Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo

U.M.S.N.H

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ROMERO, EN LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS PARA MITIGAR LA PRODUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO”

TESIS QUE PRESENTA:

P.M.V.Z. EDUARDO TRINIDAD PAZ OLIVA.

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

DR. RODOLFO LUCIO DOMINGUEZ.

Morelia, Michoacán, Julio del 2020

Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo

U.M.S.N.H

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ROMERO, EN LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS PARA MITIGAR LA PRODUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO”

TESIS QUE PRESENTA:

P.M.V.Z. EDUARDO TRINIDAD PAZ OLIVA.

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

DR. RODOLFO LUCIO DOMINGUEZ.

Morelia, Michoacán, Julio del 2020

RESUMEN:

En el presente trabajo, tiene como objetivo evaluar la adición de aceite esencial de romero en la mitigación de gases de efecto invernadero en los ovinos. Se realizó un estudio para probar el uso de Rossmarinus Officinalis que tiene un gran impacto en la mitigación de dichos gases, debido a la gran cantidad de propiedades que contiene esta planta, esto por medio de la alimentación de ovinos, utilizando en la investigación la técnica de medición de gas (Theodoru), la cual se lleva a cabo en botellas de vidrio de 125 ml, provista de un tapón de goma y sellados herméticamente donde se utilizó solución tampón (bicarbonato de sodio y bicarbonato de amonio), solución de macrominerales (fosfato de sodio, fosfato de potasio y disulfato de magnesio) y solución de microminerales (cloruro de calcio, cloruro de manganoso y cloruro de cobalto), se añadió además a la prueba resazolina, L. cisteína y muestra de aceite de romero incubándose a una temperatura de 39ºC por 92 hrs y posteriormente se realizó la medición de tiempo cada 3 y 12 hrs con un trasductor de presión. En dicha investigación además de lo anterior, se utilizaron dos ovinos adultos para llevar acabo dicho experimento, los cuáles son los donadores del líquido ruminal, mismos que son alimentados con una dieta basada en silo de maíz, rastrojo, salvado y melaza, alimentación ad libitum con acceso libre de agua. Para superar la limitación en la dieta y disminuir las emisiones de metano y dióxido de carbono principalmente, se ha utilizado la práctica de la suplementación, donde la de mayor posibilidad de ejecución es el uso de alimentos verdes provenientes de follajes arbóreos y pastos de buena calidad como lo es el salvado y rastrojo, donde se llegó a la conclusión de que el aceite esencial de romero contribuye a la mitigación de GEI con un nivel de inclusión del 15% a la dieta de alimentación de ovinos basada en rastrojo y 10% de inclusión de dieta basada en salvado, donde se contribuyó a una mejora del medio ambiente disminuyendo dichos gases utilizando como elemento principal el romero, además de mejorar la calidad en la alimentación de los rumiantes con una técnica de fácil acceso y de esta manera tener un impacto positivo para el ambiente y mejorar además la producción de ovinos con las menores limitantes posibles.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero/ aceite esencial de romero/ alimentación /dieta/ rumiantes/ bovinos.

ABSTRACT

In the present work, it aims to evaluate the addition of rosemary essential oil in the mitigation of greenhouse gases in sheep. A study was conducted to test the use of Rossmarinus Officinalis that has a great impact on the mitigation of these gases, due to the large amount of properties that this plant contains, this through the feeding of sheep, using the technique in research measuring gas (Theodoru), which is carried out in 125 ml glass bottles, provided with a rubber stopper and hermetically sealed where buffer solution (sodium bicarbonate and ammonium bicarbonate), macromineral solution (Sodium phosphate, potassium phosphate and magnesium disulfate) and micromineral solution (calcium chloride, manganous chloride and cobalt chloride), resazoline, L. cysteine and rosemary oil sample were also added to the test. temperature of 39ºC for 92 hrs and later the measurement of time was made every 3 and 12 hrs with a pressure transducer. In this investigation, in addition to the above, two adult sheep were used to carry out said experiment, which are the donors of the ruminal fluid, which are fed a diet based on corn silo, stubble, bran and molasses, ad libitum feeding with water free access. To overcome the limitation in the diet and reduce the emissions of methane and carbon dioxide mainly, the practice of supplementation has been used, where the one with the greatest possibility of execution is the use of green foods from tree foliage and good quality pastures such as bran and stubble, where it was concluded that rosemary essential oil contributes to GHG mitigation with a 15% inclusion level to the stubble-based sheep feeding diet and 10% inclusion of a diet based on bran, which contributed to an improvement of the environment by reducing these gases using rosemary as the main element, in addition to improving the quality of ruminant feed with an easy access technique and thus having a positive impact for the environment and also improve sheep production with the least possible limitations.

Keywords: Greenhouse gases / rosemary essential oil / food / diet / ruminants / cattle**.**

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN……...1

II. REVISIÓN DE LITERATURA……2

2.1 El efecto invernadero…….....2

2.2 Gases de efecto invernadero ……3

2.3 La ganadería y su responsabilidad con las emisiones de gases de efecto invernadero…7

2.4 Medición de gases de efecto invernadero……..8

2.5 Técnicas de medición de gases de efecto invernadero……9

2.6 Estrategias para la mitigación de gases de efecto invernadero……11

III. DIGESTIÓN RUMINAL……12

3.1 Microorganismos ruminales……12

3.1.1 Bacterias……..12

3.1.2. Protozoarios……...14

3.1.3 Hongos……14

3.2 Efectos de la dieta en la digestión ruminal……18

IV. ROMERO (ROSSMARINUS OFFICINALIS) ……..18

4.1 Antecedente histórico……...18

4.2 Taxonomía del genero Rossmarinus……19

4.3 Características morfológicas……...20

4.4. Composición química……21

4.5. Ubicación taxonómica…….25

4.6 Descripción botánica……25

4.7 Ecología……..25

V. ACEITES ESENCIALES……..26

5.1 Clasificación de los aceites esenciales……..26

5.1.1 Por su origen……...26

5.1.2 Por su composición elemental…….26

5.1.3 Por su punto de ebullición……26
5.2. Usos y aplicaciones……27
5.2.1 Industria farmacéutica……27
5.2.2. Industria de alimentos……27
5.2.3 Otras industrias……27
5.3 Uso del aceite esencial de romero en la dieta de los rumiantes……28
5.4. Producción de metano……28
5.5 Suplementos alimenticios inhibidores……30
5.6 Ionoforos……30
5.7 Taninos……30
5.8 Extracción de aceites esenciales……31
5.8.1 Métodos de extracción……31
5.8.1.2 Extracción por prensado……31
5.8.1.3 Enflourage……31
5.8.1.4 Extracción con solventes volátiles……32
5.8.1.5 Extracción por destilación……33
VI. HIPÓTESIS……36
VII. OBJETIVO……36
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS……37
IX. RESULTADOS……39
X. DISCUSIÓN……**43**
XI. CONCLUSIÓN……**45**
XII. LITERATURA CITADA……**46**

I. INTRODUCCIÓN.

Una de las principales causas que atormentan y preocupan a la población del planeta tierra es el cambio climático, proceso que se ha dado de manera natural a lo largo de la historia de la tierra, pero actualmente sufre una enorme aceleración por el aumento artificial y desmedido de los denominados gases efecto invernadero (GEI). Entre todos los números que se discuten con frecuencia acerca del calentamiento global, el más importante para el cambio climático no es 400 partes por millón de CO2 en la atmosfera, 2º C (aumento promedio de las temperaturas globales), un billón de toneladas de presupuesto de emisiones de carbono, o incluso 100 000 millones en fondos anuales para adaptación al clima. Ni siquiera es un numero único sino un rango de 1. 5º C a 4. 5º C.

Ese es el calentamiento global esperado para los próximos siglos, como resultado de una duplicación del CO2 atmosférico. El dato está basado en los resultados de cerca de 40 simulaciones de escala planetaria del océano y la atmosfera, conocidos como modelos climáticos globales. El sector pecuario representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero, estos gases son emitidos al ambiente mediante la vía rectal, el eructo y la respiración. El gas más estudiado es el metano, por sus efectos nocivos y por ser el segundo más abundante, además de que surge como producto final de la fermentación que sufren los animales en el rumen. Él CH4 y el CO2 son subproductos naturales de la fermentación microbiana de los carbohidratos en el rumen y el intestino grueso de los animales de granja.

El ganado contribuye con el cambio climático al emitir GEI, bien sea directamente (P. ej., a través de la fermentación entérica o el estiércol) o indirectamente (P. ej., por las actividades desarrolladas durante la producción de piensos y la conversión de bosques en pastizales). La ganadería contribuye significativamente a acelerar el cambio climático, principalmente, a través de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), tales como: el metano (CH_4) y el bióxido de carbono (CO_2); ambos producidos a partir de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos (celulosa, almidón, sacarosa) contenidos en el alimento consumido, además del óxido nitroso (N_2O).

El metano (CH_4) es definido como un hidrocarbono, este es un gas de severa importancia, ya que su potencial de calentamiento global está estimado en 23 veces más elevado al del dióxido de carbono (CO_2); refiriendo a su importancia está en que representa el 16.6% del total de los gases de efecto invernadero (EPA, 2014).

Para esto se necesita implementar alternativas que permitan mitigar la producción del mismo, como lo es el bicarbonato de sodio, considerado como un aditivo tamponante; éste actúa neutralizando las variaciones de pH en el rumen, además de que su inclusión mejora la digestibilidad de los alimentos; además de que es de los aditivos más utilizados gracias a su bajo costo (Fito, 2010)

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 El Efecto Invernadero. En la actualidad, la cuestión del cambio climático ha estado en la mente de todos, ya que es considerado uno de los mayores desafíos al que nos enfrentamos; esto porque ejerce una presión adicional tanto en la sociedad como en el medio ambiente, siendo este de alcance mundial y de una escala sin precedentes; lo cual hace más difícil su adaptación a este en el futuro. Se ha demostrado que la temperatura media de la superficie de la tierra ha aumentado 0,6°C desde finales del siglo XIX, lo cual resulta alarmante para la preservación estable de las condiciones climáticas. (ONU, 2016).

Este fenómeno es consecuencia de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, estos son producidos de manera natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos; esto porque al impedir que parte del calor del sol se propague al espacio hace que la tierra sea un lugar habitable. El problema reside en el nivel de concentración de los mismos, ya que son creados por diferentes medios; entre los que resaltan la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía, las actividades agropecuarias, rellenos sanitarios, entre otros (Correa, 2015).

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura agradable en el planeta, al retener parte de la energía que proviene del sol. A través de las actividades humanas se liberan grandes cantidades de carbono a la atmósfera a un ritmo mayor de aquel con que los productores y el

océano pueden absorberlo, éstas actividades han perturbado el presupuesto global del carbono, aumentando, en forma lenta pero continua el CO2 en la atmósfera; propiciando cambios en el clima con consecuencias en el ascenso en el nivel del mar, cambios en las precipitaciones, desaparición de bosques , extinción de organismos y problemas para la agricultura.

2.2 Gases de efecto invernadero (GEI). Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H2O), dióxido de carbono (CO2), óxido nitroso (N2O), metano (CH4), y ozono (O3) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO2, N2O, y CH4, el Protocolo de Kiyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC).

Gases de efecto invernadero	Fuente	Actividad
Dióxido de carbono CO2	• Quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural). • Deforestación. • Cambio de uso de suelo. • Quema de bosques. • Transporte y generación térmica. • Forestal • Agricultura • Incendios forestales	• Transporte y generación térmica. • Forestal. • Agricultura. • Incendios forestales.
Metano (CH4)	• Botaderos de basura. • Excremento de animales • Gas natural • Descomposición de desechos orgánicos • Ganadera • Petrolera	• Descomposición de desechos orgánicos. • Ganadera. • Petrolera.
Óxido nitroso (N2O)	• Combustión de automóviles • Fertilizantes. • Alimento de ganado. • Fertilización nitrogenada. • Estiércol. • Desechos sólidos.	• Transporte. • Agricultura. • Industrias. • Quema de desechos sólidos.
Carburos hidrofluorados(HFC) y carbonos perfluorados(PFC)	• Sistemas de refrigeración. • Industria frigorífica.	• Industria frigorífica
Clorofluorocarbonos (CFC).	• Sistemas de refrigeración. • Plástica. • Aerosoles. • Electrónica • Sector industrial	• Sector Industrial

Cuadro 1-1 Gases de efecto invernadero y su proveniencia en las diferentes actividades.

