima-minag.cu</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.pnud.cl">www.pnud.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.buenastareas.com">www.buenastareas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.medioambiente.gov.ar">www.medioambiente.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a>	

Fuente de Internet

<1 %

21

[www.biopasos.com](http://www.biopasos.com)

Fuente de Internet

<1 %

22

[oa.upm.es](http://oa.upm.es)

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to  
[consultoriadeserviciosformativos](http://consultoriadeserviciosformativos)

Trabajo del estudiante

<1 %

24

[orcid.org](http://orcid.org)

Fuente de Internet

<1 %

25

[repositorio.unas.edu.pe](http://repositorio.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

26

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

27

[repositorio.uncp.edu.pe](http://repositorio.uncp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

28

[repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

[www.actualidadambiental.pe](http://www.actualidadambiental.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

Submitted to Pontificia Universidad Catolica  
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

31	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
32	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
33	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	1library.co Fuente de Internet	<1 %
35	t4.kai.ru Fuente de Internet	<1 %
36	www.ipcc-nggip.iges.or.jp Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Centro de Investigacion y Desarrollo de Educacion Bilingue Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
39	tr-ex.me Fuente de Internet	<1 %
40	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %
41	www.alltech.com Fuente de Internet	<1 %

42

[www.mag.go.cr](http://www.mag.go.cr)

Fuente de Internet

<1 %

---

43

[www.revistasbolivianas.org.bo](http://www.revistasbolivianas.org.bo)

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo