

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Estudios Sociales y Globales**

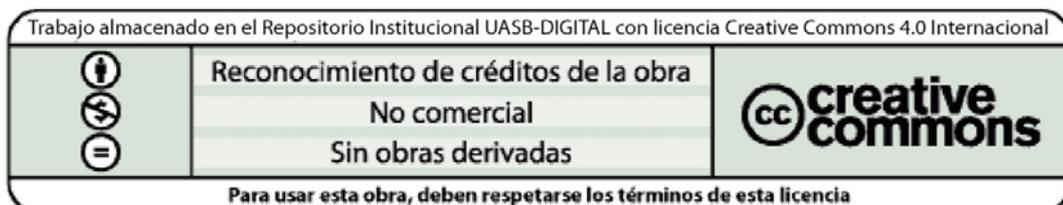
Maestría Profesional en Cambio Climático y Negociación Ambiental

## **Propuesta de medidas de mitigación para haciendas lecheras**

Diego Alexis Huertas Cadena

Tutor: Darío Cepeda Bastidas

Quito, 2019





### **Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis/monografía**

Yo, Diego Alexis Huertas Cadena autor/a de la tesis intitulada "Propuesta de medidas de mitigación para haciendas lecheras" mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magister en Cambio Climático y Negociación Ambiental en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.

2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.

3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Marzo de 2019

Firma: .....



## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo principal proponer medidas de mitigación para unidades productivas, a través de la cuantificación de gases de efecto invernadero de ganado vacuno, mediante el uso de un software elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) llamado Modelo de contabilidad ambiental ganadera GLEAM (i). Se analizó las principales fuentes de emisión del ganado como: la fermentación entérica, la descomposición del estiércol y la dieta del ganado.

Se realizó el modelamiento y con los datos obtenidos se comparó con una segunda simulación del modelo GLEAM (i), pero en esta se cambió la dieta del ganado por una que contiene más granos, para el manejo de residuos se cambió por la realización de compostaje. En el análisis de los resultados se evidenció que efectivamente se había reducido los GEI de emisiones de gas metano, a su vez se elevó las emisiones de dióxido de nitrógeno como un efecto asociado a la realización de compostaje.

Con el análisis de los datos obtenidos tanto del modelamiento como de la simulación se procedió a proponer medidas de mitigación que sean factibles económicamente para los dueños de la quinta en estudio, tomando en cuenta que el nivel de productividad del ganado no se vea comprometido en disminuir si no que se mejore, aprovechando todos los recursos con los que se cuenta. Además se plantea la utilización de técnicas de agroforestería como un recurso para mitigar las emisiones de gas de efecto invernadero que estas técnicas tendrían más eficiencia debido a su bajo costo y poca utilización de tecnología. Como una medida sectorial se recomienda la implementación de controles de las actividades ganaderas para cuantificar sus emisiones mediante la utilización de modelos como GLEAM (i) que se ajusten a la economía de pequeños, medianos y grandes ganaderos y que no necesita de un conocimiento técnico avanzado.

Palabras clave; gases de efecto invernadero; cambio climático; forzamiento radiativo; fermentación entérica; técnicas de agroforestería; medidas de mitigación; comunicaciones nacionales.



## **Agradecimientos**

A mi Madre, mi hermano, mis abuelitos y mis tíos como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento por mi existencia, valores morales y formación profesional. Porque sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y porque nunca podré pagar por todos sus desvelos, ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por lo que soy y por todo el tiempo que les robé pensando en mí...

Agradezco a Pablo León por haberme acompañado con la paciencia y el amor que solo puede el corazón de un padre.

A mi tutor Darío Cepeda por haberme guiado por su colaboración y apoyo incondicional.

Diego Huertas C.