Independientemente del gas de que se trate, las emisiones de GEI suelen registrarse en términos de emisiones equivalentes de dióxido de carbono. Esta medida se usa para comparar la capacidad de cada GEI de atrapar el calor (potencial de calentamiento global, PCG) en la atmósfera en relación con la del CO_2, que se toma como gas de referencia. El dióxido de carbono (CO_2) es un gas no tóxico e inocuo. El aumento constante de la concentración de CO_2 en la atmósfera, preocupante por sus efectos en el cambio climático, se debe sobre todo a las actividades humanas (CEC, 2012).

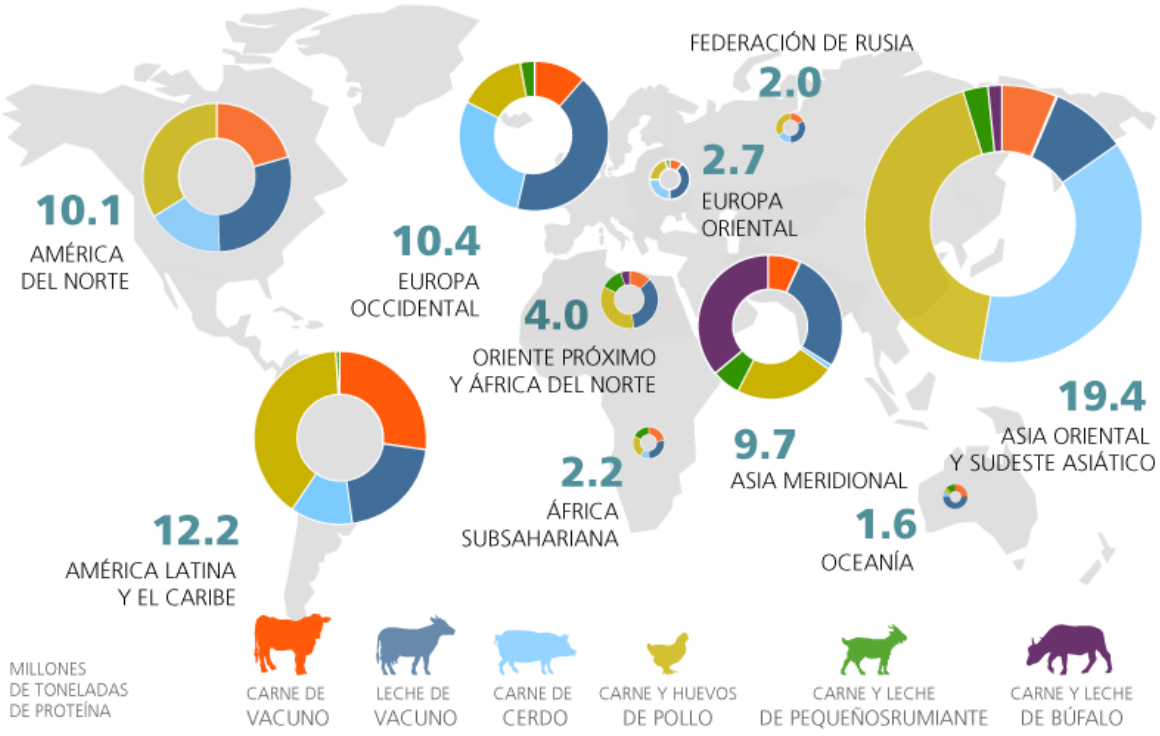
Se calcula que las concentraciones atmosféricas mundiales de CO_2 en 2005 fueron 35% mayores que los valores observados antes de la Revolución Industrial. La principal fuente de este gas es la quema de combustibles fósiles. Otras fuentes son los incendios forestales y de pastizales, además de los procesos de combustión utilizados para producir los materiales requeridos en la fabricación de cemento (Bonilla y Córdoba, 2011).

El metano (CH_4) persiste en la atmósfera de nueve a 15 años y es 21 veces más efectivo para captar el calor de la atmósfera que el dióxido de carbono. Al igual que ocurre con el CO_2, las emisiones atmosféricas de CH_4 provienen de diversas fuentes naturales y antropogénicas. Se estima que las fuentes naturales contribuyen con aproximadamente 37% del total de metano emitido a la atmósfera cada año; por consiguiente, las fuentes antropogénicas representan las principales fuentes de su emisión a la atmósfera (Bonilla y Córdoba, 2011).

El óxido nitroso (N_2O) es un gas incoloro de olor ligeramente dulce y alrededor de 310 veces más efectivo que el dióxido de carbono para captar el calor en la atmósfera. Al igual que el dióxido de carbono y el metano, es emitido por fuentes naturales y antropogénicas, pero a diferencia de los dos primeros, las fuentes naturales de este gas generan aproximadamente 64% de las emisiones totales a la atmósfera (Bonilla y Córdoba, 2011).

En cuestión de la producción en toneladas de los gases de efecto invernadero, México se encuentra en el décimo segundo lugar de contribución a nivel mundial, con una emisión calculada en 467.3 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalentes (MtCO2eq) que representa 1.56 % de la contribución global y 4.4 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (MtCO2eq) per cápita por habitante (CAIT, 2011).

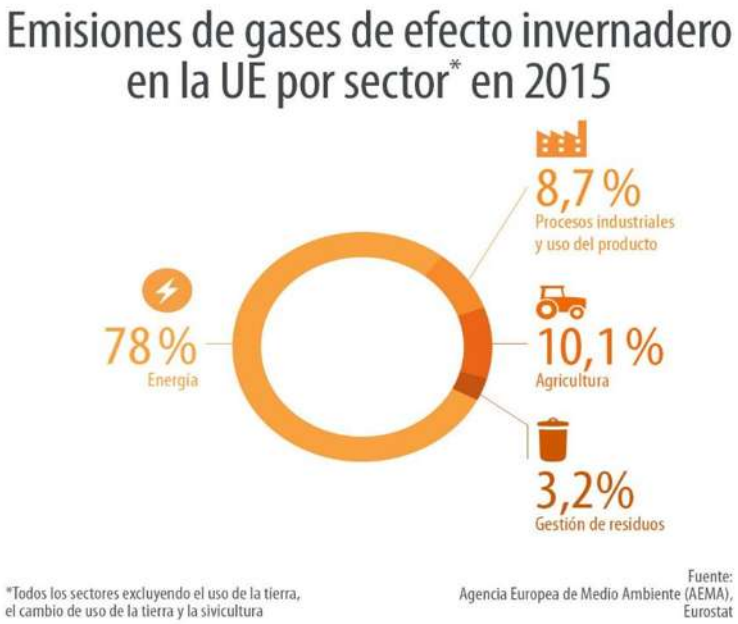
Figura 1-2. Descripción de la producción en toneladas de los gases de efecto invernadero a nivel mundial.



2.3 La ganadería y su responsabilidad con las Emisiones de Gases de Efecto invernadero. La ganadería es una fuente importante de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. Dependiendo del enfoque con el que se realice su cuantificación, se concluye que el ganado contribuye de manera directa (a través de la fermentación entérica o el estiércol) e indirecta (por las actividades desarrolladas a través de la producción de los piensos y la conversión de bosques en pastizales) a las emisiones mundiales de GEI entre el 7 y 18 por ciento (Henderson y Makkar, 2013).

El impacto de esto para la temperatura mundial equivale aproximadamente a 2 mil millones de toneladas de dióxido de carbono por año. Además de óxido nitroso, la industria ganadera produce más de 100 millones de toneladas de metano al año, lo que calienta al planeta tanto como 3 mil 500 millones de toneladas de dióxido de carbono (Isomaki, 2016).

Figura 2. Porcentajes de las producciones de GEI dependiendo el sector en México.



Hablando detalladamente de las emisiones enfocadas al sector ganadero, se desglosan desde el establecimiento del mismo; refiriéndose a la deforestación, el pastoreo y la producción de piensos; esto por la fabricación y uso de fertilizantes químicos además del uso de la energía fósil y el de mayor relevancia; el ganado, este por los gases procedentes de la rumia, los gases de manejo de residuos y la propia respiración (Bonilla y Córdoba, 2011).

El perfil de las emisiones de los gases de efecto invernadero procedentes de la producción animal es el resultado de un conjunto de procesos biológicos inherentes y variables muy complejos. Por consiguiente, resulta difícil gestionar esas emisiones inevitables, originadas por procesos biológicos. Las emisiones de metano (CH4) provienen de la fermentación entérica en los rumiantes y del estiércol, mientras que la utilización de abonos orgánicos e inorgánicos en el suelo puede producir óxido nitroso (N2O) (Copa-Cogeca, 2010).

El impacto y el potencial de reducción de esas dos emisiones de GEI, respectivamente 21 y 3104 veces más fuertes que las de CO2 en términos de potencial de calentamiento, representan un gran reto para las actividades agrícolas (Copa-Cogeca, 2010).

2.4 Medición de Gases de Efecto Invernadero. Esto se realiza con el objetivo de medir la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten directamente o indirectamente a la atmósfera cada vez que se realiza una acción determinada. Una de estas acciones es la Huella de Carbono de Producto, este se realiza a un producto o servicio y consiste en medir las emisiones de dióxido de carbono (CO2) desde la obtención de la materia prima hasta su manufacturación y transporte. Esta es la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el medio ambiente (Energía, 2016).

Otra de las formas por las cuales se tiene un control de la medición de los gases de efecto invernadero es por medio del inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; este contiene la estimación de las emisiones antropogénicas de gases y compuestos de efecto invernadero y de la absorción por

los sumideros. Este inventario se basa más los gases que son producidos por la mano del hombre, como la quema de combustibles (INECC, 2017).

También existen programas o equipos especializados en la medición de estos gases, pero son empleados generalmente a nivel industrial o empresarial, no son aptos a nivel de la ganadería; por lo cual se tienen que buscar otras alternativas para poder contabilizar estos gases.

2.5 Técnicas de medición de Gases de Efecto Invernadero. De las técnicas más ampliamente utilizadas para la medición de gases la del método de la cámara; esta consiste en utilizar analizadores portátiles de FTIR para estudiar las emisiones de GEI y la cuál obtiene resultados cuantificados; se considera una técnica confiable gracias a que hace la medición de los gases "conocidos", además de un estudio de 25 gases complementarios (AyT, 2014).

Una de las más reconocidas es la Telemetría; la cual consiste en la utilización de una microfístula, por donde se hace la recolección de los gases ruminales y mediante los datos obtenidos se realizan las curvas de producción. Esta es una de las técnicas que se basa en la utilización de la tecnología y esta su vez implementada en los animales (Berra, et al., 2010)

Las técnicas ya mencionadas son llamadas *in situ*, lo cual significa que son hechos observados en el lugar; en cambio, cuando hablamos de *in vitro* hace relevancia a algo dentro de un vidrio; siendo esta la técnica de producción de gas más implementada, ya que es de fácil utilización y da resultados confiables.

Dentro de las técnicas *in vitro*, la de uso más frecuente es la descrita por Tilley y Terry (1963), la cual fue modificada por Goering y Van Soest (1970). Otra técnica *in vitro* consiste en la utilización de enzimas en lugar de microorganismos, cuya principal ventaja es que no requiere animales como donadores de inóculo. Las dos anteriores técnicas son usadas como procedimientos para estimar la digestibilidad final del sustrato y no proveen información sobre la cinética de digestión (Posada y Noguera, 2005).

La técnica de la bolsa de nylon supera esta limitante al proporcionar estimativas de la tasa y la dinámica de la degradación de los constituyentes del alimento; sin embargo, es una aproximación laboriosa, costosa e invasiva, en la que solamente un pequeño número de muestras pueden ser evaluadas al tiempo. La técnica de producción de gases es otro método *in vitro* que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo (Lara, et al., 2009).

Para medir la producción mediante la técnica de producción de gas in vitro se han usado diferentes aproximaciones: la primera a presión atmosférica constante, a volumen fijo y una combinación de las anteriores mediante la medición del incremento de volumen necesario para causar un cambio definido de presión. Los métodos manométricos iniciales y sus modificaciones son ejemplos de la primera aproximación, midiendo la cantidad de agua desplazada debido a la acumulación de gas (Bruni y Chilibroste, 2001).

La sensibilidad de la jeringa utilizada para la medición en estas técnicas es baja. Los métodos manométricos fueron superados por el desarrollo de transductores de presión a pequeña escala con el cual es posible monitorear la producción de gas manualmente. Los transductores de presión ofrecen una vía sencilla y precisa de medir la producción de gas (Castañeda, et al., 2010).

Una de las ventajas de este procedimiento es que el curso de la fermentación y el papel de los componentes solubles del sustrato pueden ser cuantificados. Un problema inherente a los métodos *in situ* e *in vitro* que se han tratado de solucionar a través de la técnica de producción de gas es el estudio de las fases tempranas de la fermentación, ya que los procedimientos gravimétricos no son lo suficientemente sensibles para medir los pequeños cambios que ocurren en el peso del sustrato durante las primeras horas de fermentación (Posada y Noguera, 2005).

2.6 Estrategias para la mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Se necesitan fomentar las opciones de mitigación para generar beneficios medioambientales múltiples a la hora de considerar las maneras en las que el sector puede reducir su impacto sobre el cambio climático. Existen diferentes opciones en lo que se refiere a la mitigación de los GEI, enfocadas a diferentes ámbitos de la ganadería, una de ellas son las derivadas de los sistemas de producción y las derivadas de la gestión animal (Berra, et al., 2010).

Las derivadas del sistema de producción se refieren a las praderas y los pastizales permanentes (a menudo situados en zonas marginales donde no es posible producir cultivos herbáceos) tienen un elevado potencial de sumidero gracias a la vegetación perenne y arbustiva y la secuestración del carbono en el suelo. También se dice que el ganado criado en pastizales contribuye no sólo al desarrollo de las actividades económicas, el empleo y el tejido social en el seno de las comunidades locales sino también al mantenimiento de la biodiversidad (CAIT, 2011).

La restauración de las turberas y de los humedales puede contribuir a reducir las emisiones de GEI y aumentar la secuestración del carbono. Los árboles y los setos en los pastizales son muy importantes ya que ofrecen refugio y sombra y actúan como rompe vientos contra la erosión (AyT, 2014).

Las derivadas de la gestión animal comprenden a la mejora de la productividad de los animales de explotación, ya que esto fomentará la reducción de las emisiones por unidad producida. También los cambios en la dieta de los rumiantes utilizando, por ejemplo, aditivos en los piensos como aceites específicos, taninos y otras sustancias (del 5-10%), o a través de una mejor selección de variedades de forrajes, pueden reducir la producción de metano. Aunque teóricamente hablando es posible reducir las emisiones, habrá siempre limitaciones fisiológicas. Además, se debería siempre preservar el bienestar y la salud de los animales (CEC, 2012).

Hablando de la opción más viable y que se tengan resultados en el menor periodo de tiempo, hablaríamos de los posibles aditivos, ya que a diferencia de las demás opciones, estos no tienen un costo elevado y la manera en la que son implementados no muestra ninguna complicación, además de que los resultados; si

bien no son en automático son de los que más rápido sabemos si funciona o no (Vera, 2012).

III. Digestión Ruminal

Los rumiantes son herbívoros cuyo principal alimento son las plantas que contienen carbohidratos fibrosos; sin embargo, 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:

- Digerir polisacáridos complejos como la celulosa.
- Aprovechar además de proteínas, fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), para su conversión en proteína microbiana.
- Sintetizar vitaminas hidrosolubles. El rumiante aprovecha los productos finales de la fermentación, particularmente los ácidos grasos volátiles (AGV) y los nutrientes contenidos en los cuerpos celulares de los microorganismos, que son aprovechados al digerirse en el abomaso e intestino delgado. La proporción de las especies de microorganismos es modificada por varios factores, entre los más importantes está el cambio de alimentación, por lo que es necesario dar un periodo de adaptación de aproximadamente dos semanas, para evitar trastornos en el patrón de fermentación.

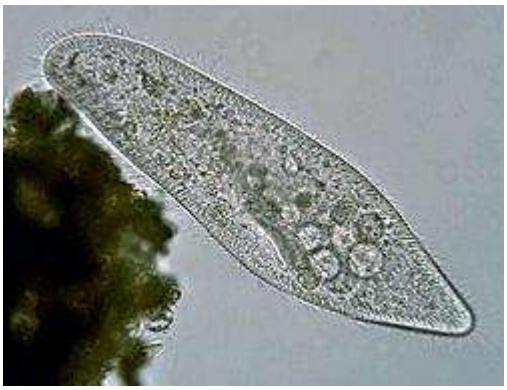
3.1 Microorganismos Ruminales

3.1.1 Bacterias: Cada mililitro de contenido ruminal alberga alrededor de 10 000 a 50 000 millones de bacterias, siendo estos los microorganismos más abundantes. Las bacterias se encuentran en una gran variedad de géneros y especies por lo menos 28 especies funcionalmente importantes, las cuales se agrupan de acuerdo a su actividad. La mayoría de las bacterias son anaerobias estrictas, que no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno, sin embargo, también se encuentran presentes organismos facultativos.

Tabla 2. Grupos de géneros microbianos

CELULOLÍTICOS	**EMICELULOLÍTICOS**
Bacteriodes succinogenes	Butyrivibrio Fibrisolvens
Ruminococcus flavefaciens	Bacteroides Rumicola
Rumicoccus Albus	Ruminococcus sp.
Butyrivibrio fibrisolvens	
Utilizadores de azúcar	Utilizadores de Acidos
Treponema Bryantii	Megasphera Elsdenii
Lactobacillus vitulinus	Lactobacillus Ruminus
Selenomas Ruminatium	
Pectinolíticos	Utilizadores de Lípidos
Butyrivibrio Fibriosolvens	Anaerovobrio Lipolytica
Bacteroides Ruminicola	Butyribrio Fibrisolvens
Lanchnospira Multiparus	Treponema Bryantii
Succinivibrio dextrinosolvens	Eubacterium sp.
Treponema Bryantii	Fusocillus sp.
Steptococcus Bovis	Micrococcus sp.
Aminolíticos	Proteolíticos
Bacteriodes amylophilus	Bacteroides Amyliphylus
Bacteroides Ruminicola	Bacteroides Ruminicola
Steptococcus Bovis	Butyrivibrio Fibrisolvens
Succinimonas Amylolytica	Steptococcus Bovis
Productores de Amoniaco	Productores de metano
UREOLÍTICOS	**UREOLÍTICOS**
Succinivibrio dextrinosolvens	Ruminococcus bromii
Bacteriodes ruminicola	Butyrivibrio sp.
Selenomonas sp.	Treponema sp.

3.1.2 Protozoarios: La población de protozoarios en el rumen es menor a la de las bacterias, encontrándose en concentraciones de 1 millón por ml de contenido ruminal, aunque su número es menor en comparación con las bacterias, estos microorganismos tienen un mayor volumen individual, dando lugar a una masa celular de protozoarios semejante a la masa de las bacterias.



Si bien la mayoría de los protozoarios son ciliados, existen también protozoarios flagelados. Los protozoarios consumen y metabolizan azúcares solubles, hidrolizan bacterias para utilizarlas como sustrato logrando con esto limitar el crecimiento bacteriano. Un papel particularmente importante de los protozoarios, es su capacidad para frenar la digestión de los sustratos que se fermentan con rapidez, como el almidón y algunas proteínas. Esto es posible ya que los protozoarios engloban al almidón y a las proteínas almacenándolos y protegiéndolos de la acción bacteriana.

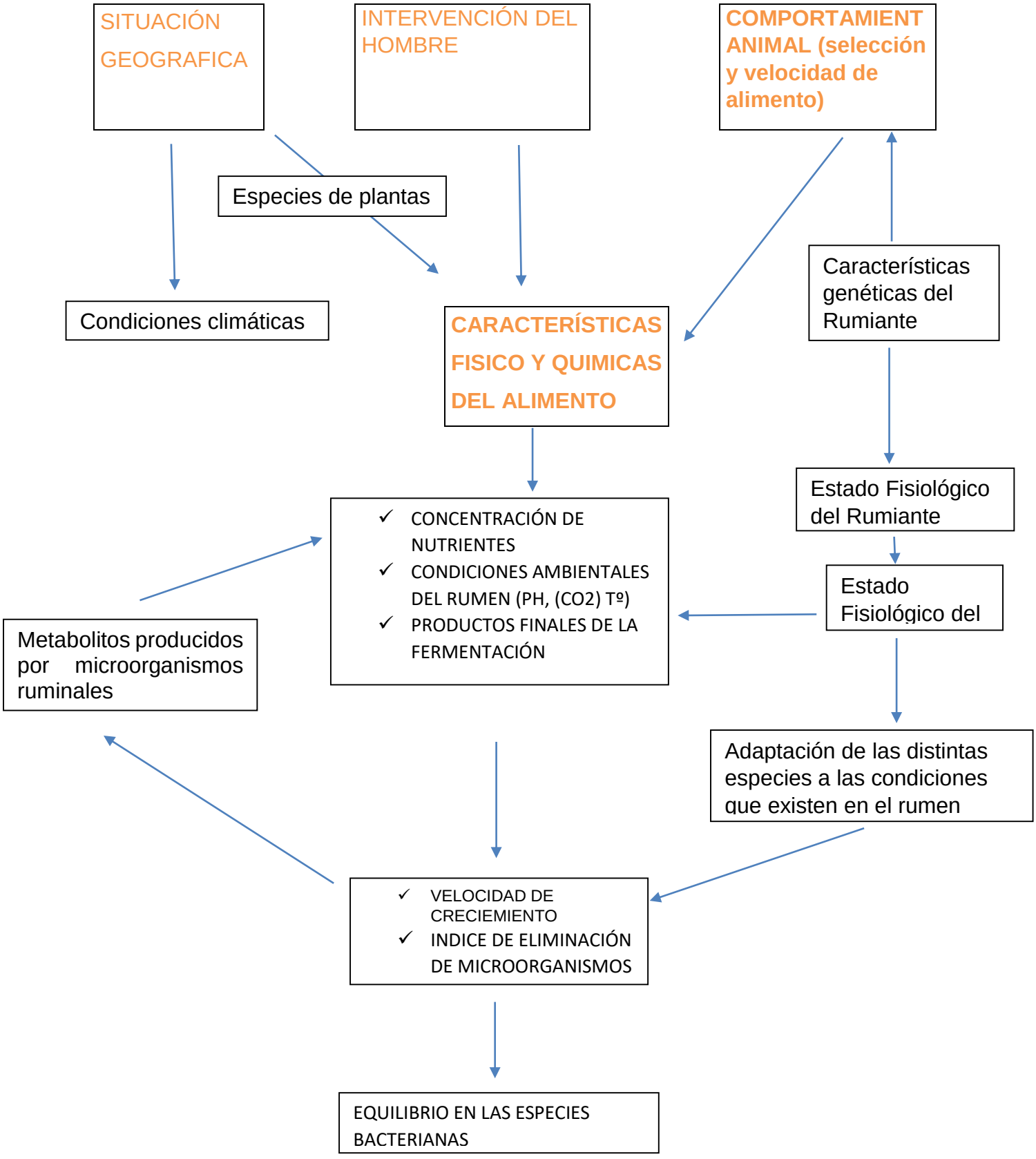
3.1.3 Hongos: Los hongos que se encuentran en el rumen tienen la capacidad de fermentar polisacáridos (celulosa), calculándose que más del 8% de la biomasa microbiana del rumen está constituida por éstos.

La Emisión de gases de efecto invernadero tales como: el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) se debe gracias a la fermentación anaeróbica de los carbohidratos (celulosa, almidón, sacarosa) que están contenidos en los alimentos, además del óxido nitroso (N_2O). Esta fermentación se da en el rumen, uno de los pre-estómagos de los rumiantes; el cuál funciona como una cámara anaeróbica

donde la celulosa de los pastos por medio de millones de bacterias y protozoarios da como resultado los gases ya mencionados (Vera, 2012).

