

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la  
provincia de Pasco de la región de Pasco – 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

**Bach. Gladys Yanina CABELLO ESPINOZA**

**Bach. Gelman Nelson HUAYRE HUARANGA**

**Asesor:**

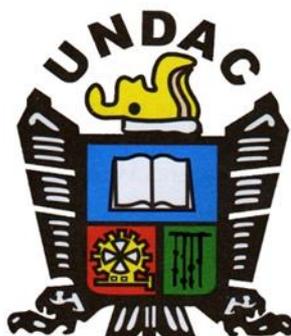
**Mg. Lucio ROJAS VÍTOR**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la  
provincia de Pasco de la región de Pasco - 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ

PRESIDENTE

---

MSc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA

MIEMBRO

---

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

Dedico a Dios por darme vida, salud y sabiduría en mi etapa universitaria, dedico a mis padres y hermanos que con su apoyo incondicional estuvieron en todo el transcurso de mi formación profesional, animándome a seguir adelante y buscando siempre el éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios, por ser mi soporte y permitirme culminar la carrera profesional de ingeniería ambiental.

Gracias a mis padres, por ser el pilar fundamental para lograr llegar a este momento de mi vida profesional.

Gracias a mis hermanos, que con sus palabras de aliento estuvieron en todo momento motivándome a ser mejor persona.

Gracias a los docentes universitarios por brindarnos conocimientos y sabiduría durante el periodo de etapa universitaria.

## RESUMEN

En la provincia de Pasco en la actualidad se desconocía el número total de animales que se tiene en el sector ganadero y asimismo se desconoce cuánto de metano se estaría generando por este sector, lo cual se desconoce la contribución en la provincia de Pasco de la generación de metano y la incidencia en el cambio climático que estaríamos contribuyendo, lo cual es de importancia en la investigación a fin de tomar medidas de mitigación de metano.

En la presente investigación se tiene como objetivo principal calcular la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

Finalizada la investigación se pudo determinar en base a las pautas o directrices del IPCC (2006) “Emisiones y sumideros” y del ministerio de agricultura y riego del Perú donde se pudo determinar que el volumen de metano generado por fermentación por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 4,940,415 Kg CH<sub>4</sub>/año en el año 2022 y la generación total de metano por emisiones de estiércol por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 299,565 Kg CH<sub>4</sub>/año llegando en un total de 5,195,919 Kg de CH<sub>4</sub>/año o 5,195.919 Toneladas de CH<sub>4</sub>/año. Por lo que se pudo evaluar mediante el rumen del ganado realiza la fermentación y es mediante este proceso la mayor cantidad de metano generado.

**Palabras clave:** Fermentación, emisiones de estiércol, sector ganadero y provincia de Pasco.

## ABSTRACT

In the province of Pasco, the total number of animals that are kept in the livestock sector is currently unknown and it is also unknown how much methane would be generated by this sector, which is unknown in the province of Pasco from the contribution of the generation of methane and the incidence of climate change that we would be contributing to, which is important in research in order to take methane mitigation measures.

In the present investigation, the main objective is to calculate the incidence in the generation of methane by the livestock sector in the province of Pasco in the region of Pasco-2022.

Once the investigation was completed, it was possible to determine based on the guidelines or guidelines of the IPCC (2006) "Emissions and sinks" and the Ministry of Agriculture and Irrigation of Peru where it was possible to determine that the volume of methane generated by fermentation by animals such as cattle , sheep, alpacas, pigs, llamas and goats in the province of Pasco is 4,940,415 Kg CH<sub>4</sub>/year in the year 2022 and the total generation of methane from manure emissions by animals such as cattle, sheep, alpacas, pigs, llamas and goats in the province of Pasco is 299,565 Kg CH<sub>4</sub>/year reaching a total of 5,195,919 Kg of CH<sub>4</sub>/year or 5,195,919 Tons of CH<sub>4</sub>/year. From what could be evaluated through the rumen of the cattle, it performs the fermentation and it is through this process the greatest amount of methane generated.

**Keywords:** Fermentation, manure emissions, livestock sector and province of Pasco.

## INTRODUCCIÓN

La investigación será un documento útil para realizar trabajos de prevención ambiental y será la base para la toma de decisiones en la disminución de metano en la provincia de Pasco. La participación de los ganaderos es de mucha importancia ya que ellos son la parte medular de la investigación, ya que ellos contribuyeron en la investigación.

Nuestra investigación es de tipo descriptiva ya que según Hernández y Col (2006) “Esbozan que la investigación descriptiva es cuando: Aquel tipo de investigación que indaga las propiedades significativas de personas, comunidades, grupos, o cualquier otro fenómeno que sea evaluado a análisis. Evalúa diversos aspectos, dimensión o componente del objetivo de investigación. A partir el punto de vista científico describir es medir. En éste, se escoge una serie de cuestiones y se mide cada una de ellos independiente para así describir lo que se investiga”. Por lo que en base a ello describiremos el fenómeno que sea sometido a análisis de la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco.

De las visitas realizadas en el mes de abril, junio, diciembre del año 2022 a los Trece distritos de la provincia de Pasco se pudo evaluar e identificar la crianza de ganados en su variedad distintas, también se observó que el distrito de Chaupimarca capital de la provincia de Pasco por ser distrito urbano tiene también la crianza de ovejas y porcinos dentro de la ciudad. De los ganados evaluados fueron animales domésticos como son vacunos, ovinos, alpacas, llamas, porcinos y caprinos.

**Los autores.**

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema principal:.....	3
1.3.2. Problemas específicos: .....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general: .....	3
1.4.2. Objetivos específicos: .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.5.1. Justificación teórica .....	4
1.5.2. Justificación Metodológica.....	4
1.5.3. Justificación Ambiental.....	4
1.5.4. Justificación Social .....	4

1.6. Limitaciones de la investigación.....	4
--	---

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.1.1. Antecedentes Internacional .....	5
2.1.2. Antecedente a nivel nacional.....	7
2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	9
2.2. Bases teóricas – científicas.....	10
2.3. Definición de términos básicos .....	23
2.4. Formulación de hipótesis .....	24
2.4.1 Hipótesis General.....	24
2.4.2 Hipótesis Específicos .....	24
2.5. Identificación de las variables .....	24
2.5.1 Variable independiente.....	24
2.5.2 Variable dependiente .....	24
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	25

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación .....	28
3.2. Nivel de investigación .....	28
3.3. Métodos de investigación .....	29
3.4. Diseño de investigación .....	29

3.5. Población y muestra .....	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.6.1. Técnicas.....	29
3.6.2. Instrumentos .....	30
3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	30
3.8. Tratamiento estadístico.....	30
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	30

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo. ....	31
4.1.1. Ubicación de la zona de estudio .....	31
4.1.2. Como llegar a la zona de estudio .....	32
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	34
4.2.1. Identificación de las zonas ganaderas en la provincia de Pasco. ....	34
4.2.2. Número de animales en los distritos de la provincia de Pasco .....	38
4.2.3. Resultado de la cantidad de metano en la provincia de Pasco.....	43
4.2.3.1. Resultado de emisiones por fermentación entérica en la provincia de Pasco.....	43
4.2.3.2. Resultado de emisiones por estiércol de ganado en la provincia de Pasco.....	47
4.3. Prueba de hipótesis .....	49
4.4. Discusión de resultados.....	50

## **CONCLUSIONES**

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>MAPA 1</b> UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE PASCO .....	33
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> MÉTODO SUGERIDO PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA .....	15
<b>TABLA 2</b> FACTORES DE EMISIÓN PARA LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA.....	16
<b>TABLA 3</b> COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DE VACUNOS .....	18
<b>TABLA 4</b> ENERGÍA BRUTA CONVERTIDA EN METANO POR SECTOR (YM) .....	19
<b>TABLA 5</b> FACTORES DE EMISIÓN PARA CALCULO DE METANO PROVENIENTES DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL.....	22
<b>TABLA 6</b> OPERACIONABILIDAD DE VARIABLES E INDICADORES.....	26
<b>TABLA 7</b> DISTANCIAS DESDE CERRO DE PASCO A:.....	32
<b>TABLA 8</b> PRESENCIA DE TIPOS DE GANADOS EN LOS DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE PASCO .....	36
<b>TABLA 9</b> NÚMERO DE ANIMALES PRESENTES EN LA PROVINCIA DE PASCO.....	39
<b>TABLA 10</b> RESULTADO DE EMISIÓN DE CH <sub>4</sub> /AÑO POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA CON EL NIVEL 1 .....	44
<b>TABLA 11</b> RESULTADO DE EMISIÓN DE CH <sub>4</sub> /AÑO POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA CON EL NIVEL 2 .....	45
<b>TABLA 12</b> RESULTADO DE EMISIÓN DE CH <sub>4</sub> /AÑO POR EMISIONES DE ESTIÉRCOL CON EL NIVEL 1.....	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1:</b> POBLACIÓN DE ANIMALES EN LA PROVINCIA DE PASCO .....	40
<b>GRÁFICO 2:</b> N° DE PRODUCTORES DE GANADOS EN LA PROVINCIA DE PASCO .....	41
<b>GRÁFICO 3:</b> RENDIMIENTO DE GANADO (KG/UNID.) .....	42
<b>GRÁFICO 4:</b> PRODUCCIÓN DE CARNE POR TIPO DE ANIMALES (T/AÑO) EN LA PROVINCIA DE PASCO .....	43
<b>GRÁFICO 5:</b> EMISIÓN KG CH <sub>4</sub> /AÑO POR FERMENTACIÓN .....	45
<b>GRÁFICO 6:</b> PORCENTAJE DE EMISIÓN KG CH <sub>4</sub> /AÑO POR FERMENTACIÓN .....	46
<b>GRÁFICO 7:</b> EMISIÓN KG CH <sub>4</sub> /AÑO POR EMISIONES DE ESTIÉRCOL .....	48
<b>GRÁFICO 8:</b> PORCENTAJE DE EMISIÓN KG CH <sub>4</sub> /AÑO POR EMISIONES DE ESTIÉRCOL .....	48

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN 1:</b> IDENTIFICACIÓN DE DISTRITOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE PASCO .....	37
<b>IMAGEN 2:</b> IDENTIFICACIÓN DE DISTRITOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE PASCO .....	37
<b>IMAGEN 3:</b> IDENTIFICACIÓN DE DISTRITOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE PASCO .....	38

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

“El metano posee vida media corta en la atmósfera de 10 a 12 años, pero es un fuerte gas de efecto invernadero (80 veces más que el dióxido de carbono durante un período de 20 años). Se considera responsable de una cuarta parte del calentamiento global actual. La mayor parte del metano producido por la actividad humana proviene del uso de combustibles fósiles (gas y petróleo), la minería del carbón, la agricultura y ganadería, y la gestión de residuos (vertederos)” (Carro, Dolores, 2021).

“Según estimaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPPC) muestran la producción ganadera podría representar el 14.5% de emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). De estos, aproximadamente 2/3 son producidos por rumiantes (vacas, cabras, ovejas, ciervos y búfalos) esto se debe al metano producido durante la fermentación de alimentos del rumen (metano entérico). El metano entérico generado por los rumiantes se relaciona positivamente con la ingesta de alimentos. Es por esto que el ganado vacuno produce más que los pequeños rumiantes (ovinos y

caprinos) por ello suelen ser más "culpables" de las emisiones" (Carro, Dolores, 2021).

"El metano es el principal contribuyente en la formación del ozono a nivel del suelo, muy peligroso contaminante del aire, la exposición genera un millón de muertes prematuras por año. Este gas es un fuerte gas de efecto invernadero. En 20 años, su capacidad de generación de calor es 80 veces mayor del dióxido de carbono. El metano ha sido la responsable del 30 % del calentamiento global ya desde las épocas preindustriales y está creciendo cada vez más rápido que nunca desde que comenzaron el registro desde el 1980. Según información de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, incluso si las emisiones de dióxido de carbono disminuyen durante el cierre relacionado con la pandemia de 2020, el metano en la atmósfera sigue aumentando" (ONU programa para el medio ambiente, 2021).

En nuestra provincia de Pasco en la actualidad se desconocía el número total de animales que se tiene en el sector ganadero y asimismo se desconoce cuánto de metano se estaría generando por este sector, lo cual se desconoce la contribución en la provincia de Pasco de la generación de metano y la incidencia en el cambio climático que estaríamos contribuyendo, lo cual es de importancia en su investigación.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Para nuestra investigación se evaluó y se realizó en los 13 distritos de nuestra Provincia de Pasco.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema principal**

¿Cuál es la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

¿Qué cantidad de animales se tiene en el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022?

¿Cuál es el volumen de metano generado por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022?

¿Se tiene algún programa de reducción de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Calcular la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Identificar la cantidad de animales se tiene en el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

Calcular el volumen de metano generado por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

Identificar si tenemos algún programa de reducción de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Justificación teórica**

En la provincia de Pasco y en nuestro país se desconocía en la actualidad la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero por lo que se justifica la investigación a fin de tener información para tomar medidas de prevención ambiental.

### **1.5.2. Justificación Metodológica**

La metodología que se utilizó es la identificación del número de animales que son criados en la región de Pasco, y posteriormente se calculó el metano generado al día y durante el año.

### **1.5.3. Justificación Ambiental**

La investigación será un documento útil para realizar trabajos de prevención ambiental y será la base para la toma de decisiones en la disminución de metano.

### **1.5.4. Justificación Social**

La participación de los ganaderos fue justificada ya que ellos fueron la parte medular de la investigación, ya que ellos contribuyeron a la investigación.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

- La poca información que se tiene con respecto al número de ganado que se tiene en la provincia, por lo que la investigación se prolongó en un tiempo de 5 meses.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional**

Carmona Juan; Bolívar Diana y Giraldo Luis (2005) “El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo-Colombia”. Los rumiantes son uno de los principales contribuyentes al calentamiento global y al agotamiento de la capa de ozono, al liberar grandes volúmenes de gases a la atmósfera, incluidos el metano y dióxido de carbono. Para el metano generado se producen principalmente por fermentación en los alimentos que ingresan para el rumen. A nivel de rumen el principal factor biológico en la producción de metano son las bacterias metanogénicas anaerobias. Las bacterias mencionadas utilizan diferentes sustancias para producir metano, pero los principales son  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2$ . La remoción de estos gases, principalmente  $\text{H}_2$ , incluye la remoción la estabilidad del pH ruminal, el cual es fundamental para una óptima fermentación. Pero al mismo tiempo, la producción de metano se considera un desperdicio de energía utilizable. Los efectos de bacterias metanógenas dependen principalmente de los sustratos presentes en la dieta y

de las interacciones con otras poblaciones. Las intervenciones de alimentación proporcionadas a los animales, destinadas a optimizar la fermentación del rumen, a menudo tienen el impacto de mejorar los parámetros de producción y reproducción, entre otras cosas, debido a un mejor uso de la energía. Además, la reducción de emisiones a la atmósfera es de gran importancia para la prevención del medio ambiente. Varias evidencias muestran que la tasa de emisiones del metano en la fermentación ruminal tiene relación con propiedades fisicoquímicas del alimento, en las cuales influyen en el nivel de frecuencia y consumo de alimentación. Por ello esta subnutrición contribuye al aumento de emisiones de metano. La capacidad de disminuir estas emisiones de metano del ganado en los sistemas de producción tropicales ofrece beneficios ambientales y económicos. Una opción de reducir es reemplazar las tecnologías tradicionales con nuevas alternativas simultáneamente con plena producción y mínimos impactos ambientales. Entre las opciones de este uso potencial en el trópico se encuentra el administración de los pastos, teniendo como objetivo de mejorar en la calidad de estos pastos. Los sistemas silvopastoriles son una alternativa con gran potencial y se han fortalecido a la fecha debido a muchas ventajas, pero se ha investigado muy poco sobre su impacto en la producción de metano disuelto en el rumen. Para determinar las emisiones y la eficacia de las opciones implementadas, se deben utilizar métodos apropiados para extrapolar los resultados en condiciones reales in vivo. Una alternativa como el sistema RUSITEC in vitro mostró una fuerte correlación con las características de los animales. El objetivo es la evaluación visualizar de los diferentes determinantes de las emisiones de metano, las diferente de medición, en aras de una producción más efectiva que resguarde el medio ambiente”.

Según Tigmasa Katherine (2021) “Contribución de las emisiones de gas metano producidas por el ganado bovino al cambio climático- Ecuador, donde menciona lo siguiente: La ganadería es uno de los principales sistemas que contribuyen al desarrollo sostenible de la agricultura, su principal aporte es garantizar la seguridad alimentaria, la nutrición y el crecimiento económico, sin embargo, esta industria genera residuos y produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero. La investigación tiene como objetivo mostrar los aportes de la ganadería en el contexto del cambio climático, identificar las principales fuentes de contaminación en la ganadería, así como alternativas de solución para mitigar el problema actual. Para ello se analizaron temas relacionados de diferentes fuentes, recogiendo información relevante para sustentar el trabajo. Como resultado, se puede demostrar que las emisiones de metano que produce la ganadería bovina son uno de los factores contribuyentes al cambio climático, razón por la cual se ha convertido en un problema mundial por sus efectos negativos”.

### **2.1.2. Antecedente a nivel nacional**

Moscoso Juan; Francisco Franco: San Martín Felipe H; Olazábal Juan; Chino; Patiño César (2017) “Producción de Metano en Vacunos al Pastoreo Suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca” donde menciona que la presente tesis fue determinar la producción de metano al pastorear ganado bovino en en el antiplano del Perú en los pastizales de Festuca dolichophylla - Muhlenbergia fastigiata (Chilliguar), suplementado con ensilaje y concentrados o taninos, durante la época poco lluviosa (agosto). El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental La Raya, Cusco, Perú, ubicado a una altitud de 4200 m. Se han sugerido tres tratamientos (T1: pasto natural + avena ensilada; T2: como en T1 + tanino; T3: como en T1+ concentrado). Cada tratamiento contenía cuatro

repeticiones entregadas en un diseño jerárquico. La prueba de metano se realizó con la técnica del marcador hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), la frecuencia de mediciones por animal fue de 24 h durante 7 días. El contenido energético medio de los pastizales fue de 4,1 Mcal EB/g, 91,8% materia orgánica, 10,3% proteína bruta y 91,1% materia seca. El rendimiento de metano (g/d) para T1 fue 421,7 ± 43,4, para T2 fue 330,6 ± 66,7 y para T3 fue 367,7 ± 116,5. La utilización de taninos redujo significativo”.

Según Fernández Melisa; García Miriam; Gómez Carlos (2007) “Emisión de metano proveniente de diferentes sistemas de producción animal en el Perú”: El cambio climático global es una amenaza a la que se enfrenta los países en todo el mundo. Los principales gases que componen el gas de efecto invernadero son el metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los clorofluorocarbonos y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y. El metano es un gas potente del efecto invernadero, ya que su capacidad para absorber radiación es unas 21 veces mayor que la del CO<sub>2</sub>. Las actividades agropecuarias ayudan claramente a las emisiones de gases de efecto invernadero, la mayoría de las cuales son provocadas en ganadería, detrás del sector energético, que es la actividad más perjudicada. En Perú, la reemisión de gases de efecto invernadero provenientes de actividades antropogénicas en 1994 fue 720 megatoneladas de dióxido de carbono equivalente. El 48% estas emisiones se atribuyen a diferentes sistemas de producción de animales. Los animales ayudan a la depósito de metano directamente mediante la fermentación del rumen e indirectamente a través de la descomposición anaeróbica del estiércol. Este documento actualiza las estimaciones de las emisiones de metano e identifica los factores clave relacionados con el manejo de nutrientes que lo afectan para reducir los impactos negativos al medio ambiente”.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local**

Duran, Tania (2022) "Producción de biogás a partir de la mezcla del estiércol del ganado ovino con microorganismos eficientes a escala de un biodigestor, para su utilización como fuente de energía renovable, en las zonas ganaderas del distrito de Ninacaca – 2018", El estudio se realizó en la aldea Yargochacan, finca Rachac Huaganan, distrito de Ninacaca de la provincia Pasco, el área experimental pertenece a la familia Alania. La investigación se basa en la búsqueda de un tratamiento ambientalmente amigable de los desechos orgánicos (heces) de los ovinos producto de las actividades ganaderas que se desarrollan en esta población, así como brindar salud y energía a los pastores del distrito de Ninacaca. Los desechos orgánicos (heces) producidos en las instalaciones ganaderas liberan metano a la atmósfera por falta de un tratamiento o manejo adecuado. La investigación tiene como objetivo desarrollar biogás a partir de una mezcla de estiércol de ovino con microorganismos eficientes a escala de un tanque de biodegradación, para su uso como fuente de energía renovable, en área ganadera del distrito de Ninacaca. La investigación se rige a la investigación cuasi experimental, metodología de tipo descriptiva de enfoque cualitativa y cuantitativa. Los resultados obtenidos han permitido su viabilidad. Las mediciones de pH, temperatura, oxígeno y presión obtenidas con el programa Excel muestran que el biodigestor está funcionando con los parámetros correctos. Los parámetros obtenidos son los siguientes; En cuanto al pH de las 8 semanas de seguimiento se encontró que el valor de pH promedio para el tratamiento varió de 6.05 a 7.74, en este caso estuvo dentro del requerimiento requerido para la generación de biogás, debido a que dicho requerimiento es de pH 6 a pH 8.3. En cuanto a la temperatura, durante las 8 semanas de seguimiento, la temperatura subió de 10.3°C a 12.1°C, por lo que

mencionamos, estamos en una temperatura muy baja, pero en el rango de 5°C a 60 °C mencionados, expertos en producción de biogás. El Oxígeno durante 8 semanas de seguimiento, se encontró que los valores medios de oxígeno para el tratamiento oscilaban entre 1,2 y 1,07, la falta de oxígeno hizo que nuestro sistema de biodegradación produjera biogás completo más que suficiente, por lo que la reducción es un indicador positivo de nuestra experiencia. Los tres parámetros antes mencionados determinan que la presión del biogás en el BAR determina el crecimiento dentro del biodigestor, la digestión ovina alcanza un pico máximo de presión de 3,2 bar a las 8 semanas, y el rendimiento el más bajo es el verano en las tres primeras semanas con un valor de 0,5 bar a 0,6 bar, demostrado por el uso de una mezcla de estiércol de oveja con microorganismos efectivos a escala de un biodigestor, para producir biogás. Esta investigación se ha completado con éxito; considerar el biogás como energía renovable y sostenible para todas las familias campesinas del distrito de Ninacaca. Como allí abunda la materia orgánica (fertilizante), las familias pueden utilizar el biogás generado para preparar sus alimentos”.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Metano y el medio ambiente**

“Este gas está compuesto especialmente de metano, conocido como el combustible fósil más limpio. Cuando el metano se genera a partir de fuentes no fósiles, como residuos de comida y los desechos verdes, literalmente puede absorber el carbono del aire. Este gas metano es beneficioso para el medio ambiente, por lo que ayuda a generar calor y energía con respecto a otro combustible fósil o hidrocarburo, como el caso de carbón refinado o la gasolina a base de petróleo, y genera menos dióxido de carbono y contaminantes que contribuyen al smog y aire insalubre. Esto significa cuanto más gas natural se use, a cambio de carbón, para producir electricidad o en lugar de gasolina para

movilidades, menos emisiones de gases de efecto invernadero habrá. Sin embargo, el gas metano que se libera a la atmósfera antes de quemarse es perjudicial para el medio ambiente. Debido a que atrapa el calor en la atmósfera, por lo tanto este metano ayuda al cambio climático. No obstante el tiempo de vida del metano en la atmósfera es relativamente corto en comparación con otros gases de efecto invernadero, atrapa el calor de manera más eficientemente que estos gases. Y si bien existen actividades naturales en el suelo y reacciones químicas en la atmósfera que eliminan el metano de la atmósfera, es importante que todas las acciones humanas puedan contribuir a las emisiones. Se debe hacer actividades que ayude a disminuir de emisiones de metano a la atmósfera. Como ejemplo, se pueden usar procesos para detener el metano que de otro modo se liberaría a la atmósfera y utilizar como combustible. En particular, el metano de las plantas de tratamiento de aguas residuales o de las lecherías puede capturarse y usarse como combustible para reducir la cantidad de metano que entra en la atmósfera, y además disminuye la dependencia de los combustibles fósiles (Southern California Gas Company, 2022).

### **2.2.2. Consecuencias del metano**

“El metano es uno de los gases de efecto invernadero más potentes que se encuentran en la troposfera después del vapor de agua y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y el segundo gas de efecto invernadero más dañino”, explica la científica ambiental Alejandra Paola Matus.

“El lapso de vida del metano en la atmósfera es más corto que el del dióxido de carbono. Para el dióxido de carbono logra permanecer miles de años, el metano desaparece en 10 o 15 años”, dice la Comisión Europea.

Algunos estudios muestran que el metano bloquea la radiación con mayor eficacia que el dióxido de carbono. “El impacto comparativo del CH<sub>4</sub> fue 25 veces mayor que el del CO<sub>2</sub> durante un período de 100 años”, dijo la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

### **2.2.3. Sector ganadero**

“El sector ganadero o ganadería es una parte del sector primario cuya actividad económica consiste en la cría, domesticación y explotación con fines de producción. La ganadería tiene como fin último la producción u obtención de bienes. Producción u obtención de bienes sean con fines alimenticios o no. Por ejemplo, los huevos, la leche o la carne son bienes alimenticios. Sin embargo, la lana de una oveja tiene como fin servir de materia prima a la producción de ropa. Consecuentemente el sector ganadero puede proveer del producto final o de un producto intermedio. Siguiendo el ejemplo de la lana, estaríamos hablando de un producto intermedio en el caso de que sea vendida a una empresa textil para la elaboración de un jersey. Del mismo modo, también puede que una empresa se dedique a vender leche y la comercialice directamente” (Economipedia, 2020).

### **2.2.4. Principales tipos de ganado**

Los tipos de ganado atendiendo a la especie, podemos distinguir entre los principales los siguientes:

- Vacuno o bovino: Representado por vacas, bueyes y toros.
- Ovino: Representado por ovejas.
- Caprino: Representado por cabras.
- Equino: Representado por yeguas y caballos.
- Porcino: Representado por cerdos.

### **2.2.5. El rumen**

“El rumen es un gran saco anóxico. Los rumiantes se alimentan de hierba y de otros vegetales que contienen celulosa, almidón, pectina y hemicelulosa, estos animales no poseen enzimas que puedan digerirlos y son los microorganismos presentes en el rumen, tales como bacterias, protozoarios y hongos, los que al fermentar el alimento permiten al rumiante la obtención del alimento. En el interior del rumen poblaciones de bacterias y de arqueas convierten estos complejos materiales vegetales en ácidos grasos de bajo peso molecular, dióxido de carbono y metano. Los ácidos orgánicos de bajo peso molecular, especialmente el acetato, satisfacen las necesidades nutritivas del animal. El dióxido de carbono y el metano se eliminan como productos residuales” (UGR, 2009).

### **2.2.6. Digestión en el rumen**

“La digestión en el rumen es un caso especial de metabolismo entre el animal y la microbiota intestinal. Los rumiantes comen hierba, hojas y ramitas ricas en fibra. Tienen una cavidad especial llamada rumen, que alberga una gran cantidad de protozoos y bacterias que ayudan en la digestión. El rumen proporciona un ambiente estable y relativamente homogéneo con propiedades anaeróbicas, una temperatura de 30 a 40 °C y un pH de 5,5 a 7,0. Estas condiciones óptimas para los microorganismos involucrados y el suministro constante de material vegetal ingerido permiten el crecimiento de comunidades microbianas muy densas ( $10^1$  -  $10^{11}$ /ml). Estos microbios convierten la celulosa, el almidón y otros nutrientes ingeridos en dióxido de carbono, hidrógeno, metano y ácidos orgánicos de bajo peso molecular como acetato, propionato y butirato. Estos ácidos orgánicos se absorben en la sangre del animal, donde se oxidan aeróbicamente para obtener energía.

Los rumiantes también pueden utilizar proteínas producidas por sus poblaciones microbianas asociadas. El dióxido de carbono y el metano

producidos por la fermentación metanogénica en el rumen se excretan y no contribuyen a la nutrición del animal” (Ugr, 2009).

### **2.2.7. ¿Por qué se genera metano en el rumen?**

“Los microorganismos del rumen pueden degradar alimentos fibrosos que no pueden ser digeridos por otros animales y en este proceso generan nutrientes para el rumiante. Así, la fermentación ruminal permite a los rumiantes transformar vegetales que no pueden ser utilizados en la alimentación humana o de otros animales en productos animales de alto valor nutritivo (carne y leche). En este proceso fermentativo se genera hidrógeno, que si se acumulase en el rumen perjudicaría gravemente la actividad degradativa de los microorganismos, por lo que existen mecanismos para mantener concentraciones de hidrógeno bajas. Uno de ellos es la formación de metano, un proceso en el que las arqueas metanogénicas ruminales utilizan  $\text{CO}_2$  e hidrógeno para generar metano ( $\text{CH}_4$ ) y agua. Otro mecanismo es la saturación de los ácidos grasos de la dieta que realizan los microorganismos ruminales, ya que en este proceso también se utiliza el hidrógeno generado en la fermentación” (Carro, Dolores, 2021).

### **2.2.8. Fuente de la emisión de metano entérico en rumiantes**

“La fermentación entérica de los rumiantes produce cerca de un cuarto (21 a 25%) del total de las emisiones antropogénicas de  $\text{CH}_4$  a nivel global. En los países en vías de desarrollo, las emisiones son aproximadamente de 55 kg  $\text{CH}_4$ /año por animal, en contraste a lo reportado para países desarrollados, de 35 kg  $\text{CH}_4$ /año por animal. Se considera que en sistemas de producción de alta tecnificación las emisiones anuales de  $\text{CH}_4$  en animales adultos está entre 60 y 126 kg de  $\text{CH}_4$ /año” (Agrosavia, 2020)

### **2.2.9. Diferencia entre emisiones entéricas y estiércol diferencia**

- **Emisiones entéricas**

Proceso de fermentación, conocido también como fermentación entérica, forma como subproducto metano que el animal eructa o exhala posteriormente. Los rumiantes (vacas, búfalos, ovejas y cabras) son la principal fuente de emisiones.

- **Emisiones de estiércol**

Emisiones generadas después de defecado del ganado.

### **2.2.10. Métodos sugeridos para el inventario de emisiones por fermentación entérica**

Se calculo las emisiones de metano del ganado, de acuerdo con las pautas del IPCC de 2006, lo cual usa el nivel 2 para el ganado vacuno y el nivel 1 para otras especies de ganado, tal como se evidencia en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Método sugerido para el cálculo de emisiones por fermentación entérica*

<b>MÉTODOS SUGERIDOS PARA EL INVENTARIO DE EMISIONES POR FERMENTACION ENTERICA</b>	
<b>GANADO</b>	<b>MÉTODOS SUGERIDOS PARA EL INVENTARIO DE EMISIONES</b>
Vacas lecheras	Nivel 2 / Nivel 3
Otros vacunos	Nivel 2 / Nivel 3
Búfalos	Nivel 1 / Nivel 2
Ovinos	Nivel 1 / Nivel 2
Caprino	Nivel 1
Camélidos	Nivel 1
Equinos	Nivel 1
Mulas y asnos	Nivel 1
Porcinos	Nivel 1
Aves de corral	No desarrollado

Otros (p.ej. llamas, alpacas y siervos)	Nivel 1
---	---------

**Nota:** se recomienda el método de Nivel 2 para países con grandes poblaciones de ganado. Puede ser deseables aplicar el método de Nivel 2 a subgrupos de ganado adicionales cuando las emisiones de la categoría constituyen una gran parte de las emisiones totales de metano en el país.

### 2.2.11. Cálculos con el Nivel 1

**Procedimiento 1:** Identificación de las poblaciones animales

**Procedimiento 2:** Identificación de los factores de emisión

En la tabla 2 se evidencia los “factores de emisión por fermentación entérica para cada tipo de especies animales. Evidencia también los factores de emisión para ovinos y porcinos son diferentes para los países en desarrollo y desarrollados. Se muestran diferencias en los factores de emisión están procedentes por diferencias en la ingesta alimentaria y en cuanto a los tipos de la alimentación” (Directrices del IPCC de 2006).

**Tabla 2**

*Factores de emisión para la fermentación entérica por el método Nivel 1*

GANADO	PAÍSES DESARROLLADOS	PAÍSES EN DESARROLLO	PESO EN PIE
Búfalo	55	55	300 kg
Ovinos	8	5	65 kg países desarrollados 45 kg en países en desarrollo
Caprino	5	5	40 kg
Camélidos	46	46	570 kg
Equinos	18	18	550 kg
Mulas y asnos	10	10	245 kg
Ciervos	20	20	120 kg
Alpacas	8	8	65 kg

Porcinos	1.5	1.0	
Aves de corral	Datos insuficientes para el calculo	Datos insuficientes para el calculo	
Otros (p. ej. Llamas)	A determinar	A determinar	

**Nota:** todas las acumulaciones llevan una incertidumbre de + - 30 – 50%

**Fuente:** Directrices del IPCC de 2006- Cuadro 10.9

Cabe señalar que el uso de los mismos factores de emisión de Nivel 1 en los cálculos en años sucesivos significa que no se tienen en cuenta los cambios en la productividad del ganado, como los aumentos en la productividad de la leche o las tendencias en el peso de los cultivos. Si es importante tener en cuenta las tendencias en las emisiones de metano debido a las tendencias en la productividad del ganado, estas emisiones pueden convertirse en categorías de fuentes primarias basadas en tendencias y deben calcularse utilizando el Nivel 2 (Directrices del IPCC de 2006).

**Procedimiento 3:** Calculo de emisión total se utiliza la siguiente formula:

$$Emisiones = EF_{(T)} \times \left( \frac{N_T}{10^6} \right)$$

**Donde:**

- **Emisiones** = emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH4 año-1
- **EF(T)** = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH4 cabeza-1 año-1
- **N(T)** = La cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país T = especie/categoría de ganado

#### 2.2.11.1. Cálculos con el Nivel 2

**Procedimiento 1:** Identificación de las poblaciones animales

**Procedimiento 2:** Identificación de los Factores de emisión

La medida en que la energía alimentaria se convierte en CH<sub>4</sub> depende de una serie de factores alimentarios y animales interrelacionados. Si los factores de conversión de CH<sub>4</sub> no están disponibles, las conversiones deben realizarse de acuerdo con las investigaciones del país.” (Directrices del IPCC de 2006).

Por otro lado, debido a la aplicación del Nivel 2, se identificaron parámetros con el fin de construir factores de emisión país específicos para cada subcategoría de ganado. Estos parámetros se utilizan para obtener la Ingesta de Energía Bruta (GE), la cual posteriormente ha sido empleada en la obtención de los factores de emisión por subcategoría. La siguiente tabla detalla los parámetros contruidos para las siete subcategorías de ganado vacuno.

**Tabla 3**

*Coefficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos*

Coeficiente	MJ d kg
<i>Cf</i> Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento animales no lactando	0.322
<i>Cf</i> Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento vacaslactando	0.386
<i>C</i> Coeficiente valor macho castrado	0.37
<i>Ca</i> Coeficiente de actividad pastoreo de grandes áreas	0.36
<i>Ca</i> Coeficiente de actividad pastoreo de pequeñas áreas	0.17
<i>Ca</i> Coeficiente de actividad animales estabulados	0.00
<i>C</i> Coeficiente valor toro	1.20
<i>C</i> Coeficiente valor macho castrado	1.00
<i>C</i> Coeficiente valor hembra	0.80
<i>Cp</i> Coeficiente de preñez	0.10

**Fuente:** Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10. Varias páginas

### **Energía Bruta convertida en metano por sector (Y<sub>m</sub>)**

También es importante investigar los efectos de las características de los alimentos y las características de los animales en  $Y_m$ . Estos efectos son importantes para comprender mejor los mecanismos microbianos involucrados en la metanogénesis, desarrollar estrategias de mitigación y determinar diferentes valores de  $Y_m$  según las prácticas de cría de animales. Hasta el momento, la búsqueda de tales influencias es equívoca y, por ende, hay poca variabilidad evidente tanto en los valores declarados en el Cuadro 10.12 como en los basados en el reciente estudio de las mediciones de  $Y_m$  que aparecen en la bibliografía (Lassey, 2006).

Dada la importancia del  $Y_m$  como impulsor de emisiones, una parte sustancial de la investigación que se está realizando está destinada a mejorar las estimaciones de  $Y_m$  para diferentes combinaciones de ganado y alimentos. La necesidad de mejorar este aspecto es esencial para animales criados en las pasturas tropicales, ya que los datos disponibles son escasos.

**Tabla 4**

*Energía bruta convertida en metano por sector ( $Y_m$ )*

Clases de interés	%	Fuentes de información
Vacuno lechero	7.87	Revista <i>Livestock Science</i>
Otros vacunos	7.00	Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020)

**Fuente:** DGAAA – MIDAGRI, 2020

Teniendo la información mencionada

**Procedimiento 3:** Calculo de emisión total se utiliza la siguiente

formula:

$$EF = \left[ \frac{GE \times \left( \frac{Y_m}{100} \right) \times 365}{55.65} \right]$$

**Donde:**

**EF** = factor de emisión, kg CH<sub>4</sub> cabeza-1 año-1

**GE** = ingesta de energía bruta, MJ cabeza-1 día-1

**Ym** = factor de conversión en metano, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en metano El factor 55,65 (MJ/kg CH<sub>4</sub>) es el contenido de energía del metano.

### **2.2.12. Métodos sugeridos para el inventario de emisiones del estiércol**

Esta sección describe cómo estimar el CH<sub>4</sub> del almacenamiento y manejo del estiércol, así como del estiércol depositado en los pastos. El término "estiércol" se utiliza aquí colectivamente para incluir el estiércol y la orina (es decir, sólidos y líquidos) producidos por el ganado.

Se tiene tres niveles para las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> del estiércol del ganado. En el árbol de decisiones de la se brinda orientación para determinar qué nivel usar.

#### **Nivel 1**

Método abreviado para la estimación de emisiones que sólo requiere la información de las poblaciones de ganados por especie/categoría animal y asimismo del clima de la zona o la temperatura, en composición con los factores de emisión por defecto del IPCC. Dado que algunas emisiones de los sistemas de manejo de estiércol dependen en gran medida de la temperatura, es mejor estimar la temperatura anual promedio asociada con el sitio de manejo de estiércol.

#### **Nivel 2**

Se debe emplear un método más complejo para valorar las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por la gestión del estiércol donde una especie/categoría de ganado en particular represente una parte significativa de las emisiones de un país. Estos métodos requieren información detallada sobre las características de los animales y las prácticas de gestión del estiércol, la que

se emplea para desarrollar factores de emisión específicos para las condiciones del país.

### **Nivel 3**

En países en los que las emisiones de ganado sean exclusivamente importantes pueden desear ir más allá del método de Nivel 2 y desarrollar modelos para metodologías específicas del país o emplear métodos basados en mediciones para cuantificar los factores de emisión.

#### **2.2.12.1. Método de cálculo**

El método de cálculo aplicado para valorar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes del manejo de estiércol, es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006, para ello para nuestra investigación realizamos el siguiente procedimiento.

#### **2.2.12.2. Cálculos con el Nivel 1**

**Procedimiento 1:** Identificación de la población animal

**Procedimiento 2:** Identificación de los Factores de emisión

“Se aplicaron factores de emisión por temperatura anual y sistema de manejo del estiércol por defecto para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. Para el caso de llamas, alpacas y cuyes, las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan factores de emisión de CH<sub>4</sub> por defecto, por lo cual se utilizó la fórmula de caracterización de ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas para estimarlos” (MIDAGRI, 2020).

En la tabla siguiente se manifiestan los factores de emisión aplicados para la estimación de CH<sub>4</sub> por manejo de estiércol.

**Tabla 5**

*Factores de emisión para cálculo de metano provenientes del manejo del estiércol*

Ganado	Región Climática			Factor de emisión (kg CH4/cabeza/año)	Fuente de información
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)		
Vacuno lechero	1.00	1.00	2.00	1.04	Reglas del IPCC - 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Vacuno no lechero	1.00	1.00	1.00	1.00	
Ovinos	0.10	0.15	0.20	0.12	
Caprinos	0.11	0.17	0.22	0.17	
Caballos	1.09	1.64	2.19	1.43	
Asnos/ Mulas	0.60	0.90	1.20	0.80	
Porcinos	1.00	1.00	2.00	1.11	
Alpacas	0.17	0.26	0.34	0.19	
Llamas	0.28	0.42	0.56	0.31	
Aves	0.01	0.02	0.02	0.02	
Cuyes	0.04	0.04	0.04	0.04	

**Fuente:** Reglas del IPCC de 2006, volumen 4, Capítulo 10. Varias páginas.

**Procedimiento 3:** Calculo de emisión total se utiliza la siguiente

formula:

$$CH_{4\text{Estiercol}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \times N_{(T)})}{10^6}$$

**Donde:**

**CH4Estiércol** = emisiones de CH4 por la gestión del estiércol, para una población definida, Gg CH4 año-1

**EF(T)** = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH4 cabeza-1 año-1 **N(T)** = la cantidad de cabezas de la especie/categoría de ganado T del país

**T** = especie/categoría de ganado

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1 Contaminante**

“Materiales, sustancias o fuentes de energía cuya calidad original, por integración y/o impacto en el medio ambiente, se ha reducido hasta el punto de ser inadecuado para la salud y el bienestar humanos, poniendo en peligros el ecosistema natural” (IPPC, 2006).

### **2.3.2 Digestión**

“Conjunto de procesos por los cuales los alimentos ingeridos se convierten en sustancias (principios inmediatos) asimilables por el organismo. Este proceso se desarrolla gracias a la secreción de diferentes jugos digestivos” (Ministerio de agricultura España, 2002).

### **2.3.3 Emisiones**

“Emisiones de gases de efecto invernadero y/o sus precursores a la atmósfera en la región y en un período de tiempo determinado” (IPPC, 2006).