## Tabla de contenido

Introducción .....	13
Capítulo primero .....	17
Marco teórico .....	17
1.1 Cambio climático .....	17
1.2 Efecto invernadero .....	18
1.2.1 Gases de efecto invernadero (GEI).....	19
1.2.2 Forzamiento radiativo.....	21
1.3 Relación entre el metano y el cambio climático .....	21
1.3.1 Fuentes de emisiones en el sector ganadero. ....	22
1.4 Ganadería en el Ecuador .....	23
1.4.1 Ganadería climáticamente inteligente.....	25
1.4.2 Tercera comunicación nacional .....	26
1.4.3 Emisiones de (GEI) por tipo de gas (2012).....	27
1.5 Medidas de mitigación en el sector agrícola .....	28
1.5.1 Sistemas silvopastoriles.....	28
1.5.2 Medidas de mitigación FAO.....	30
1.5.3 Medidas en base a la fermentación entérica.....	30
1.5.4 Medidas de mitigación en los alimentos y gestión de la alimentación .....	31
1.5.5 Medidas de mitigación para estiércol y gestión del estiércol.....	34
1.6 Modelo de contabilidad ambiental de la ganadería (GLEAM) .....	36
Capítulo Segundo .....	39
1.1 Metodología .....	39
1.2 Descripción de la quinta en estudio.....	40
1.3 Utilización del modelo de GLEAM (i) .....	47
1.4 Módulo del hato. ....	49

1.5 Modulo del sistema.....	49
1.5.1 Contenido de grasa láctea.....	49
1.5.2 Factores endógenos.....	49
1.5.3 Factores exógenos.....	50
1.5.4 Composición bromatológica del ganado.....	52
1.5.5 Relación nutritiva.....	52
1.5.6 Ray - grass.....	53
1.5.7 Avena forrajera.....	53
1.5.8 Alfalfa forrajera.....	54
1.5.9 Ensilaje de maíz.....	55
1.6 Módulo de los piensos.....	56
1.6.1 Cálculo de ingesta de materia seca.....	57
1.7 Módulo del estiércol.....	58
1.8 Modulo de las asignaciones.....	58
Capítulo tercero.....	61
Análisis y discusión.....	61
1.1 Resultados.....	61
1.1.1 Total de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	61
1.1.2 Total de emisiones de N <sub>2</sub> O.....	62
1.1.3 Total de emisiones de CH <sub>4</sub> .....	62
1.2 Simulación del modelo GLEAM (i).....	63
1.2.1 Total de emisiones de N <sub>2</sub> O.....	64
1.2.2 Total de emisiones de CH <sub>4</sub> .....	65
1.3 Comparación de resultados.....	66
1.4 Propuesta de Medidas de mitigación.....	67
1.4.1 Manejo de estiércol.....	68
1.4.2 Producción de Compost.....	68

1.4.3 Estabulación.....	68
1.5 Cambios en la dieta del ganado.....	69
1.5.1. Alimentación de precisión.....	69
1.5.2 Intensificación de la dieta a través de agroforestería.....	69
Conclusiones y recomendaciones.....	71
Bibliografía.....	73
Anexos.....	79
Anexo 1. Modelo GLEAM (i) de la quinta en estudio.....	79
Anexo 2. Simulación GLEAM (i), mejora de alimentación y manejo de estiércol .....	86



## Introducción

El Ecuador al ser un país megadiverso en flora y fauna posee dentro de su constitución la protección de los derechos de la naturaleza y se trabaja para que estos sean reconocidos a nivel nacional e internacional.

Ecuador es un país relativamente pequeño que cuenta con una superficie aproximada de 256 530 km<sup>2</sup>, de acuerdo al censo de Población y Vivienda en su actualización para el año 2016 poseía un total de 16 221.610 habitantes, del total de la superficie del país más del 19 % corresponde al uso agropecuario que equivaldría un total de 5.39 millones de hectáreas. Repartidos en cultivos permanentes, transitorios y pastos cultivados.

De acuerdo al INEC, la proyección poblacional para el año 2050 del Ecuador alcanzará los 23.4 millones de habitantes, los mismos que tendrán las necesidades de consumo de recursos para su desarrollo y bienestar (INEC 2012).

Acorde al INEC en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2016) conforme a datos estadísticos agropecuarios del Ecuador para el año 2016 se obtuvo un total de 4.13 millones de cabezas de ganado vacuno liderando el sector pecuario, en la región sierra se registró el mayor número de cabezas de ganado, situando así a las principales provincias de Azuay, Pichincha y Cotopaxi (Ministerio de Comercio Exterior 2016).