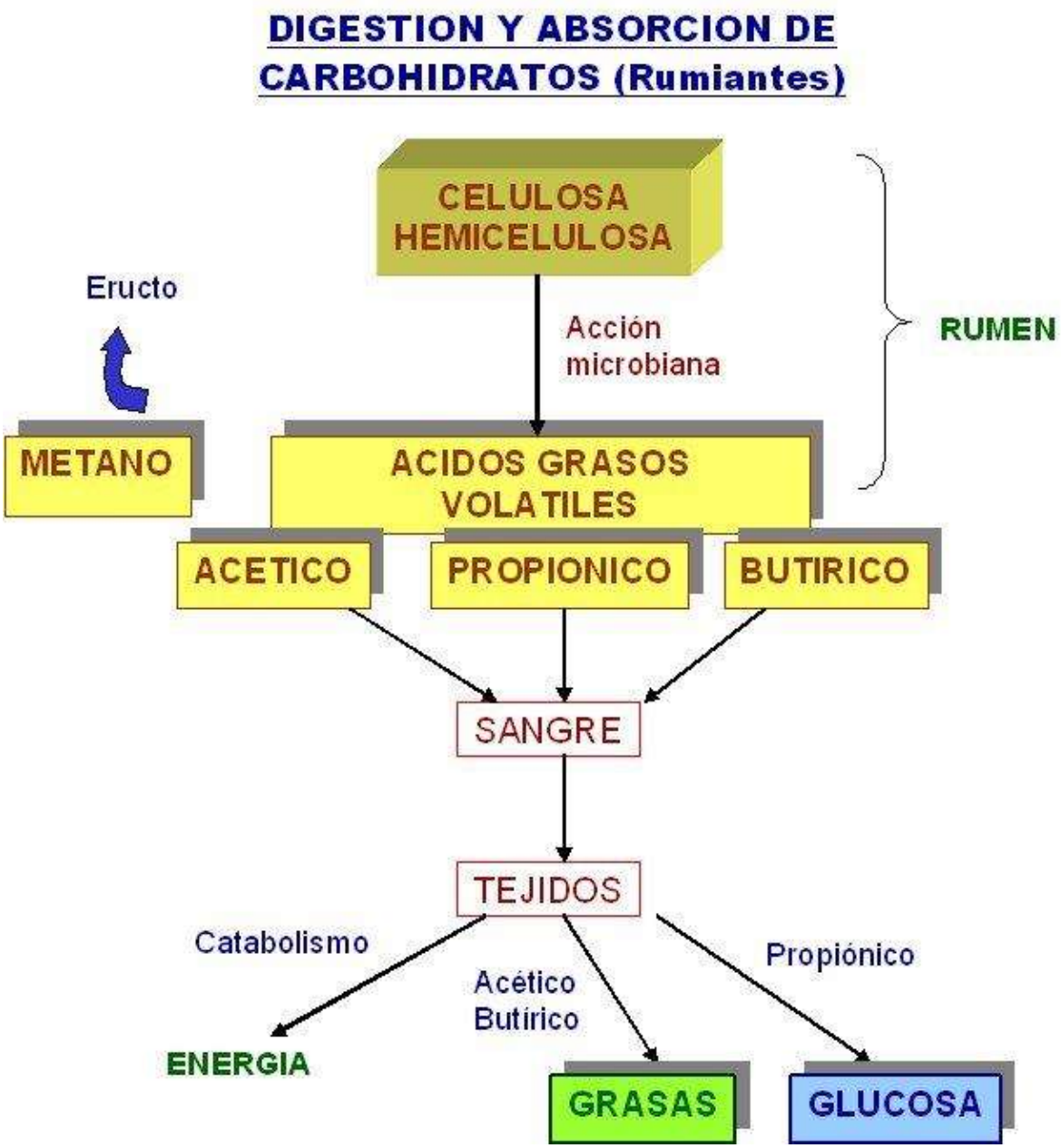
Durante la fermentación ruminal, el CO2 participa con 65% y el metano con 27% aproximadamente, aunque estén presentes otros gases, en menor proporción, además se genera calor y los ácidos grasos volátiles (AGV), acético (vinagre), propiónico y butírico. También la fermentación de aminoácidos generados en el rumen produce ácidos, llamados iso-ácidos. La energía y los iso-ácidos producidos durante la fermentación son utilizados por las bacterias para crecer (es decir, principalmente para sintetizar proteína). El CO2 y CH4 son eructados y la energía todavía presente en el CH4 se pierde (Ureña, 2014).

Figura 3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL EQUILIBRIO DE LA MICROBIOTA RUMINAL



En resumen, a través de la fermentación ruminal, el rumiante obtiene los nutrientes necesarios para el mantenimiento de sus funciones biológicas vitales.

Figura 4. Metabolismo de los carbohidratos en el rumen.



3.2 Efectos de la dieta en la digestión ruminal. La emisión de gases de efecto invernadero por parte de los rumiantes, en especial de los ovinos es el equivalente a 8 kilogramos por año y, según expertos indican que este varía si el animal se encuentra estabulado o en pastoreo. No existe una ecuación que permita reducir simplemente la emisión de los gases, ya que hay que medir la emisión por animal, por capacidad de producción de leche o carne o por los recursos alimentarios que requiere cada ejemplar (OEI, 2011).

En cuestión de los recursos alimentarios, las diferencias son máximas entre dietas forrajeras y dietas ricas en concentrado. Las dietas forrajeras favorecen el establecimiento de una flora fibrolítica, donde predominan bacterias del genero Butyrivibrio spp. Mientras que, en dietas concentradas con bajos niveles de fibra, la concentración bacteriana es mayor, con poblaciones amilolíticas donde predominan bacterias del tipo selenomonas, peptostreptococci y lactobacilli. Estas dietas suelen tener altas velocidades de digestión y de producción de ácidos, por lo que, el medio se acidifica y se reducen las poblaciones celulolíticas y metanogénicas que son más sensibles al pH ácido (Bonilla, 2012).

IV. ROMERO (Rossmarinus Officinalis).

4.1 Antecedente historico: El romero (***R. officinalis L***.) es una planta mediterránea cuyo término se deriva del griego“(***rhops y myrinos***)” que significa “***arbusto marino***” por su crecimiento cercano a las costas (Alonso, 2004). Generalmente se encuentra de forma silvestre en zonas rocosas y arenosas cercanas al mar pero debido a su adaptabilidad y poca exigencia para cultivarse se reproduce con facilidad en otras zonas. El romero pertenece a la familia **Lamiaceae** (***Labiatae Labiadas***), es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas, agudas y pequeñas, tienen forma de espigas de color verde brillante con márgenes revolutos y tallos leñosos y ramificados (Sotelo et al. 2002, Sardans et al. 2005). El tamaño varia de 0.5 a 1 metro de altura, florece dos veces al año en primavera y otoño, las flores se caracterizan por un color azul claro con pequeñas manchas violetas (Khorshidi et al. 2009). En México crece y es utilizado como planta medicinal en los estados de Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, México,

Morelos, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tlaxcala, y Veracruz (Barni et al. 2009).

El gènero Rossmarinus cuenta con tres especies en la peninsula ibèrica, que pueden diferenciarse morfològicamente.

4.2 Taxonomia del gènero Rossmarinus. 1. Hojas de hasta 40mm, en general de tamaño variable en la misma rama, agudas, galabras, por el haz; càliz glaro o con pelos ramificados aplicados; inflorescencias axilares……Rossmarinus Officinalis.

- Hojas de hasta 20mm, en general de tamaño homogeneo, de àpice redondeado, glabras o tormentosas por el haz; caliz con pelos ramificados aplicados o pelos largos, tectores y glandulares; inflorescencias axilares y terminales.

2. Hojas siempre galabras, por el haz, nùculas hasta 3,1 mm, 2,9 mm ……..Rossmarinus Eriocalix.

- Hojas pelosas por el haz, nùculas de hasta 3,1mm …….Rossmarinus Tormentosus.

Aunue se han identificado tres especies dentro del gènero Rossmarinus; tambièn podemos encontrar hìbridos de la naturaleza, siendo los actualmente conocidos.

- Rossmarinus Eriocalix. X Rossmarinus Officinalis
- Rossmarinus Officinalis X Rossmarinus Tormentosus

4.3 Caracteristicas morfologicas de Rossmarinus Officinalis. La planta de Rossmarinus Officinalis L. fue identificada por Lineo en 1753. Tradicionalmente se ha creido que el nombre de “Rossmarinus” deriva de la uniòn de los vocablos latinos “ros” (rocio) y “marinus” (mar), que significaràm “rocio del mar”. Aunque actualmente los etimologistas piensan que su verdadero origen proviene de los vocablos griegos, “rhos”, arbustos y “myrnos” aromàtico, los cuales concuerdan perfectamente con las carácterìsticas de la planta. Por otro lado su nombre el origen del nombre especìfico, “officinalis”, pone de manifiesto su aplicaciòn como planta medicinal.

Dentro del gènero Rossmarinus de la especie Rossmarinus Officinalis L. es un arbusto de hasta dos metros de altura, generalmente erguido, aunque en ocaciones achaparrado y cuya vida media oscila entre 5 y 15 años. Su floraciòn puede variar, pues mientras algunas autores afirman que las flores pueden estar presentes en la planta durante todo el año, otros declaran que no hay floraciòn durante los meses mas calurosos del año. Los tallos de este arbusto son erectos o procumbentes, pelosos y poseen numerosas glandulas esferoidales.

En cuanto a las hojas, son simples y de un tamaño menor o igual a 4-6 mm, pudiendo encontrarse diferencias de tamaño dentro de la misma rama, el borde de las hojas se caracteriza por ser agudo y entero, oscilando entre linear y lanceolado, con margenes revolutos, sentados y algo afilados. En cuanto a la superficie foliar, el haz de hoja es glabro mientras que su envèz es con frecuencia lanoso, sobre todo en las jòvens (Morales, 2014; Sànchez et al., 2011; de Rivera, 1994).

Asi mismo la inflorescencia es laxa y se encuentra situada en velicastros axilares cortos con ejes lanosos y esta formada por grupos de 5- 15 flores con bracteas elipticas pequeñas comprendidas entre 2,5 – 3,5mm. Esta inflorescencia consta de cinco pedicelos florales de una longitud de 1,5- 3mm. Segùn lo descrito en la

bibliografia, el caliz es verde obscuro glabro o con pelos ramificados y corola bilabiada, pudiendo oscilar el color de la corola desde el morado hasta el blanco – azulado.

La flor de romero se compone de:

- Dos estambres curvados, cuyas anteras estan formadas por una tecla curvada.
- Un gineceo bicarpelar, cuyo ovario tetralovular contiene formaciòn de un falso septo en la pared del carpelo.
- Un estilo cuyas dimenciones obscilan de 10 a 20mm.

Las nùculas que producen los inflorescencias del romero son ovoides, aplanadas y de clor castaño, las dimensiones de estas nùculas estan comprendidas entre 2,2 – 3 mm x 1,8 – 2 mm.

4.4 Composición química del Romero. En la planta se han reportado diversos compuestos químicos los cuales han sido agrupados de manera general por diversos autores en ácidos fenólicos, flavonoides, aceite esencial, ácidos triterpénicos y alcoholes triterpénicos (Caribe & Campos 1991, Botsaris 1995, Atti-Santos 2005). El aceite esencial de romero es el componente más estudiado cualitativamente. Diferentes trabajos de investigación afirman que dependiendo del lugar geográfico donde crezcan las plantas bajo condiciones de tipo de suelo, clima y altura sobre el nivel del mar generan diferentes cambios en cantidad y tipos de moléculas bioactivas presentes, por ejemplo las variedades de romero originarias de Portugal se caracterizan por poseer altas cantidades de mirceno, mientras que en Francia es el alcanfor y en Marruecos el cineol los que se encuentran en mayor concentración. (Al-Sereiti et al. 1999, Guerrero et al. 2007).

De manera general, la composición química del aceite esencial de romero ha sido descrita en trabajos que indican el tipo de moléculas activas presentes. Se ha identificado la presencia de α-pineno, β-pineno, canfeno, ésteres terpénicos como el 1,8-cineol, alcanfor, linalol, verbinol, terpineol, carnosol, rosmanol, isorosmanol, 3-octanona, isobanil-acetato y β-cariofileno; los ácidos vanílico, caféico,

clorogénico, rosmarínico, carnósico, ursólico, oleanólico, butilínico, betulínico, betulina, α-amirina, β-amirina, borneol, y acetato de bornilo (Ruiz 2000, Almela 2006, Montes de Oca 2010, Tschinggeri & Bucar 2010).

En el caso de las hojas del romero prevalece un alto contenido de ácido rosmarínico y su derivado rosmaricina, también está presente el ácido carnósico que se caracteriza por ser inestable, su degradación se da por incremento de la temperatura y exposición a la luz; en presencia de oxígeno puede oxidarse para formar carnosol, rosmanol, epirosmanol y 7- metil-epirosmanol (Arévalo et al. 2006, Djeddi et al. 2007, Peyman & Reza 2007, Mierlici 2009)

CUADRO 1. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL ROMERO POR CADA 100GR.

COMPOSICION	USDA HANDBOOK 8-2’	ASTA
Agua (gramos)	9.31	5.5
Energia (Kcal)	331	440
Proteina (gramos)	4.88	4.5
Grasa (gramos)	15.22	17.4
Carbohidratos (gramos)	64.06	66.4
Cenizas (gramos)	6.53	6.0
Calcio (gramos)	1.280	1.5
Fosforo (mg)	70.00	70
Sodio (mg)	50.0	40
Potasio (mg)	955	1000
Hierro (mg)	29.25	33
Tiamina (mg)	0.514	0.510
Riboflavina (mg)	-	No
Niacina (mg)	1.000	1.0
Acido ascórbico	61.22 (mg)	61
Vitamina A	313 actividad (RE)	310

El aceite de romero tiene efectos citoprotectores a nivel de la membrana, particularmente la de los eritrocitos, protegiéndolos del daño oxidativo provocado por los radicales libres (Gholamreza & Mohammad 2005). Miresmailli (2006), describe los usos tradicionales y medicinales del aceite de romero, concluyendo que esto se debe a su composición química tan particular, en especial sobre los cólicos menstruales y los trastornos nerviosos. Asada (1999), determinó la dosis para los espasmos en 2 ml de aceite de romero.