### **2.3.4 ¿Qué es el metano?**

“Es un gas incoloro, inodoro, insoluble en agua y muy inflamable, más ligero que el aire, y que se produce en la naturaleza debido a la descomposición de la materia orgánica, especialmente en los pantanos y los

humedales. Otra de las principales fuentes de emisión de este gas a la atmósfera es a través del ganado” (Erego, 2023).

### **2.3.5 Sumidero**

“Cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimine gases de efecto invernadero, aerosoles o precursores de gases de efecto invernadero de la atmósfera” (IPPC, 2006).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco supera 2 000 mil toneladas /año.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

La cantidad de animales en el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022 es mayor a 1 millones.

El volumen de metano generado por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022 supera 20 000 mil toneladas /año.

No tenemos algún programa de reducción de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco-2022.

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

- Sector ganadero en la provincia de Pasco

### **2.5.2. Variable dependiente**

- Incidencia en la generación de metano

## **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

La determinación de la operacionalidades de las variables e indicadores se detallan a continuación:

**Tabla 6**

*Operacionabilidad de variables e indicadores*

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Incidencia en la generación de metano</p>	<p><b>El metano y el medio ambiente (Socalgas, 2022).</b></p> <p>“Este gas está compuesto especialmente de metano, conocido como el combustible fósil más limpio. Cuando el metano se genera a partir de fuentes no fósiles, como residuos de comida y los desechos verdes, literalmente puede absorber el carbono del aire. Este gas metano es beneficioso para el medio ambiente, por lo que ayuda a generar calor y energía con respecto a otro combustible fósil o hidrocarburo, como el caso de carbón refinado o la gasolina a base de petróleo, y genera menos dióxido de carbono y contaminantes que contribuyen al smog y aire insalubre. Sin embargo, el metano que se libera a la atmósfera antes de que se quemé es perjudicial para el medio ambiente. Como puede atrapar el calor en la atmósfera, el metano contribuye al cambio climático. Aunque la duración del metano en la atmósfera es relativamente corta comparada con la de otros gases de efecto invernadero, es más eficaz a la hora de atrapar el calor que esos otros gases.</p>	<p><b>Dimensiones Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La incidencia radica cual es volumen de metano que se genera en la provincia de Pasco producto a la actividad ganadera y cuáles son sus repercusiones al ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de metano</li> <li>• Numero de ganado</li> <li>• Tipo de ganado</li> </ul>

<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Sector ganadero en la provincia de Pasco</p>	<p><b>Sector ganadero (Economipedia, 2020).</b></p> <p>“El sector ganadero o ganadería es una parte del sector primario cuya actividad económica consiste en la cría, domesticación y explotación con fines de producción. La ganadería tiene como fin último la producción u obtención de bienes. Producción u obtención de bienes sean con fines alimenticios o no. Por ejemplo, los huevos, la leche o la carne son bienes alimenticios. Sin embargo, la lana de una oveja tiene como fin servir de materia prima a la producción de ropa. (Economipedia, 2020).</p>	<p><b>Dimensiones Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el número de ganado presente en la provincia de Pasco.</li> </ul>	
--	---	---	--

**Fuente:** *Elaboración propia*

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Nuestra investigación es de tipo descriptiva ya que según Hernández y Col (2006) “Esbozan que la investigación descriptiva es cuando: Aquel tipo de investigación que indaga las propiedades significativas de personas, comunidades, grupos, o cualquier otro fenómeno que sea evaluado a análisis. Evalúa diversos aspectos, dimensión o componente del objetivo de investigación. A partir el punto de vista científico describir es medir. En éste, se escoge una serie de cuestiones y se mide cada una de ellos independiente para así describir lo que se investiga”. Por lo que en base a ello describiremos el fenómeno que sea sometido a análisis de la incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo donde según Según Ander-Egg, (1992) “Expone el comportamiento de una variable en función de otras; por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad”. Por lo que en nuestra investigación se evaluara al sector

ganadero en la provincia de Pasco para evaluar el comportamiento de una variable en función de otra que es la incidencia de generación de metano.

### **3.3. Métodos de investigación**

#### **▪ Trabajo de campo**

- a. Identificación de zonas ganaderas en nuestra provincia de Pasco
- b. Número de animales en los distritos de la provincia de Pasco

#### **▪ Trabajo en gabinete**

- a. Cálculos matemáticos
- b. Tabulación e interpretación de información

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es no experimental transversal. Por su parte, Hernández y Col (2006) describen este diseño como “aquel que recolecta los datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado a través de una medición única”. Para nuestra investigación describiremos las variables y su incidencia en un solo momento.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

La población para nuestra investigación se tomó en cuenta todas las actividades ganaderas en la provincia de Pasco, que comprende desde sembrío de pastos, crianza y venta.

#### **Muestra**

La muestra para nuestra investigación está comprendida por la crianza de ganado.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

- Identificación de zonas ganaderas en la provincia de Pasco.

- Cálculos matemáticos.

### **3.6.2. Instrumentos**

- Fichas de recolección de información
- GPS

### **3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- Identificación de tipos de ganados en la provincia de Pasco.
- Tabulación de información
- Interpretación de información generada

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La investigación es de mucha importancia para ello se elaboró cumpliendo éticamente los reglamentos de grados y títulos dados por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo.**

##### **4.1.1. Ubicación de la zona de estudio**

La provincia de Pasco con su capital el distrito de Chaupimarca fue instituido el 27 de noviembre del año de 1944 y está dividido por 13 distritos estos están comprendidos por el distrito de Yanacancha, Chaupimarca, Huariaca, Huachón, San Francisco de Asís de Yarusyacan, Paucartambo, Huayllay, Pallanchacra, Ninacaca, Ticlayacán, Simón Bolívar, Vicco y Tinyahuarco.

Se ubica en la zona centro del Perú y tiene una extensión de 4 758,57 km<sup>2</sup>. Limita por el por el este, con la provincia de Oxapampa, norte con la provincia de Ambo de la región Huánuco; al oeste, con las provincias de Lima específicamente con Huaura, Oyón, y Huaral, por el noroeste, con la provincia de Daniel Alcides Carrión y al sur las provincias de Junín y Yauli de la región de Junín.

#### 4.1.2. Como llegar a la zona de estudio

A partir de la capital del Perú la ciudad de Lima a la capital de la provincia de Pasco está a una distancia de 270 km. y se toma la vía la carretera central se llega en un tiempo de 7 horas, desde este lugar se puede partir a los 13 distritos teniendo las siguientes distancias tal como se puntualiza en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

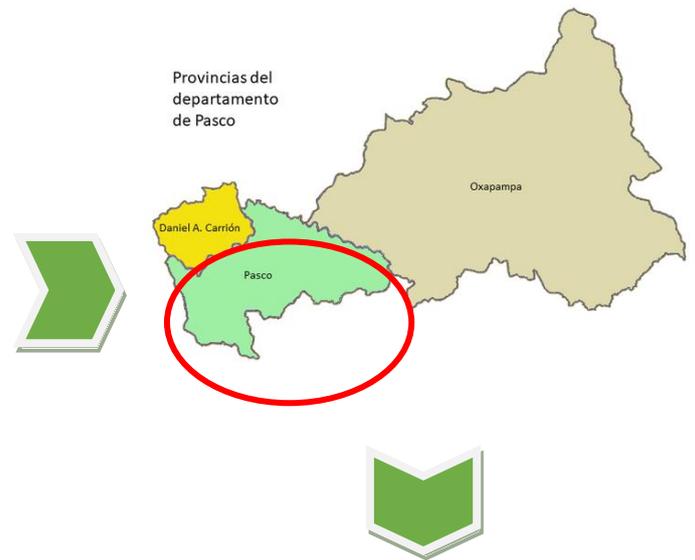
*Distancias desde Cerro de Pasco a:*

Chaupimarca	0 Km
Yanacancha	4 Km
Huariaca	56.5 km
Huachón	87.6 km
San Francisco de Asís de Yarusyacan	21.2 km
Paucartambo	108.4 km
Huayllay	54.4 km
Pallanchacra	40.8 km
Ninacaca	42.8 km
Ticlayacán	47.2 km
Simón Bolívar	11.8 km
Vicco	30.4 km
Tinyahuarco	18.6 Km

**Fuente:** *Elaboración propia*

# Mapa 1

Ubicación de la provincia de Pasco



Fuente: Elaboración propia

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

### **4.2.1. Identificación de las zonas ganaderas en la provincia de Pasco.**

De las visitas realizadas en el mes de abril, junio, diciembre del 2022 a los distritos de la provincia de Pasco se pudo identificar la crianza de ganados en su variedad distintas, también se observó que el distrito de Chaupimarca por ser distrito urbano tiene la crianza de ovejas y porcinos dentro de la ciudad, para más detalle en la tabla 8 se detalla que distritos y los tipos de ganados que se crían en estas zonas, de igual forma en las siguientes imágenes 1, 2 y 3 se puede observar el trabajo de identificación de zonas ganaderas.

Asimismo se pudo identificar las zonas con mayor presencia ganadera es en el distrito de Simón Bolívar donde en la zonas de Paria y Garacancha se tiene la crianza de alpacas y llamas, en el distrito de Yacancancha se evidencia la crianza en las zonas de Pariamarca, Quichas, Jarapampa donde predomina la crianza de ovejas y vacunos asimismo en la zonas cercanas a la ciudad urbana de San Juan Pampa se evidencia la crianza predominando la crianza de alpacas seguido de ovejas y llamas, en el distrito de Tinyahuarco al contorno de la laguna Punrun se tiene la crianza de alpacas, ovejas, llamas y en poca presencia de vacunos, en el distrito de Vicco se evidencia en las zonas de las papas de Vicco, Agopuquio y al contorno al lago Junín se evidencia mayor crianza de ovejas y seguido de vacunos, en el distrito de Ninacaca específicamente por Socorro y Ranyac se evidencia la crianza masificada de alpacas, vacunos, ovejas y menor números de llamas, en el distrito de Huayllay específicamente por la zona de Pampacancha y Los Andes de Pucara predomina la crianza de alpacas y llamas, en el distrito de Huachón específicamente por la zona dela altura de Huachón y Yanamachay predomina la crianza de alpacas y ovejas.

Con menor presencia de ganados se observó en los distritos de Huariaca, Chaupimarca, Paucartambo y Pallanchacra.

Para más detalle en el siguiente cuadro se detalla el tipo de ganados que se encuentra en los trece distritos de la provincia de Pasco.