El cambio en el uso del suelo se ha convertido en una fuerza impulsora de importancia en el cambio de los ecosistemas. Para el año 2009, existían 570 millones de unidades animales en América Latina. La región cuenta con un 23 % de las tierras de cultivo del planeta aunque en contraste con otras regiones mantiene un alto porcentaje de ecosistemas manejados sin intensidad. Las culturas precolombinas habían desarrollado una serie de actividades agrícolas comunitarias en las mesetas altas, en donde la mayoría de las comunidades indígenas de América Latina aún se encuentran establecidas (FAO 2009).

De acuerdo a la FAO en América Latina, el sector de la agricultura la fermentación entérica es el mayor emisor de gases de efecto invernadero con un 60 % aporte las emisiones totales, seguida con un 25 % por estiércol depositado en las pasturas y un 15 % dividido entre la utilización de fertilizantes sintéticos, estiércol aplicado en los suelos, gestión del estiércol y residuos agrícolas (FAO 2014).

La población mundial pasará de 7 200 millones actuales a 9 600 millones en 2 050. La combinación de crecimiento demográfico, aumento de los ingresos y urbanización plantea un desafío sin precedentes a los sistemas alimentarios y agrícolas, mientras que los recursos naturales necesarios para sostener la producción de alimentos y productos no alimenticios a nivel mundial, así como la prestación de servicios procedentes de la agricultura, no aumentarán. Impulsadas por la fuerte demanda de una emergente clase media mundial, las dietas serán más ricas y cada vez más diversificadas, y el incremento de los alimentos de origen animal será particularmente acentuado; se prevé que en 2050 la demanda de carne y leche aumenten en un 73 % y 58 % respectivamente, en relación con los niveles de 2010 (FAO 2011).

El estudio del gas metano se debe a que es responsable del 16% del efecto invernadero, es el segundo gas de efecto invernadero derivado de la actividad humana y este se ha visto en aumento debido al incremento de ganado que es fuente de alimentación diaria de las personas y a cambios en los patrones de consumo alimenticio; y en especial al consumo de carne roja proveniente del ganado, obedeciendo a las necesidades de consumo por el aumento de la población a nivel mundial (FAO 2009).

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es un potente gas con efecto invernadero (GEI), su contribución al calentamiento global es 21 veces la correspondiente al  $\text{CO}_2$ . (IPCC 1995). De acuerdo al IPCC la concentración del metano ( $\text{CH}_4$ ) en la atmósfera ha aumentado dramáticamente en los últimos 250 años. El metano liberado a la atmósfera por los rumiantes domésticos se considera una de las tres fuentes más importantes de GEI a nivel mundial (Westbeg Michal y Cossalman 2007). Se calcula que a nivel mundial la cantidad de metano antropogénico emitido a la atmósfera alcanza los 320 millones de toneladas/año del cual un 27 % (86 millones de toneladas), serían producto de la fermentación entérica (FAO 2009).

En Ecuador de acuerdo a la Primera Comunicación Nacional, para los años 90 se emitió 398.39 Gg de metano en el sector de la agricultura de las cuales el 97 % proceden de la fermentación entérica y el cultivo de arroz complementadas por un 2.3 % por la utilización del estiércol (Comunicación Nacional del Ecuador 2001). Según datos de la Segunda Comunicación Nacional del país para el año 2000 en el sector de la agricultura se emitieron alrededor de 8 000.000 de Ton de  $\text{CO}_2$ -eq en relación a la emisión de metano. Con concordancia al año 1990, los incrementos fueron del orden del 15% en 1 994, del

32 % en 2 000 y del 54,6 % en 2006 (Segunda Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático 2011).

La producción de leche del Ecuador contabilizó un total de 5.94 millones de litros en el 2016, de los cuales el 67.73 % se destinó a la venta en líquido y el restante se usó para otros fines como alimentación de becerros o procesado en el mismo lugar. La región Sierra fue la principal productora con el 75.90 % de participación, seguido por la Costa con el 18.84 % y la región Oriental y las zonas no delimitadas con el 5.26 % (Ministerio de Comercio Exterior 2016).

La producción de cárnicos y lácteos representó en conjunto el 4.01 % del PIB en el 2014, la producción de leche registró un total de USD 935.27 millones en el año 2014 lo cual representó el 0.74 % del PIB de ese año (Ministerio de Comercio Exterior 2016).