Islamcevic (2007), estudió los compuestos fenólicos naturales procedentes de las plantas, ya que en los últimos años han tomado gran importancia en la dieta del hombre debido a sus potenciales beneficios en la salud humana ya que contribuyen a la prevención cardiovascular o enfermedades inflamatorias.

Martínez et al. (2004), han hecho estudios etnobotánicos en los que se le atribuye al romero propiedades tónicas, estimulante, carminativas, antifebriles, colagogas, antiespasmódicas, descongestionante de las vías respiratorias y diuréticas. Bissett (1994) determinó que la dosis para los espasmos digestivos es de 2 ml de romero, y en el caso de dolor estomacal e indigestiones 0.5 ml de extracto acuoso de romero.

Miranda & Huajuca (2004) describen las propiedades estimulantes, aperitivas, digestivas y coleréticas y colagogas sobre el hígado y la secreción de la vesícula biliar, esto se debe al contenido de aceite esencial lo que le confiere una acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso y circulatorio. Al aceite esencial se le atribuyen propiedades antisépticas, cicatrizantes y estimulantes del cuero cabelludo, también se usa para combatir el agotamiento, nerviosismo, astenia, alteraciones digestivas, aerofagia y flatulencia, reumatismo y jaquecas. Emmanuel & Suhana (2010) mencionan que en crisis nerviosas se recomiendan 2 ml de extracto acuoso de romero. Señalan que al combinar con salvia, equinacea, melisa, ginseng, té verde, hipérico, lavanda y tomillo se potencia su actividad.

Botsaris (1995), destaca la utilización del romero en la medicina tradicional. La infusión de hojas de romero se emplea en afecciones y dolores gastrointestinales por sus propiedades estomacales, antiespasmódicas, carminativas y colagogas, se estima también que se trata de un poderoso emenagogo. Esta preparación se utiliza también para combatir la tos. La Agencia Europea de Medicina (EMEA 2009), señala una dosificación de 6 gotas de extracto de romero para estos casos.

Se recomienda también su uso cutáneo como coadyudante en el alivio de los músculos menores y dolores articulares y su dosificación se basa en la tradición, empleándolo durante un periodo de dos semanas. Resalta que el uso del extracto de romero no se recomienda en asma, tosferina, lesiones extensas de la piel y heridas abiertas, enfermedades agudas de la piel, fiebre alta, infecciones graves, trastornos circulatorios e insuficiencia cardiaca.

El romero es una de las plantas con potencial de acción medicinal o funcional que tiene la característica de poseer un elevado contenido en sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas,

que permiten su utilización con fines terapéuticos (plantas medicinales), aromáticos (plantas aromáticas o esencias) y dietéticos o gastronómicos (plantas empleadas como condimentos). El valor de su uso depende, además de su riqueza en estos principios activos, de la rareza con la que se encuentran en la naturaleza y de las dificultades para su extracción. Por lo que es motivo para seguir generando conocimiento para desarrollar posibles aplicaciones útiles para la humanidad.

4.5 Ubicación Taxonomica del Romero. El Romero esta situado dentro del reino vegetal de la siguiente manera:

- Division: Magnolophya
- Clase: Magnoliosida
- Subclase: Asteridae
- Orden: Lamiales
- Familia: Lamiaceae
- Genero: Rosmarinus
- Especie: Rosmarinus Officinalis.

4.6 Descripción Botánica. Es una planta vivaz, leñosa, subarbustiba de ramas pardas de la que parten hojas de 15-40 mm de longitud, perennes sentadas, opuestas, coriáceas, estrechas, lanceoladas, con los bordes enteros y revueltos hacia abajo, de color verde brillante algo granulosas por el haz y cortos racimos, en las axilas de las hojas; el cáliz es leñoso, con dientes bordeado de blanco; la corola, de 10 a 12 mm de longitud, os de color azul, lila pálido, aveces rosa y rara vez blanca. El fruto es un tetraqueneo; en el interior de cada aquenio hay un embrión desprovisto de albúmen, con dos cotiledones convexos. Florece desde Febrero hasta Noviembre .

4.7 Ecología. Habitat: esta crece espontáneamente en los matorrales en compañía de otras plantas como el tomillo (Thymus vulgaris).

V. ACEITES ESENCIALES

5.1 Clasificación de los aceites esenciales. Podemos clasificarlos en tres aspectos:

5.1.1 a) Por su origen:

- Esencias naturales:son aquellos que se obtienen directamente de la naturaleza ya sea como productos de secreción o mediante procesos fisicoquímicos.
- Esencias sintéticas:son aquellas que se obtienen por síntesis organica ya sea de las mismas de las sustancias químicas que la componen, esto es empleado en la industria de perfumes.
- Esencias artificiales o mixtas:son aquellas que resultan de la mezcla de las esencias naturales y sintéticas, siendo el aroma analogo al de los naturales. Por ejemplo la vainilla es la esencia artificial obtenida del almizcle.

5.1.2 b) Por su composición elemental:

- Esencias nitrogenadas: son aquellas que su composición química llevan nitrogeno como la esencia del berro, etc.

- Esencias sulfuradas: son aquellas que en su composición química contienen azufre, como la esencia de mostaza, ajo, cebolla, etc.

- Esencias pobres en oxigeno: llamadas también esencias ricas en terpenos. Tiene esta clasificación la esencia de trementina, eucalipto, laurel, limón, romero.

- Esencias ricas en oxigeno: dentro de ellas tenemos la esencia de rosas, violetas, anís, menta, etc.

5.1.3 c) Por su punto de ebullición:

- Esencias fijas: son aquellas cuyo peso molecular generalmente es elevado, en este grupo estan: los productos balsámicos y las esencias resinosas.

- Esencias fugaces: dentro de estas tenemos: menta.

- Esencias persistentes: dentro de estas tenemos: rosas.

5.2 Usos y aplicaciones del aceite esencial de romero. Los aceites esenciales son empleados en perfumería, en la industria alimentaria o como fuentes de materias primas.

El aceite esencial de romero tiene la aplicación en las siguientes industrias:

5.2.1 a) Industria Farmacéutica

- Como agente en la preparación de medicamentos estomacales y gastrointestinales.
- Como antiséptico, para la fabricación de jabones.
- Antiparasitario antirreumático
- Analgésico
- Cicatrizante
- Dentríficos

5.2.2 b) Industria de Alimentos

- Como aromatizante de carnes procesadas.
- Como antioxidante.
- En la fabricación de gomas de mascar, carmelos y aromatización del tabaco.
- Como agente antimicrobiano y antifúngicos como el caso de *Asperígilus parasiticus.*
- Como saborizantes para sopas, carnes enlatadas.
- Efecto sobre la estabilidad oxidativa de aceites, especialmente en el aceite de mani a 60 ºC en una concentración de 0.02 y 0.01%.

5.2.3 c) Otras Industrias

- Como aromatizantes de ambientadores, detergentes, insecticidas, etc.

5.3 Uso del aceite esencial de romero en la dieta de los rumiantes.

5.4 Producción de Metano. El metano formado en el rumen parece ser un subproducto necesario en la fermentación anaerobia de los azúcares. Teniendo en cuenta el alto valor energético del metano, su expulsión es una lamentable e inevitable pérdida de energía por parte de los carbohidratos administrados a los rumiantes. El metano se produce en el rumen por reducción del dióxido de carbono con hidrógeno gaseoso, reacción realizada por todas las especies de bacterias en el rumen, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$4H_{2} + HCO_3^- + H^+ -> CH_4 + 3H_2O$$

El dióxido de carbono procede de la conversión del piruvato en acetato. La degradación de los azúcares hasta ácido pirúvico, y la subsiguiente conversión del ácido pirúvico en acetato, son las fuentes de hidrógeno. A partir del ácido fórmico se forman cantidades menores de hidrógeno y dióxido de carbono, por medio del enzima fórmico deshidrogenasa:

$$HCOO^- -> CO_2 + H_2$$

El ácido fórmico se produce en el rumen en la conversión del ácido pirúvico hasta acetato. La mezcla de ácidos grasos volátiles en el rumen contiene, aproximadamente 1% de ácido fórmico. El hidrógeno es utilizado con mucha rapidez por las bacterias productoras de metano, sirviendo también como donante de hidrógeno para otros procesos reductores de los microorganismos. Por consiguiente, el hidrógeno se mantiene en el rumen a muy baja presión, con objeto de mantener las condiciones más favorables para el crecimiento de los microorganismos. Ciertas especies de bacterias ruminales forman metano siguiendo los dos procesos siguientes:

1. El formiato se descompone rápidamente en metano y dióxido de carbono

$$HCOO^- + H_2O -> CH_4 + HCO_3^-$$

2. Otros precursores de metano de menor importancia son el acetato y el metanol formado por la degradación de las pectinas

$$CH_3COO^- + H_2O -> CH_4 + HCO_3^-$$

$$4CH_3OH -> 3CH_4 + HCO_3^-$$

La producción de metano por los microorganismos es un complicado proceso bioquímico en el que participan el ácido fólico y la vitamina B_{12}. Puesto que el metano no puede metabolizarse por el animal, su producción va ligada a una notable pérdida de energía, se han buscado medios para reducir la producción de metano y destinar la energía a compuestos metabolizables por el animal. Se ha sugerido la adición de ácidos grasos insaturados a la ración; estos ácidos se saturarían por efecto de los microorganismos. Para ello se necesita que el hidrógeno, de modo que sería una buena forma de reducir la cantidad de metano formado en el rumen y provocar una elevación en la producción de propionato. Existen otros aditivos de los piensos que reducen la producción de metano, cloroformo, hidrato de coral, y sales de cobre; no obstante, se ha comprobado que esto productos no son inhibidores específicos de la producción de metano, si no que limitan el crecimiento de los microorganismos en general. La producción masiva de gases (metano, hidrógeno y dióxido de carbono) más allá de los límites de la eructación, determina el timpanismo. Existen cantidades exageradas de azúcares libres en la hierba de pastos tierna y suculenta o en la remolacha azucarera y sus subproductos. El timpanismo es un trastorno potencialmente fatal **Fuente especificada no válida.**.

5.5 Suplementos alimenticios inhibidores . La invernación en esta area se ha centrado en los compuestos químicos con efecto inhibitorio específico sobre las arqueas del rumen, entre los compuestos mas éxitosos porbados in vivo se encuentra el bromoclorometano (bcm), el 2-bromoetano sulfonico (BES) el cloroformo y la ciclodextrina. Estos inhibidores redujeron la producción de CH4 hasta un 50% in vivo en (ovjeas, cabras y bovinos).

5.6 Ionoforos. La monensina ha sido el ionoforo mas estudiado y se usa rutinariamente en la producción de carne y mas recientemente en la nutrición de bovinos leche en Norte America.

La monensina no afecta el consumo de materia seca ni la producción de leche de las vacas y se ha demostrado que es una estrategia viable para reducir la producción de CH4 en vacas lecheras Holstein en lactación (Odongo , et al., 2007).

5.7 Taninos. Se han realizado amplias investigaciones sobre los compuestos polifenolicos, especialmente taninos condensados. Los rendimientos de las leguminosas taniferas tropicales y templadas generalmente son inferiores a los de las gramineas, y las propiedades agronómicas frecuentemente restringen su uso. Sin embargo, los beneficios de la ingestión de taninos, dede el punto de vista de la nutrición y de la sanidad animal (antihelminticos, prevención del meteorismo), coinsiden con la reducción de la metanogenesis y y especialmente de las emisiones de N2O (Gerber, et al., 2013).

Mohamed, et al., (2016) realizó un trabajo donde se evaluó el potencial de cinco especies arbustivas, para reducir la producción de metano, se adicionaron los forrajes en 0, 10, 20 y 30% en base seca a una dieta experimiental en un diseño factorial de cinco plantas por cuatro niveles de inclusión. La planta Amaranthus spinosus y Commelina coelestesis a niveles de inclusión del 20 y 30%, mostraron una disminución del 26% respecto al estandar.

5.8 Extracción de aceites esenciales. El proceso de extracción de aceites esenciales a partir de diferentes materias primas vegetales está supeditado a la materia prima a utilizar. Ello ligado al rendimiento de extracción deseado, son los factores principales que condicionan el método y equipos a emplear para dicho fín.

5.8.1 Metodos de extracción

5.8.1.1 Extracción por prensado: Es un método de extracción directa que se emplea fundamentalmente con las frutas que contienen un mínimo de un 0.3% de aceite esencial en la corteza exterior, tales como la naranja, el limón, mandarina, lima, toronja, etc. Tienen una ventaja y es el hecho de no haber sido sometidas a altas temperaturas evitándose la degradación del sabor.