**Tabla 8***Presencia de tipos de ganados en los distritos de la provincia de Pasco*

<b>Tipo de Animal</b>	<b>Chaupimarca</b>	<b>Yanacancha</b>	<b>Huariaca</b>	<b>Huachón</b>	<b>San Francisco de Asís de Yarusyacan</b>	<b>Paucartambo</b>	<b>Huayllay</b>	<b>Pallanchacra</b>	<b>Ninacaca</b>	<b>Ticlayacán</b>	<b>Simón Bolívar</b>	<b>Vicco</b>	<b>Tinyahuarco</b>
<b>Vacuno o Bovino</b>		Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta
<b>Alpaca</b>		Presenta		Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta
<b>Llamas</b>		Presenta		Presenta	Presenta		Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta
<b>Ovino</b>	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta
<b>Porcino</b>	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta
<b>Caprino</b>		Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta	Presenta

*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 1:**

*Identificación de distritos ganaderos de la provincia de Pasco*



**Imagen 2:**

*Identificación de distritos ganaderos de la provincia de Pasco*



**Imagen 3:**

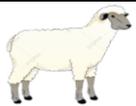
*Identificación de distritos ganaderos de la provincia de Pasco*



**4.2.2. Número de animales en los distritos de la provincia de Pasco**

Para la evaluación de la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco se recorrió a fuentes como el Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Agricultura y Riego, los animales que se presenta son de animales de consumo humano y a continuación se detalla la cantidad de animales que se tiene en los trece distritos de la provincia de Pasco.

**Tabla 9***Número de animales presentes en la provincia de Pasco*

<b>Tipo de animal</b>	<b>Población de animales (unidades)</b>	<b>N° de productores</b>	<b>Rendimiento (Kg/unid.)</b>	<b>Producción (t/año)</b>
 <b>Ovejas</b>	682,406	9,785	12.22	1,210
 <b>Vacunos</b>	119,084	7,471	160.92	3,413
 <b>Alpacas</b>	131,131	3,427	22.70	359.00
 <b>Porcinos</b>	52,973	9,039	37.23	1,330
 <b>Llamas</b>	44,477	415	29	107
 <b>Caprinos</b>	6,407	745	11.87	11

**Fuente:** *Ministerio de Agricultura y Riego*

### Gráfico 1:

*Población de animales en la provincia de Pasco*



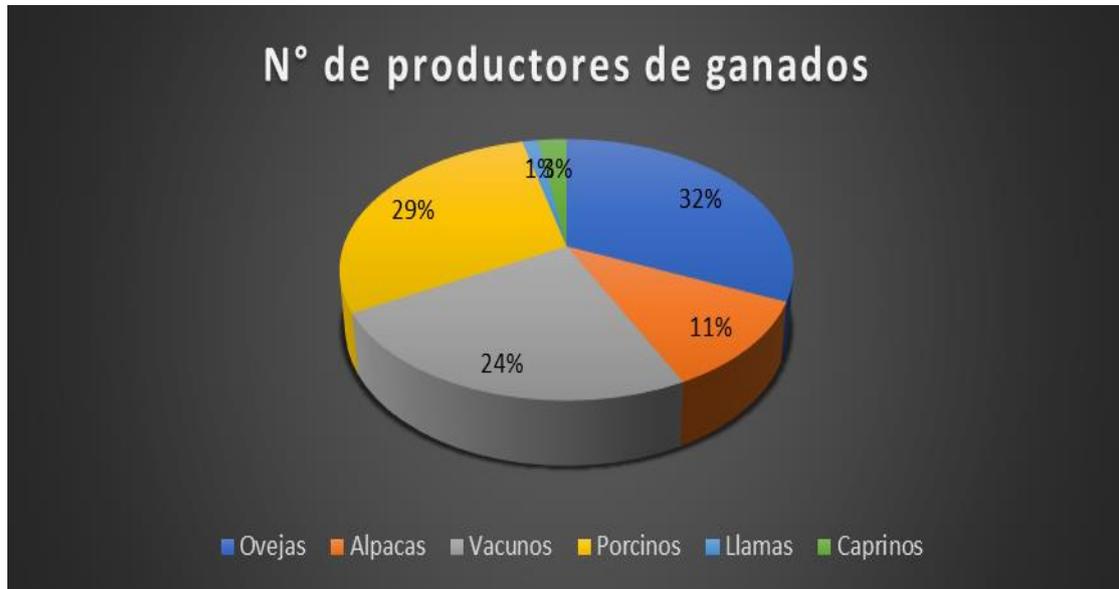
**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

### Interpretación de grafico 1

De 1,036,478 de animales presentes en los trece distritos de la provincia de Pasco, el 66% (682 406) son ovejas, seguido de alpacas con el 13% (131 131), posterior seguido de vacunos con el 11% (119 084) y en menor cantidades tenemos a los porcinos, llamas y caprinos con 5%, 4% y 1% respectivamente, por lo que puede visualizar que los ganaderos crían en mayor cantidad ovejas, alpacas y vacunos en la provincia de Pasco.

## Gráfico 2:

*N° de productores de ganados en la provincia de Pasco*



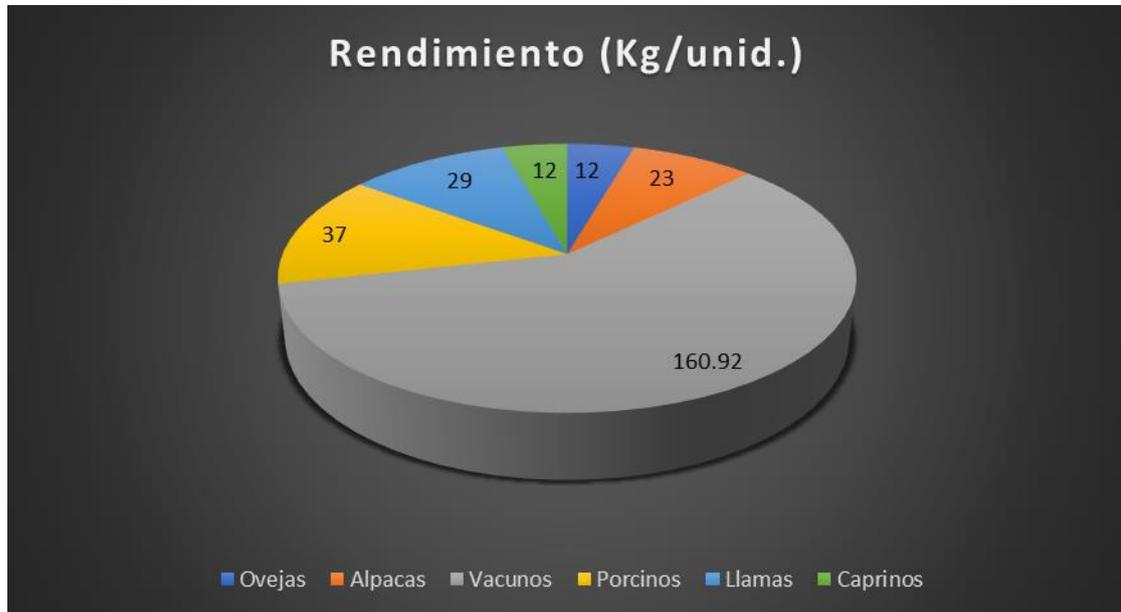
**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

### Interpretación de grafico 2

En la provincia de Pasco se tiene 30,882 personas o familias dedicados a la producción de ganados de los cuales el 32% (9785) productores se dedican a la crianza de ovejas, seguido de productores de porcinos con el 29% (9039), posterior seguido de productores de vacunos con el 24% (7471), también el 11% (3427) productores en la crianza de alpacas y en menor cantidades tenemos a los caprinos y llamas con 3% y 2%, por lo que puede visualizar que los productores se dedican más a la crianza de ovejas y porcinos, en caso de estos en un número reducido por persona o por familia en la provincia de Pasco.

### Gráfico 3:

Rendimiento de ganado (Kg/unid.)



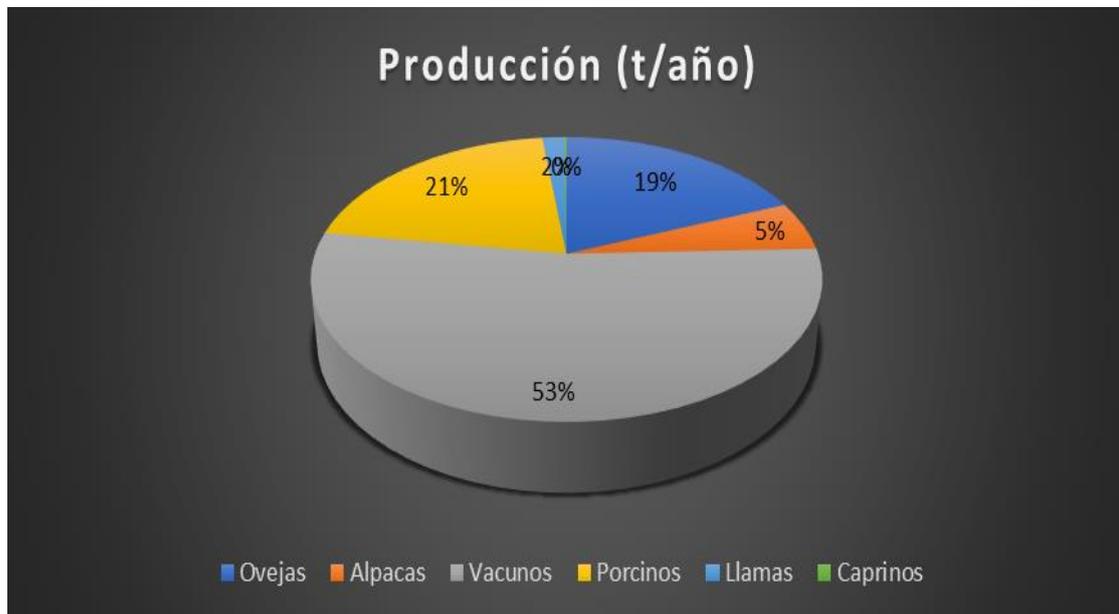
**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

### Interpretación de gráfico 3

El rendimiento o peso que tiene los ganados por su corpulencia el ganado vacuno tiene el mayor rendimiento tenido en carne 160.92 kg/unid, seguido de los porcinos que tiene un peso de 37 kg/unid, posterior de las llamas con peso de 29 Kg , también las alpacas con peso menor de 23 kg/unid y en menor rendimiento o peso tenemos a los caprinos y llamas con 12 kg/unid y 12 kg/unid de peso.

#### Gráfico 4:

Producción de carne por tipo de animales (t/año) en la provincia de Pasco



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

#### Interpretación de gráfico 4

La producción de carne al año en toneladas el 53% (3413 ton/año) representa a los vacunos seguido de los Porcinos con 21% (1330 ton/año), continuando con las ovejas con 20% (1210 ton/año) y seguido de la producción de carne de alpaca con 19% (359 ton/año) y en mínimas cantidad al año de la carne de llamas y caprinos con 5 % casi con 0% respectivamente.