Cabe señalar que en la región sierra del país, en la provincia de Cotopaxi para el año 2016 existieron alrededor de 221.960 cabezas de ganado vacuno siendo una de las provincias con mayor número especies de ganado (ESPAC 2016).

En el capítulo inicial se detalla el marco teórico donde abarca temas como: efecto invernadero, cambio climático, gases de efecto invernadero, fuentes de emisiones en el sector ganadero, el análisis de las comunicaciones nacionales del país, los diferentes tipos de gases existen como emisiones, sistemas silvopastoriles, modelo Glead (i) como un marco referencial para la determinación de medidas de mitigación para haciendas lecheras.

El capítulo dos define la metodología utilizada, haciendo referencia a la descripción de la quinta en estudio, el análisis de los diferentes módulos que componen el modelo, los factores que pueden llegar alterar la composición de la grasa que se contiene en la leche, mediante el cálculo de ingesta de materia seca, para posteriormente proponer medias de mitigación.

En el capítulo final se analiza los resultados obtenidos en el modelamiento de los diferentes GEI, tanto de la quinta como como de la simulación para posteriormente plantear medias de mitigación en el manejo de estiércol, cambios en la dieta del ganado, y prácticas de agroforestería que disminuyan las emisiones a la atmosfera, con opciones de baja inversión para los ganaderos de pequeña, mediana y gran producción de leche.



## Capítulo primero

### Marco teórico

#### 1.1 Cambio climático

De acuerdo al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el cambio climático es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IPCC 1995).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (CMNUCC 1992).

La estimación de las emisiones de GEI obedece a un compromiso adquirido por los países participantes en la CMNUCC el cual debe cumplirse con la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera. Para tales efectos, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) estableció los lineamientos a tener en cuenta para estimar las producciones de metano basado en la aplicación de factores de emisión específicos para cálculos que se tienen en cuenta en la elaboración de los inventarios ganaderos con información acerca del tipo de ganado de cada país (IPCC 2006).

El (IPCC 2007) prevé un aumento de la temperatura media global de entre 1,5 y 2,0 °C hacia el 2100 según diferentes escenarios analizados. El calentamiento del sistema climático es indiscutible según el IPCC y considera que “la mayor parte del aumento observado en las temperaturas medias mundiales desde mediados del siglo XX se debe

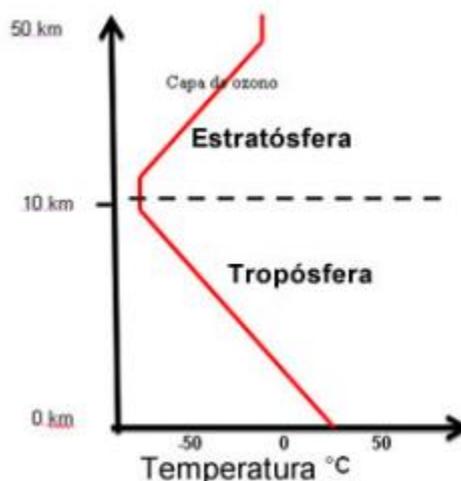
muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gas de efecto invernadero de origen antropogénico”

## 1.2 Efecto invernadero

El planeta tierra cuenta con una capa que se denomina atmosfera, esta capa compuesta de varios gases rodea a nuestro planeta y es muy importante dado que en ella residen diversos gases que son fundamentales para el desarrollo de la mayor parte de vida del planeta. La composición química de la atmósfera incluye mayoritariamente a solo dos gases, Nitrógeno (N), en un 79 % y Oxígeno (O<sub>2</sub>) en un 20 %. El 1% restante está formado por diversos gases entre los que los más abundantes son el Argón (Ar) en un 0.9 % y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en aproximadamente un 0.03 %.(Caballero Lozano y Ortega 2007).

Dado que los gases de la atmósfera están sujetos a la atracción gravitacional de la Tierra, la mayor densidad de gases se concentra cerca de la superficie terrestre, en los primeros 50 km, en donde podemos distinguir dos capas. La Tropósfera, que tiene unos 10 km en promedio de espesor y que tiene más o menos el 75 % del total de la masa de la atmósfera; y la Estratósfera, que llega hasta los 50 km de altura y tiene un 24 % de la masa total de la atmósfera. La Estratósfera es una capa importante porque en ella reside la capa de ozono que filtra la luz ultravioleta (Caballero Lozano y Ortega 2007).