5.8.1.2Enfleurage: Por este método no solo se obtienen las esencias más exquisitas, sino también las mejores pomadas, conocidas con el nombre de “pomadas francesas”. El olor que tienen algunas flores es tan delicado y volátil que sería destruido por el calor que es necesario aplicar en otros procedimientos. Por esta razón la extracción por enfloración se realiza en frío.

Para efectuar esta extracción se emplean unos marcos y bastidores de unos 80 a 82 mm de profundidad, cuyo fondo esta formado por un cristal que tiene unos 60-70 cm de ancho por 90-100 cm de largo. Sobre este marco se extiende una capa de la sustancia grasa de unos 70 mm aproximadamente y luego se esparecn sobre ella las flores cuyos aromas se requireen extraer y se deja macerar de 12 a 72 horas, tiempo en que la materia grasa extrae todo el perfume que contienen las flores, luego se reemplazan estas flores por otras y se repite la operación hasta que la materia grasa quede totalmente saturada de perfume de dichas flores o pétalos, operación que dura de 2 a 3 meses. Los pétalos al ser extendidos sobre la sustancia grasa estaran colocados sobre el chasis y material recogido se exprime através de telas con ayuda de prensas hidráulicas.

Si la pomada resultante de esta maceración no fueran sometidas inmnediatamente a la extacción del perfume por medio del alcohol, sería conveniente conservarlos mediante cámaras bien refrigeradas y de esta manera se evita descomponerse. Los aceites esenciales que mas se prestan para ser extraídos por este procedimiento a causa de su extraordinaria delicadeza son el azahar, la casi, el jazmín, el nardo, la rosa, violeta, etc.

5.8.1.3 Extracción con solventes volátiles. El procedimeinto en sí consiste en mantener las flores o las partes del vegetal que contienen el aceite esencial en recipientes herméticamente cerrados, donde quedan en contacto con el solvente (cloruro de metilo o isobutano licuado) a la temperatura ordinaria durante cierto tiempo; enseguida se separa el solvente que había extraído del material parto de sus aceites esenciales que se vierte en el recipiente de extracción una nueva porción de disolvente fresco. El solvente se evapora a la temperatura mas baja posible, para no perjudicar los aceites esenciales que contienen y se condensan en un recipiente aparte para recuperarlo. Se separa del recipiente de extracción la segunda porción del solvente que se agregará, se vierte en el, oirá porción porción nueva y la segunda se de la misma manera que se hiciera con la primera. La operación continua asi hasta extraer las partes del vegetal todo el aceite esencial que contiene.

Como producto final de la operación en el alambique donde se lleva a cabo la evaporación del solvente (que se hará a presión reducida) queda un residuo semisólido que ademas de aceite de esencial contiene cera vegetal y resina.

Para eliminar la cera del residuo semisólido de la evaporación y conseguir asi un aceite especial puro se disuelve en alcohol caliente y luego se enfría la solución, la cera se separa de la solución alcohólica de la esencia. Por su parte de esta se separa el alcohol por destilado con lo que en el alambique donde se lleva a cabo esta operación, queda un aceite sencial puro denominado aceite absoluto.

5.8.1.4 Extracción por destilación. Ames y Mathews (1972) manifiestan que la destilación es una técnica de separación del material volátil y no volátil mediante el vapor de agua. El material volátil es arrastrado conjuntamente con el vapor de agua formando una mezcla, pasando luego a condensador donde ambas se separan en dos fases distintas por condensación. Los mismos autores mencionan que la característica fundamental de los aceites esenciales enla destilación con vapor de agua es que estas sustancias son insolubles o poco solubles en agua y que los líquidos volátiles los cuales no son mutuamente solubles, evaporan conjuntamnete a una temperatura menor que el punto de ebullición de uno u otro; un punto de ebullición ligeramente menor a 100 ºC.

Berg (1963), informa que la volatilidad de un líquido es directamente proporcional a su presión de vapor e inversamente proporcional a su punto de ebullición y peso molecular.

Guenther (1973), denomina a la destilación, hidrodestilación y señala como los principales efectos que lo acompañan lo siguiente:

- Difusión de aceite y agua através de las membranas de la planta.
- Hidrólisis de algunos componentes de aceite esencial.
- Descomposición ocacionada por el calor.

García (1953) señala que el efecto de la destilación es que el vapor mediante su acción térmica, fisioquímica e incluso química (sobre todo el vapor húmedo) hincha lasm paredes de los tejidos facilitando por medio de la osmosis del paso de la esencia al exterior. Una vez aislada la esencia, ésta destila temperaturas inferiores a su punto de ebullición, influyendo favorablemente en la cantidad de agua presente.

Sievers (1972) menciona que entre las ventajas del método de destilación por vapor esta su simplicidad, el tiempo corto de operación y las grandes cantidades de materia prima que se pueden utilizar a bajo costo.

Ames y Mathews (1972) mencionan que existen tres tipos basicos de destilación de aceites esenciales que se diferencian en el grado de contacto entre el agua y el material de la planta.

- Destilación por agua: este tipo de destilación, el material es totalmente sumergido en agua en ebullición, esta es la forma mas simple de destilación de aceites esenciales; consiste en sobrecalentar a fuego (madera y otro combustible) un recipiente planta.

  Las desventajas de este método son:

  - ✓ Es casi imposible mantener un calentamiento uniforme.
  - ✓ La destilación es lenta.
  - ✓ La destilación a gran escala es antieconómica.

Las ventajas que presenta son:

- ✓ La destilación por agua es necesario para algunos casos por ejemplo pétalos de rosa.
- ✓ Aveces la destilación de algunos materiales de madera tales como la canela facilita la difusión del aceite.

  Destilación por agua y vapor de agua: en este tipo de destilación el material es soportado encima del nivel de agua en ebullición (por medio de una rendija), la carga no esta expuesta directamente a la fuente de calor. Alternativamente el agua puede ser calentada por un serpertín cerrado por el cual circula vapor o fuego directo sobre la base del recipiente.

Las ventajas son:

- ✓ Corto tiempo de duración del proceso.
- ✓ Se puede recuperar el aroma de agua condensada en una primera destilación, al utilizar esta nuevamente para producir vapor.

Destilación por vapor directo: este tipo de destilación constituye una tecnica mas avanzada de destilación. La carga es mantenida sobre la rejilla dentro del destolador, el vapor proveniente de un caldero alimenta al destilador a través de un serpentín cribado. El vapor puede ser saturado o ligeramente sobrecalentado. Si el destilador no está revestido con material aislante se forma mucho condensado: sin embargo hay suficiente vapor para evitar que el aceite salga de los tejidos.

Las ventajas que presenta son:

- ✓ Es un proceso corto, esto minimiza la descomposición de constituyentes sensibles tales como los éteres.
- ✓ Apropiado para la destilación en gran escala, por la puesta en marcha del proceso rápidamente, lo mismo que en un vaceado y cargado de material.

Las desventajas que presenta son:

- ✓ Se regula la cantidad de vapor, la humedad en el material puede evaporarse y el aceite podria no liberarse de los tejidos.

VI. HIPÓTESIS.

La adición de aceite esencial de romero en la alimentación de pequeños rumiantes, disminuye la emisión de gases de efecto invernadero.

VII. OBJETIVO:

Evaluar la adición de aceite esencial de romero en la mitigación de gases de efecto invernadero en los ovinos.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la FMVZ-UMSNH, unidad posta, la cual se encuentra ubicada en la carretera Morelia-Zinapécuaro, Km 9.5, en el municipio de Tarímbaro, Michoacán. La región cuenta con características fisiográficas tales como: clima templado con lluvias en verano, precipitación pluvial anual de 609.0 mm, altitud entre 1900 y 2400 msnm; al igual que una temperatura anual que oscila entre 2.5 a 25.1 °C (INAFED, 2016).

Técnica de medición de gas (Theodorou):

Theodorou et al. (1994) desarrollaron un método donde la incubación se lleva a cabo en botellas de vidrio (125 ml) provista de un tapón de goma y selladas herméticamente. Las botellas se llenan con .800g de sustrato y 90 ml de solución de incubación (saliva artificial) pero sin inóculo (liquido ruminal). Previo a su sellado son gasificadas con CO2 y en un plazo no superior a 24 horas se inoculan al inyectar 10ml por botella de líquido ruminal.

Para la técnica de producción de gas, se prepara el medio de incubación con una mezcla, por orden (ml/l), agua destilada, solución de micro minerales, 0.12; solución tampón, 237; resazurina al 0.1 %, 1.22 (Menke et al., 1979).

El método experimental se realizó con dos ovinos adultos, lo cuáles son los donadores del líquido ruminal, mismos que son alimentados con una dieta basada en silo de maíz, rastrojo , salvado y melaza, alimentación ad libitum con acceso libre de agua. El líquido ruminal (1lt) se extrajo por medio de una sonda oro-ruminal con bomba al vacío.

Se realizaron las soluciones correspondientes:

- Para la solución tampón (1L): se pesan 35gr de Bicarbonato de sodio y 4gr de Bicarbonato de amonio. Se coloca el matraz en el agitador magnético y se coloca 500ml de agua destilada con un agitador, se agrega el Bicarbonato de sodio y se agrega el Bicarbonato de amonio hasta que esté totalmente disuelto el primero. Ya disueltos los dos reactivos, se retira del agitador y se coloca en un matraz aforado, donde se afora a 1L.

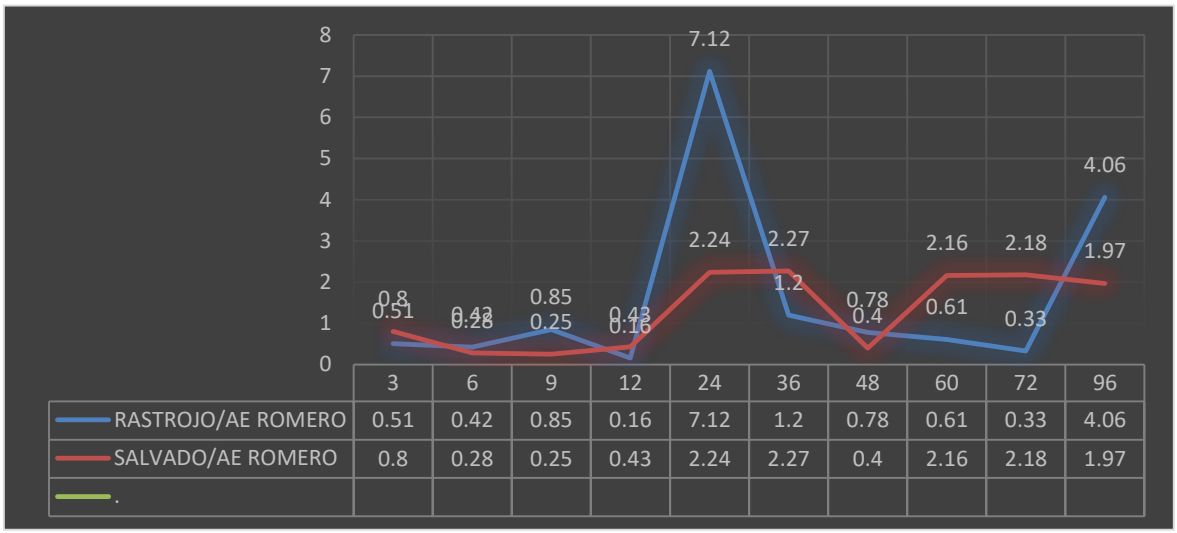
- Para la solución de macrominerales (1L): Se pesan 5.7gr de Fosfato de sodio, 6.2gr de Fosfato de potasio y 0.6gr de Sulfato de magnesio. Se colocó en el matraz 500ml de agua destilada, se agrega el agitador y se colocó en el agitador magnético; al cual se le agregaron de uno por uno los reactivos, hasta que se disuelvan completamente. Ya lista la solución se pasa a un matraz aforado y se afora hasta 1L.
- Para la solución de microminerales (25ml): se pesan 3.3gr de Cloruro de calcio, 2.5gr de Cloruro manganoso y 0.25gr de Cloruro de cobalto. Se coloca un vaso de 25ml en el agitador magnético, se le agregan 15ml de agua destilada y se agrega uno a uno ya que el primero se disuelve. Después se afora en una probeta de 25ml y la solución se coloca en un frasco ámbar etiquetado.

Se utilizaron frascos de 125 ml de vidrio, en los cuales se depositaron el 10% del líquido ruminal extraído, 90% de: solución buffer, solución de macrominerales y solución de microminerales; donde se añade resazulina y L- cisteína; a lo cual se pesarán 0.850 mg de alimento total, esto se incuba en el baño de inmersión a 39°C, se agrega una muestra de aceite de romero, se dejó incubando a una temperatura de 39°C durante 92 hrs y se realizó la medición cada 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60, 72 y 96 horas con un transductor de presión.