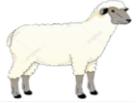
#### 4.2.3. Resultado de la cantidad de metano en la provincia de Pasco

##### 4.2.3.1. Resultado de emisiones por fermentación entérica en la provincia de Pasco

Para la investigación se tuvo en cuenta la metodología explicada en el ítem 2.2.1 de la presente investigación, teniendo los siguientes resultados:

**Tabla 10**

*Resultado de emisión de CH<sub>4</sub>/año por fermentación entérica con el Nivel 1*

Tipo de animal	Población de animales (unidades) $N_T$	Factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año	Emisiones Gg CH <sub>4</sub> /año $Emisiones = EF_{(T)} \cdot \left( \frac{N_T}{10^6} \right)$	Emisiones Kg CH <sub>4</sub> /año
 Ovejas	682,406	5	3.41	3,412,030
 Alpacas	131,131	8	1.05	1,049,048
 Porcinos	52,973	1.5	0.08	79,459.5
 Llamas	44,477	8*	0.36	355,816
 Caprinos	6,407	5	0.03	32, 035
<b>Total Kg CH<sub>4</sub>/año en la provincia de Pasco</b>				<b>4,896,354</b>

**Nota:** \*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla 11**

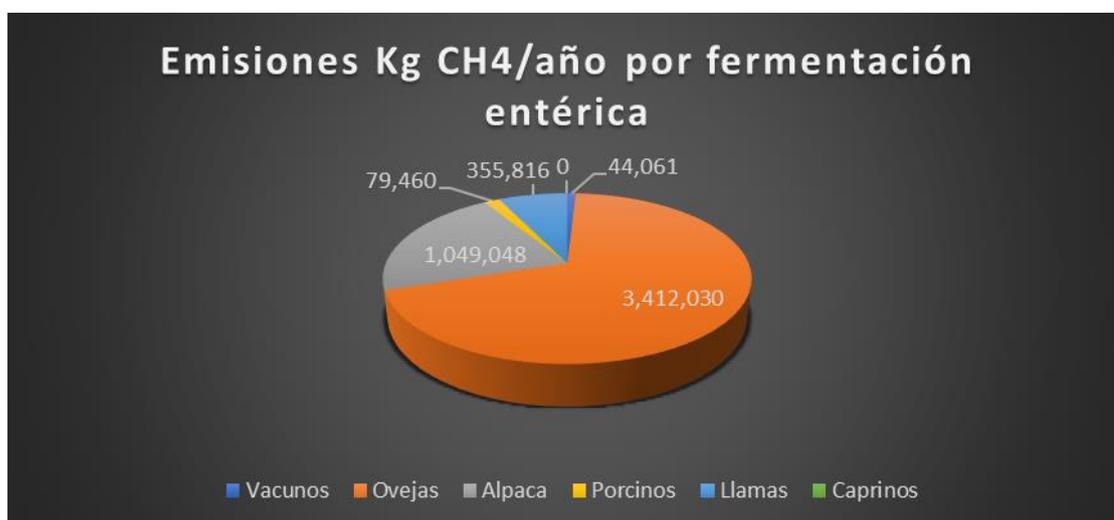
*Resultado de emisión de CH<sub>4</sub>/año por fermentación entérica con el Nivel 2*

Tipo de animal	Población de animales (unidades)  N <sub>T</sub>	Coefficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos- Ingesta de Energía Bruta (GE)	Energía Bruta convertida en metano por sector (Ym)	Factor de Emisiones kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año  $EF = \left[ \frac{GE \cdot \left( \frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55,65} \right]$	Emisiones Kg CH <sub>4</sub> /año
 Vacunos	119,084	0.80	7.00	0.37	44,061.08

*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 5:**

*Emisión Kg CH<sub>4</sub>/año por fermentación*



*Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego*

**Gráfico 6:**

*Porcentaje de emisión Kg CH<sub>4</sub>/año por fermentación*



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

**Interpretación de gráfico 5 y 6**

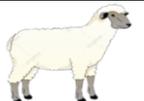
De las tablas 10 y 11 se tiene en conjunto la generación total de metano por fermentación por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 4,940,415 Kg CH<sub>4</sub>/año en el año 2022.

De los gráfico 5 y 6 se puede observar que la mayor generación de gases de metano (CH<sub>4</sub>) lo genera las ovejas con 3412 030 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 69% del total de metano generado por los ganados estudiados en nuestra investigación, seguido de las alpacas con 1049 048 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 21% del total de metano y el más mínimo en la generación son los caprinos con 32, 035 Kg CH<sub>4</sub>/año casi llegando al 1%.

**4.2.3.2. Resultado de emisiones por estiércol de ganado en la provincia de Pasco**

**Tabla 12**

*Resultado de emisión de CH<sub>4</sub>/año por emisiones de estiércol con el Nivel 1*

Tipo de animal	Población de animales (unidades) $N_T$	Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Emisiones Gg CH <sub>4</sub> /año	Emisiones Kg CH <sub>4</sub> /año
			$CH_4^{Estiércol} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$	
 <b>Vacunos</b>	119,084	1.00	0.119	119,084
 <b>Ovejas</b>	682,406	0.12	0.082	81,888.72
 <b>Alpacas</b>	131,131	0.19	0.025	24,914.89
 <b>Porcinos</b>	52,973	1.11	0.059	58,800.03
 <b>Llamas</b>	44,477	0.31	0.014	13,787.87
 <b>Caprinos</b>	6,407	0.17	0.001	1,089.19
<b>Total Kg CH<sub>4</sub>/año en la provincia de Pasco</b>				<b>299,565</b>

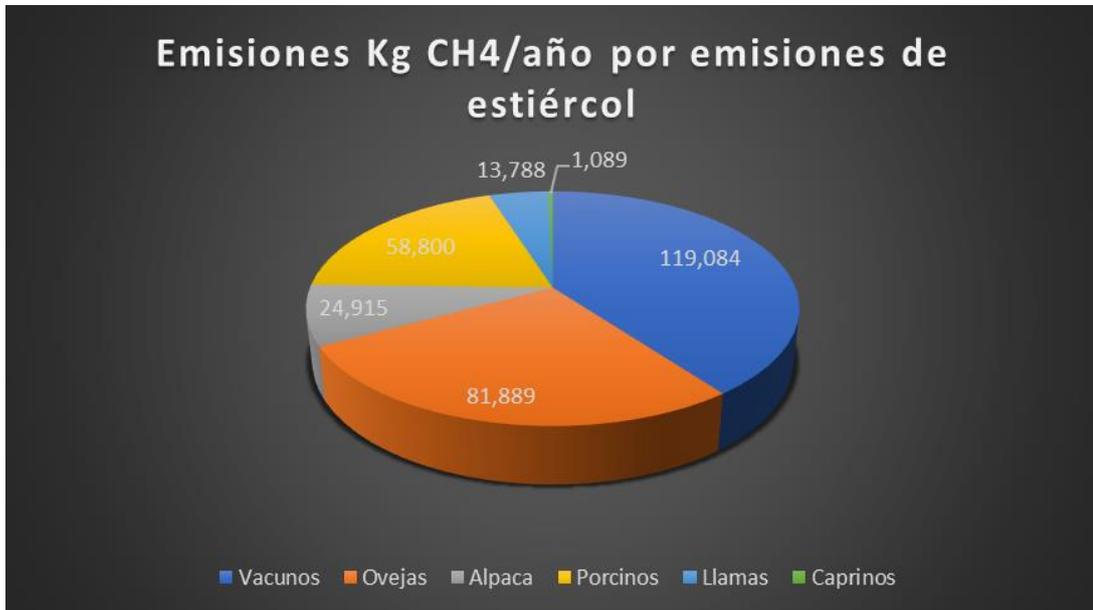
**Nota:** \*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019,

por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Gráfico 7:**

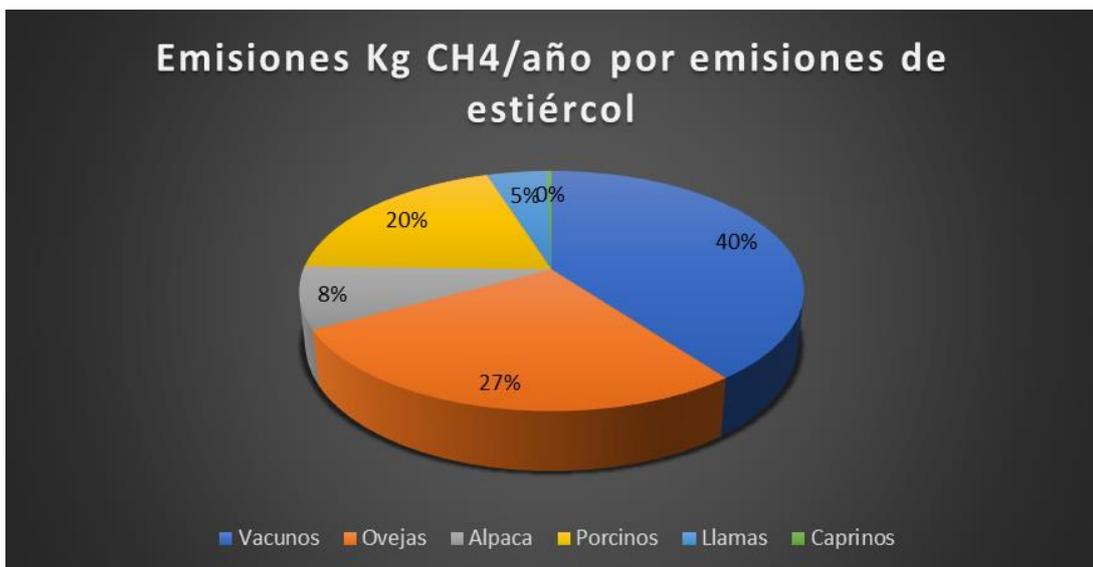
*Emisión Kg CH<sub>4</sub>/año por emisiones de estiércol*



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

**Gráfico 8:**

*Porcentaje de emisión Kg CH<sub>4</sub>/año por emisiones de estiércol*



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego

### **Interpretación de grafico 7 y 8**

De las tablas 12 se tiene en conjunto la generación total de metano por emisiones de estiércol por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 299,565 Kg CH<sub>4</sub>/año en el año 2022.

De los grafico 7 y 8 se puede observar que la mayor generación de gases de metano (CH<sub>4</sub>) por emisiones de estiércol lo genera los vacunos con 119 084 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 40% del total de metano generado por los ganados estudiados en nuestra investigación, seguido de las ovejas con 81 888.72 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 27% del total de metano y el más mínimo en la generación son por los caprino llegando a los 1089.19 CH<sub>4</sub>/año casi llegando al 1%.