Después de que se realizó la incubación y la medición, se realizaron los cálculos estadísticos y matemáticos para poder observar las variaciones de la producción de gas.

IX. RESULTADOS

Grafica 1. Monitoreo del aceite esencial de romero a una concentración del 10% más rastrojo y salvado en intervalos de tiempo de 3 y 12 hrs cada muestra.

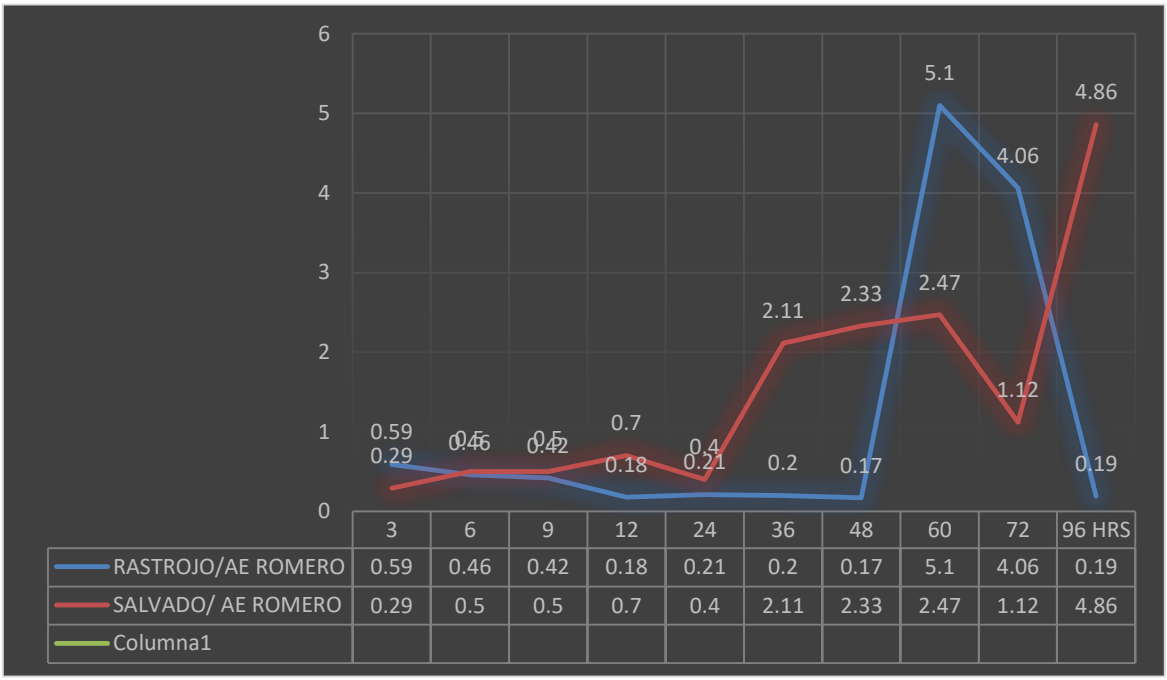


Se observó un aumento significativo (grafica 1) del 7.12% a las 24 hrs adicionando a la dieta rastrojo más aceite esencial de romero, donde a partir de las 36 hrs los resultados se siguieron manteniendo casi igual en comparación a las primeras horas de usar el aditivo y a las 96 hrs se observó otro aumento del 4.06% adicionando rastrojo más aceite esencial de romero. A diferencia del salvado, el aumento fue a las 24, 36, 60 y 72 hrs, pero no tan significativo como lo fue en al caso del rastrojo.

Tabla 1-1 Adición del 10% de aceite esencial de romero en comparación de las dietas administradas.

Muestra con AE romero 10%	3	6	9	12	24	36	48	60	72	96
Rastrojo/ AE romero	0.51	0.42	0.85	0.16	7.12	1.20	0.78	0.61	0.33	4.06
Salvado/ AE de romero	0.80	0.28	0.25	0.43	2.24	2.27	0.40	2.16	2.18	1.97

Grafica 2. Monitoreo del aceite esencial de romero a una concentración del 15% más rastrojo y salvado en intervalos de tiempo de 3 y 12 hrs cada muestra.

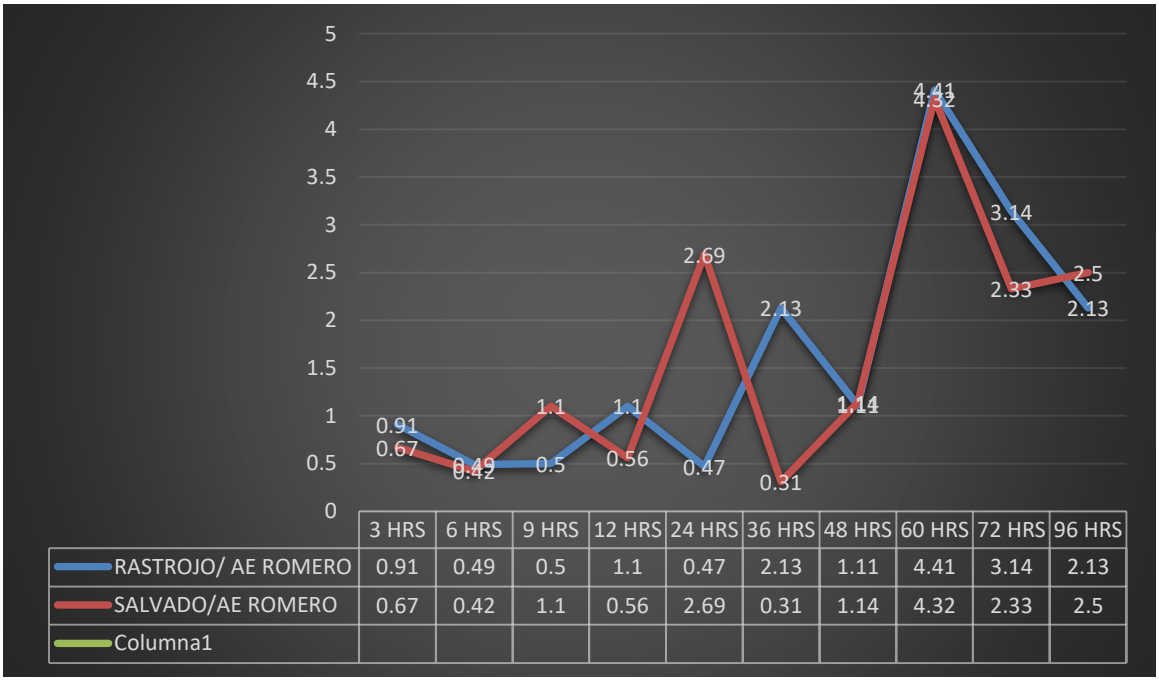


Se observó una diferencia de aumento entre el rastrojo y salvado con aceite esencial de romero, del 0,3% las primeras 3 hrs, terminando con un -4.67 a las 96 hrs de la muestra.

Tabla 2-1. Adición del 15 % de aceite esencial de romero en comparación de las dietas administradas.

Muestra con AE romero 15%	3	6	9	12	24	36	48	60	72	96
Rastrojo /AE romero	0.59	0.46	0.42	0.18	0.21	0.2	0.17	5.1	4.06	0.19
Salvado/ AE romero	0.29	0.5	0.5	0.7	0.4	2.11	2.33	2.47	1.12	4.86

Grafica 3. Monitoreo del aceite esencial de romero a una concentración del 20% más rastrojo y salvado en intervalos de tiempo de 3 y 12 hrs cada muestra.

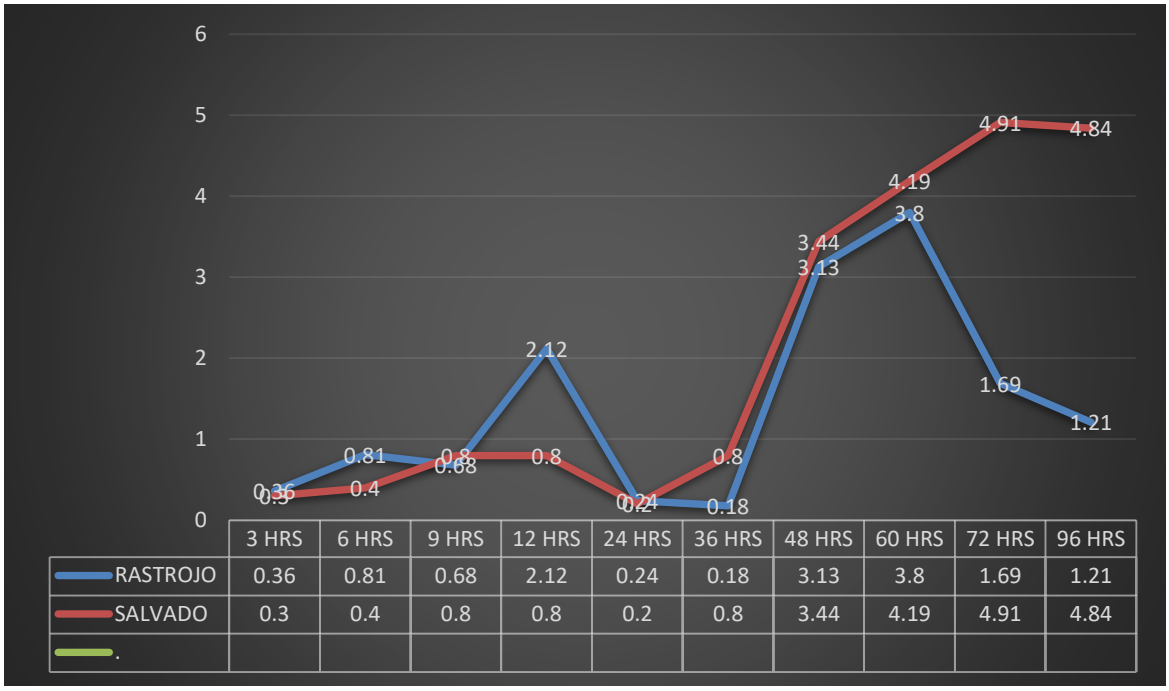


Se observó una diferencia de aumento entre el rastrojo y salvado del -13%, donde se obtuvo un resultado del .24% las primeras 3 horas de la muestra, terminando con una disminución del -.37%, observándose además que el aumento significativo fue a las 60 hrs de la muestra.

Tabla 3-1. Adición del 20% de aceite esencial de romero en comparación de las dietas administradas.

Muestra AE romero 20%	3	6	9	12	24	36	48	60	72	96
Rastrojo/ AE romero	0.91	0.49	0.50	1.10	0.47	2.13	1.11	4.41	3.14	2.13
Salvado/ AE romero	0.67	0.42	1.10	0.56	2.69	0.31	1.14	4.32	2.33	2.50

Grafica 4. Monitoreo en la medición de producción de gas, utilizando rastrojo y salvado en intervalos de tiempo de 3 y 12 hrs.



Se observó una diferencia de producción de gas inicial del 0.06% las primeras 3 hrs, posteriormente hubo un incremento a las 12hrs del 2.12% del rastrojo, además de un aumento casi equitativo a las 48 y 60 hrs de rastrojo y salvado. Por ultimo en la muestra, el salvado aumento 0.65% y el rastrojo tuvo una disminución del 2.59%, todo esto después de las 60 a las 96 hrs de la muestra.

Tabla 4-1. Mediciones de producción de gas, solo tomando como referencia el alimento.

(HRS)	3	6	9	12	24	36	48	60	72	96
Rastrojo	0.36	0.81	0.68	2.12	0.24	0.18	3.13	3.80	1.69	1.21
Salvado	0.30	0.40	0.80	0.80	0.20	0.80	3.44	4.19	4.91	4.84

X. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como objetivo implementar técnicas para disminuir gases de efecto invernadero por medio de la alimentación de ovinos usando el aceite esencial de romero.

La mayor limitante de la investigación es que se delimita al área donde es llevada a cabo, por lo que los resultados solo podrán ser inferidos por profesionistas o personal que tenga acceso económico y de conocimiento en dicha área. Además, es necesario recordar que dicha investigación se realizó en el municipio de Tarimbaro Michoacán, por lo que las características de clima, lluvia, temperatura y características de suelo pueden variar según el caso, además de la técnica de extracción empleada.

A continuación, los resultados del área experimental fueron los siguientes:

La concentración de aceite esencial de romero al 15% muestra una disminución significativa en comparación con la producción sin el aditivo (0.19 *vs* 1.21), esto indicando que es a la dieta suministrada con rastrojo; lo cual es todo lo contrario cuando se observan los resultados de la dieta basada en salvado, en los cuáles se ve favorecida la mitigación de gases de efecto invernadero con una inclusión del 10% (1.97 *vs* 4.06).

Por lo que los resultados nos muestran que el aceite esencial de romero contribuye a la disminución de GEI, incluyendo el 15% a la dieta de los rumiantes basada en rastrojo, y en la dieta basada en salvado, incluyendo aceite esencial de romero en un 10% los resultados fueron favorecedores.

La lectura de estos resultados nos permite afirmar que existe una relación con los resultados de otros autores, como es el caso de Chow y Van- Kessel (1994) donde mencionan que los aceites esenciales tienen efectos positivos sobre la fermentación ruminal, la mitigación de metano y además la digestibilidad de algunos nutrientes. Aunque dichos autores mencionan que las investigaciones en las que se ha observado una disminución en la producción de metano, cuando se adiciona A.E

han sido realizadas “in vitro” y que además no se obtienen los mismos resultados en pruebas “in vivo”.

Ahora, si comparamos estos resultados con los obtenidos en los estudios previos, tenemos que Chow y Van-Kessel (1994) encuentran que bajo condiciones in vitro las poblaciones de microorganismos son menores a las normalmente encontradas en el rumen, donde además estos cuentan con un máximo de confort de sobrevivencia.

Cardozo Pw y Molero R (2008) mencionan que se debe considerar también en condiciones in vitro los tiempos de evaluación, que por lo regular son cortos y en muchos de los cuales no se logra observar un posible afecto de adaptación de los microorganismos a los aceites esenciales**.** Pitarokili, D y Tzakou (2008) consideran que la concentración del principio activo de los A.E puede variar dependiendo de la planta, variedad, época del año y condiciones de cultivo.

Por ultimo Serrano, E y Palma, J. (2002) mencionan que es necesario que se reporte la dosis al principio activo al que se le atribuye el efecto mitigante de metano o modificador de los perfiles de fermentación ruminal y que las dosis sean de mg/kg de materia seca (MS) en trabajos realizados in vivo, pues el consumo varía por día y por animal.

XI. CONCLUSIÓN

La adición de aceites esenciales en la dieta de los rumiantes, disminuye en gran medida la producción de GEI, aunque son más las pruebas realizadas “in vitro”, las investigaciones y pruebas realizadas “in vivo” nos llevan a dichos resultados, por lo tanto, si se mejora la alimentación de los rumiantes, se puede disminuir los GEI, principalmente del metano, adicionando a la dieta el uso de aceites esenciales y aunque es poca la producción científica para aseverar que los AE mitigan la producción de metano, además de que en las investigaciones in vivo sobre los efectos de mitigación en la producción de metano son menores, debido a que en estos casos las investigaciones son laboriosas y costosas.

El aceite esencial de romero contribuye a la mitigación de gases de efecto invernadero, con un nivel de inclusión del 15% a la dieta de los ovinos basada en rastrojo.

En lo que corresponde a la dieta basada en salvado, se obtienen resultados favorecedores cuando el nivel de inclusión de aceite esencial de romero en un 10%.

En las dos dietas, utilizando un nivel de inclusión del 20% la producción de gases similar o igual a la producción obtenida con la dieta sin el aditivo.

XII. LITERATURA CITADA.

- Almela, L., B. Sánchez-Muñoz, J.A. Fernández-López, M.J. Roca & V. Rabe. 2006. Liquid chromatographicmass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. Journal of Chromatography, 1120(2): pp. 221-229.

- Alonso, J.R. 2004. Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos, 2a. ed., Corpus, Buenos Aires, 545 pp.

- Al-Sereiti, M.R., K.M. Abu-Amer & P. Sen. 1999. Pharmacology of rosemary (Rosmarinus officinalis Linn.) and its therapeutic potentials. Indian Journal of Experimental Biololgy, 37(2): pp. 124-30.

- Asada, K., 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: pp. 601-639.

- AyT, 2014. *Ambiente y Tecnología.* [En línea] Available at: http://www.ayt.cl/es/ayt-actualidad/articulos-tecnicos/291-mediciones-de-gases-de-efecto-invernadero-con-analizadores-de-espectroscopia-infrarroja-con-transformada-de-fourier

- Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000200006

- -Atti-Santos, C., M. Rossato & P. Fernandez. 2005. Physicochemical evaluation of Rosmarinus officinalis L. essential oils. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52(6): pp. 1035-1039.

- Barni, M.V., A. Fantanals & S. Moreno. 2009. Estudio de la eficacia antibiótica de un extracto etanólico de Rosmarinus officinalis L., contra Staphylococcus aureus en dos modelos de infección en piel de ratón. Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas, Sociedad Latinoamericana de Fotoquímica. 8(3): pp. 219-233.Benavides, 2007. *IDEAM.*

- Berra, G., Bualó, R., Finster, L. & Valtorta, G. Z. &. S., 2010. Uso de la telemetría para medir la producción de gas en el rumen. *FAVE- Ciencias Veterinarias,* 1(9), p. 58

- Bissett, N.G. 1994. Herbal drugs and phytopharmaceuticals: A handbook for practice on a scientific basis. CRC Press, London, 1342 pp.5.

- -Bonilla, L. C., 2011. *Consejo agropecuario centroamericano.* [En línea] Available at: file:///C:/Users/Dieguito/Desktop/bedolla/ARTICULOS%20GANADERIA%20Y%20CAMBIO%20CLIMATICO/4.Cambio_climatico_y_la_ganaderia.pdf7

- -Botsaris, A.S. 1995. Fitoterapia Chinesa e Plantas Brasileiras. Ícone, São Paulo, 234pp.

- Bruni, M. d. l. A. & Chilibroste, P., 2001. *Departamento de producción animal y pasturas.* [En línea] Available at: http://www.spluy.com/documentos/articulos/alimentacion/14.pdf

- CAIT, 2011. *Análisis de indicadores del clima.* [En línea] Available at: http://ecolife.co/index.php/ecotendencias/137-total-de-emisionesde-gases-efecto-invernadero-en-el-mundo#sthash.sW6iRPHs.dpu

- Cardozo Pw y Molero R, et al. / Rev Mex Cienc Pecu 2008;5(1):25-47

- Castañeda, M. V., Mayo, M. M., Romero, L. A. M. & Corral, O. L., 2010. Producción de gas in vitro y desaparición de la marteria seca del cultivo sólido con hongos ligninolíticos. *Agrociencia,* 44(8), pp. 917-929.

- Caribe, J. & J.M. Campos. 1991. Plantas que ajudam o homem-guia prático para a época atual. Cultrix/ Pensamento, São Paulo, 356 pp.

- CEC, 2012. *Emisiones atmosféricas de las centrales de América del norte.* [En línea] Available at: http://www2.cec.org/site/PPE/es/emisiones-de-contaminantes/gases-de-efecto-invernadero-0

- Chow JM, Van-Kessel JAS, Russell JB. Binding of radiolabeled monensin and lasolacid to ruminal microorganisms and feed. J Anim Sci 1994;(72): pp. 16-35.

- -Copa-Cogeca, 2010. *La ganadería y el cambio climático.* Europa: s.n.

- Correa, C. S., 2015. *Centro de estudios sociales y de opinión pública.* [En línea] Available at: file:///C:/Users/Dieguito/Downloads/Carpeta-39-Energia-y-emisiones%20(1).pdf

- EMEA (Europan Medicines Agency). 2009. Community herbal monograph on Rosmarinus officinalis L., aetheroleum. Brusells, 199 pp.

- Emmanuel, V. & A. Suhana. 2010. The obtaining of antioxidant product based on a Rosmarinus officinalis prezedried extract. International Journal of Pharmacology, 5(4): pp. 387-392.

- Energía, M. d., 2016. *Inventario de emisiones de GEI para PyMEs.* [En línea] Available at: http://huelladecarbono.minenergia.cl/formas-de-medir-las-emisiones gei

- EPA, 2014. *Convensión sobre el cambio climático.* [En línea] Available at: http://www.tuimpacto.org/principales-gases-de-efecto-invernadero.php

- Fito, D., 2010. *El bicarbonato sódico como aditivo insustitutible en dietas de alta producción.* [En línea] Available at: http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/5496/articulos-nutricion-archivo/el-bicarbonato-sodico-como-aditivo-insustituible-en-dietas-de-alta-produccion.html

- Gerber, P. J., Henderson, B. & P., H., 2013 . MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA. FAO PRODUCCIÓN Y SANIDAD ANIMAL ,p p. 251.

- Guerrero, C.M., H. Rodriguez & J. Brito, 2007. Essential oils of Rosmarinus officinalis L. effect of harvesting dates growing media and fertilizers. Greece. 24(2): pp. 65-70.

- http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd

-Henderson, B. & Makkar, H. P., 2013. *FAO Producción y Sanidad Animal.* Roma: FAO. pp. 64-72

- INAFED, 2016. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de Michoacán.* [En línea] Available at: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16088a.html].

- INECC, 2017. *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.* [En línea] Available at: https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero

- Isomaki, R., 2016. *Voltarienet.* [En línea] Available at: http://www.voltairenet.org/article192950.html

- Islamcevic, R. 2007. Determination of major phenolic acids, phenolic diterpenos and triterpenos in rosemary (Rosmarinus officinalis L.) by gas chromatography and mass spectrometry. Acta Chimica Slovenica, 54(1): 60-67.

- Gholamreza, K. & H. Mohammad. 2005. Protective effect of Rosmarinus officinalis L. essential oil against free radical. Induced erythrocyte Lyss. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, 1(4): pp. 231-236.

- Khorshidi, J., M. Rahmat, F.T. Mohamed & N. Himan. 2009. Influence of drying methods, extraction time, and organ type on essential oil content of rosemary (Rosmarinus officinalis L.). Natural Science, 7(11): pp. 42-44.

- Lara, P., Caché, M. C., Magaña, H. & Sanginés, E. A. y. J. R., 2009. Producción de gas in vitro y cinética de degradación de harina de forraje de morera (morus alba) mezclada con maíz. *Revista cubana de ciencia agrícola,* 43(3), pp. 273-279.

- Martinez, M.S., L.P. Naranjo & N.R. Jose. 2004. Actividad diurética y antipirética de un extracto fluido de Rosmarinus officinalis L. en ratas pp. 42-51

- Miresmailli, S. 2006. Comparative toxicity of Rosmarinus officinalis L. essential oil and blends of its major constituents against Tetranycgusurticae Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. Pest Management Science, 62(6): pp. 366-371.

- Miranda, B.M. & R.L. Huajuca. (2004). Fitoterapia molecular como parte de la medicina alternativa complementaria en las enfermedades del hígado. Investigación en Salud, 7(1):pp. 64-70.

- -Montes de Oca, R.G. 2010. Elaboración y control de comprimidos fitofarmacéuticos de ajenjo (Artemisia absinthuim L), romero (Rosmarinus officinalis L.) y manzanilla (Matricaria chamomilla L.) para combatir la menstruación dolorosa. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. pp. 23-42

- Odongo , N. y otros, 2007. Long-term effects of fedding momensins on methane production on lacting dairy cows. Journal Dairy Science , Volumen 90, pp. 1781-1788.

- OEI, 2011. *Divulgación y cultura científica iberoamericana.* [En línea] Available at: http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/noticias_049.htm

- ONU, 2016. *Naciones Unidas.* [En línea] Available at: http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html

- Pierre, 2013. *Mitigación de la emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera.* Roma: FAO.

- Pitarokili, D., Tzakou, O. & Loukis, A. (2008). Composition of the essential oil of spontaneous Rosmarinus officinalis from Greece and antifungal activity against phytopathogenic fungi. Journal of Essential Oil Research 20(5): 457-459.

- Posada, S. L. & Noguera, R. R., 2005. *Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes.* Colombia: s.n.

- Ruiz, O.M. 2000. Tratado de Botánica, 3a. ed., Porrua, México D.F., 1256 pp.

- Sarah, J., 2002. *The effect of consumption of foods that differ in energy density and/or sodium bicarbonate supplementation on subsequent diet selection in sheep,* UK: British Journal of Nutrition. 1(5)pp. 38-51

- Serrano, E., Palma, J., Tinocco, T., Venancio, F. & Martins, A. (2002). Evaluation of the Essential Oils of Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) from Different Zones of "Alentejo" (Portugal). J. Essent. Oil Res. 14(2): 87-92

- Sotelo, J.I., D. Martinez-Fong & P. Marriel. 2002. Evaluation of the effectiveness of Rosmarinus officinalis (Lamiaceae) in the allevation of carbon tetrachlondainduced acute hepatocity in the rat. Journal of Ethopharmacology, 81(3): 145-154.

- Tschinggerl, C. & F. Bucar. 2010. Investigation of the volatile faction of rosemary infusion extracts. Scientia Pharmaceutica, 1(4): 483-492.

- Vera, J. C. K., 2012. *Conacyt.* [En línea] Available at: http://www.cyd.conacyt.gob.mx/259/articulos/emisiones-de-metano.html