Del total de generación de metano por fermentación y estiércol generado en los trece distritos de la provincia de Pasco es de 5,195,919 Kg de CH<sub>4</sub>/año.

### **4.3. Prueba de hipótesis**

Teniendo nuestra hipótesis inicial lo siguiente:

“La incidencia en la generación de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco de la región de Pasco supera 2 000 mil toneladas /año”.

La hipótesis planteada es válida, ya que como se pudo calcular con la información brindada por el ministerio de agricultura y riego se calculó la generación metano fue de 5,195.919 Toneladas de CH<sub>4</sub>/año el cálculo se realizó en un total de 1,036,478 animales, asimismo se pudo constatar en campo en las visitas realizadas en la región Pasco no se tiene programa de reducción de metano por el sector ganadero en la provincia de Pasco ni menos por otras instituciones.

#### 4.4. Discusión de resultados

Concluida la investigación mencionamos las siguientes discusiones:

- En la provincia de Pasco se desconocía el número total de animales que se tiene en el sector ganadero y asimismo se desconocía cuánto de metano se estaría generando por este sector, lo cual se desconocía la contribución en la provincia de Pasco de la generación de metano y la incidencia en el cambio climático que estaríamos contribuyendo, lo cual es de importancia nuestra investigación
- Finalizada la investigación se pudo evaluar los sectores ganaderos donde se concentran mayor presencia ganadera es en el distrito de Simón Bolívar donde en la zonas de Paria y Garacancha se tiene la crianza de alpacas y llamas, en el distrito de Yacancancha se evidencia la crianza en las zonas de Pariamarca, Quichas, Jarapampa donde predomina la crianza de ovejas y vacunos asimismo en la zonas cercanas a la ciudad urbana de San Juan Pampa se evidencia la crianza predominando la crianza de alpacas seguido de ovejas y llamas, en el distrito de Tinyahuarco al contorno de la laguna Punrun se tiene la crianza de alpacas, ovejas, llamas y en poca presencia de vacunos, en el distrito de Vicco se evidencia en las zonas de las papas de Vicco, Agopuquio y al contorno al lago Junín se evidencia mayor crianza de ovejas y seguido de vacunos, en el distrito de Ninacaca específicamente por Socorro y Ranyac se evidencia la crianza masificada de alpacas, vacunos, ovejas y menor números de llamas, en el distrito de Huayllay específicamente por la zona de Pampacancha y Los Andes de Pucara predomina la crianza de alpacas y llamas, en el distrito de Huachón específicamente por la zona dela altura de Huachón y Yanamachay predomina la crianza de alpacas y ovejas.
- De lo mencionado anteriormente con la aplicación de las metodologías que

te brinda el Directrices del IPCC (2006) "Emisiones y sumideros" y del ministerio de agricultura y riego se pudo determinar que el volumen de metano generado teniendo en conjunto la generación total de metano por fermentación por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 4,940,415 Kg CH<sub>4</sub>/año en el año 2022 y la generación total de metano por emisiones de estiércol por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 299,565 Kg CH<sub>4</sub>/año llegando en un total de 5,195,919 Kg de CH<sub>4</sub>/año o 5,195.919 Toneladas de CH<sub>4</sub>/año.

- Lo que más se pudo determinar que en tipo de generación por metano son los vacunos con 119 084 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 40% del total de metano generado por los ganados estudiados en nuestra investigación.

## CONCLUSIONES

- i. Finalizada la investigación se pudo determinar que la incidencia en la generación de metano en la provincia de Pasco supera las 5 toneladas / año siendo más específicos la cantidad de metano es de 5,195.919 Toneladas de CH<sub>4</sub>/año.
- ii. En la investigación reanalizada se tomó las pautas o directrices del IPCC (2006) “Emisiones y sumideros” y del ministerio de agricultura y riego del Perú donde se pudo determinar que el volumen de metano generado por fermentación por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 4,940,415 Kg CH<sub>4</sub>/año en el año 2022 y la generación total de metano por emisiones de estiércol por los animales como son vacunos, ovejas, alpacas, porcinos, llamas y caprinos en la provincia de Pasco es de 299,565 Kg CH<sub>4</sub>/año llegando en un total de 5,195,919 Kg de CH<sub>4</sub>/año o 5,195.919 Toneladas de CH<sub>4</sub>/año. Por lo que se pudo evaluar mediante el rumen del ganado realiza la fermentación y es mediante este proceso la mayor cantidad de metano generado.
- iii. Asimismo, se pudo por el proceso de la fermentación la mayor generación de gases de metano (CH<sub>4</sub>) lo genera las ovejas con 3412 030 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 69% del total de metano generado, seguido de las alpacas con 1049 048 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 21% del total de metano y el más mínimo en la generación son los caprinos con 32, 035 Kg CH<sub>4</sub>/año casi llegando al 1%.
- iv. Por otro lado, se pudo por la generación de estiércol la mayor generación de de metano (CH<sub>4</sub>) por emisiones de estiércol lo genera los vacunos con 119 084 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 40% del total de metano generado por los

ganados estudiados en nuestra investigación, seguido de las ovejas con 81 888.72 Kg CH<sub>4</sub>/año teniendo un porcentaje de 27% del total de metano y el más mínimo en la generación son por los caprino llegando a los 1089.19 CH<sub>4</sub>/año casi llegando al 1%.

## RECOMENDACIONES

- La presente investigación servirá como guía para empezar realizar planes de manejo ambiental del metano por lo que se deja a disposición de las instituciones interesadas y público en general para tomar esta información como base para la toma de medidas de control del metano en la provincia de Pasco.
- Se debe intensificar el cálculo de metano para animales no comestibles y animales menores lo cual son estas también los generadores de metano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmona Juan; Bolívar Diana y Giraldo Luis (2005) *“El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo-Colombia”*.
- Carro, Dolores (2021) *“Ganadería en la generación de metano”*
- Directrices del IPCC (2006) *“Emisiones y sumideros”*
- Duran, Tania (2022) *“Producción de biogás a partir de la mezcla del estiércol del ganado ovino con microorganismos eficientes a escala de un biodigestor, para su utilización como fuente de energía renovable, en las zonas ganaderas del distrito de Ninacaca – 2018”*
- Economipedia (2020) *“Sector ganadero”*
- Erego (2023) *“Que es el metano”*
- Fernández Melisa; García Miriam; Gómez Carlos (2007) *“Emisión de metano proveniente de diferentes sistemas de producción animal en el Perú”*
- Minagri (2021) *“Términos agrarios”*
- Ministerio de agricultura España (2002) *“Procesos de digestión”*
- Ministerio del ambiente (2021) *“Inventario nacional de gases de efecto invernadero del año 2016 y actualizaciones de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2020, 2012 y 2014.”*
- Moscoso Juan; Francisco Franco; San Martín Felipe H; Olazábal Juan; Chino; Patiño César (2017) *“Producción de Metano en Vacunos al Pastoreo Suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca”*

Socalgas (2022) *“El metano y el medio ambiente”*

Tigmasa Katherine (2021) *“Contribución de las emisiones de gas metano producidas por el ganado bovino al cambio climático- Ecuador”*

ONU programa para el medio ambiente (2021) *“El metano y su incidencia en el cambio climático”*

**Páginas de Internet:**

1. María Dolores Carro. (2021, 12 de noviembre). 6 medidas para reducir el metano emitido por el ganado. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/6-medidas-para-reducir-metano-emitido-por-ganado\\_17538](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/6-medidas-para-reducir-metano-emitido-por-ganado_17538).
2. Las principales fuentes de emisión de gas metano (2022 12 septiembre). Metano, vacas y cambio climático. <https://www.vidasostenible.org/metano-vacas-y-cambio-climatico/>.
3. ONU Programa para el medio ambiente. (2021, 20 de agosto). Las emisiones de metano están acelerando el cambio climático. ¿Cómo podemos reducirlas? <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/las-emisiones-de-metano-estan-acelerando-el-cambio-climatico-como>.

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**Instrumentos de Recolección de Información**

**(Portal del Ministerio de agricultura y riego)**

# PERFIL PRODUCTIVO Y COMPETITIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES Y PRODUCTOS PECUARIOS



NUEVA BÚSQUDA

DEPARTAMENTO: Todas

AÑO: 2022

**RANKING - PRODUCCIÓN REGIONAL EN MILES DE TONELADAS**

PUNO	5.62
CUSCO	2.41
AREQUIPA	1.01
AVACUCHO	0.78
APURIMAC	0.48
HUANCAVELICA	0.47
PASCO	0.36
JUNIN	0.28
TACNA	0.23
MOQUEGUA	0.12
LIMA	0.08
LA LIBERTAD	0.04
HUANUCO	0.04
ANCASH	0.01

No se Registra

**ESPECIES**

- ALPACA
- AVES
- CAPRINO
- LLAMA
- OVINO
- PORCINO
- VACUNO
- FIBRA DE ALPACA
- FIBRA DE LLAMA
- HUEVOS
- LANA DE OVINO
- LECHE FRESCA

**DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

POBLACION (unid.)	N° PRODUCTORES
4,491,671	82,459
RENDIMIENTO (kg/unid.)	PRODUCCIÓN (t)
26.66	11,926

**PRODUCTOS**

**PARTICIPACIÓN DEL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DEL SUBSECTOR PECUARIO**

ESPECIE	VALOR (%)
AVES	53.15%
LECHE FRESCA	11.85%
HUEVOS	12.67%
VACUNO	11.85%
PORCINO	12.37%
OVINO	1.20%
ALPACA	2.7%

**% DE VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

**% VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO**

**PRODUCCIÓN (t) / PRECIO AL PRODUCTOR (soles/kg)**

**PRECIO AL PRODUCTOR VS PRECIO MERCADO INTERNO (soles/kg)**

**PRODUCCIÓN MENSUAL (t)**

**PRECIO PROMEDIO MENSUAL PAGADO AL PRODUCTOR (soles/kg)**

N/D: No Disponible    **NOTA:** Información preliminar a Noviembre 2022    **FUENTE:** PECUARIO, SISAP, SISCEX, CENAGRO

**ANEXO N° 02**  
**Panel Fotográfico**

**Imagen 01:** Vista a los distritos de Tinyahuarco, Vicco, Simón Bolívar entre otros



**Imagen 02:** Crianza de vacunos en la provincia de Pasco



**Imagen 03:** Crianza de ovinos en la provincia de Pasco



**Imagen 04:** Crianza de llamas en la provincia de Pasco



**Imagen 05:** Crianza de alpacas en la provincia de Pasco