Figura 1.  
Estructura térmica de la Tropósfera y Estratósfera.



Fuente y elaboración: (Caballero Lozano y Ortega 2007)

Por esta razón la mitad de la radiación solar que llega a nuestra atmosfera penetra la superficie de la tierra, mientras que el resto es reflejado y retorna hacia el espacio o a su vez es absorbido por gases y partículas de polvo.

Figura 2.  
**Efecto Invernadero**



Fuente y elaboración: Rodríguez y Mance 2009

La energía solar que alcanza la superficie de la Tierra calienta el suelo y los océanos, que, a su vez, liberan calor en la forma de radiación infrarroja que es de vital importancia para los seres que habitan nuestro planeta. (Rodríguez y Mance 2009)

### 1.2.1 Gases de efecto invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero (GEI) se han generado desde hace millones de años de fuentes naturales como erupciones volcánicas, la respiración de las plantas y de animales y de la descomposición microbiana de la materia orgánica que contribuyen a la producción natural de GEI. (Isch 2012).

Se cree que el único GEI es el CO<sub>2</sub> que viene de la combustión incompleta de los combustibles fósiles, pero además de este contamos con otros siete principales GEI que son:

- Metano
- Óxido nitroso

- Fluorocarbonados
- Hidrofluorocarbonados
- Perfloroetano
- Hexafluoruro de azufre
- Vapor de agua.

Cada uno de los GEI tiene diversa capacidad de atrapar el calor solar que devuelve la Tierra en forma de radiación infrarroja (Rodríguez y Mance 2009). Es importante mencionar que cada gas de GEI tiene diferente permanencia en la atmosfera por lo que algunos gases pueden llevar varios años inclusive siglos.

Muchos organismos que están vinculados a la academia científica de investigación como él (IPCC) entre otros concuerdan que desde la llamada Revolución Industrial que se dio inicio a la mitad del Siglo XVII, se basó en el uso de maquinaria que requiere la quema de carbón, petróleo o gas natural, los cuales son combustibles fósiles originados por seres vivos que millones de años atrás quedaron enterrados bajo condiciones de alta presión, alta temperatura y humedad, lo que condujo a su total transformación en lo que ahora son (Isch 2012).

De manera más precisa el IPCC en el 2001 señala el incremento de los principales GEI en la atmosfera desde la revolución industrial.

- El dióxido de carbono se ha incrementado en un 31 %
- El metano se ha incrementado en 151 %
- Los dióxidos de nitrógeno en 17 %.

El CO<sub>2</sub> es el gas de efecto invernadero de origen antropogénico que más ha contribuido al calentamiento global, y se produce a consecuencia del consumo de los combustibles fósiles y de la deforestación: los árboles y las plantas que componen los bosques contienen carbono; al quemarse, que es la forma más usual de deforestación, o descomponerse después de que han sido talados. (Rodríguez y Mance 2009).

Las emisiones de metano se producen principalmente a consecuencia de diversas actividades agropecuarias, como el cultivo del arroz; procesos de descomposición orgánica en las aguas de inundación y la cría del ganado la emisión producida por el proceso digestivo (fermentación entérica) y las heces. (Rodríguez y Mance 2009).

Las emisiones de óxido nitroso se derivan principalmente del uso de agroquímicos en la agricultura. Si bien el CO<sub>2</sub> es un GEI de menor potencia que el metano, el óxido nitroso o los fluorocarbonados, su abundancia relativa en la atmósfera y su incremento exponencial en los últimos cincuenta años explican por qué es el principal responsable del incremento de la temperatura (Rodríguez y Mance 2009).

### **1.2.2 Forzamiento radiativo**

Las concentraciones actuales de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> atmosféricas sobrepasan los valores preindustriales hallados en los registros de testigos de hielo polar de composición atmosférica de hace 650 000 años. Varias líneas de pruebas múltiples confirman que el aumento posindustrial de estos gases no proviene de mecanismos naturales (IPCC 1995).

El forzamiento radiativo es una medida de la influencia que tiene la alteración del balance entre la radiación solar incidente y la radiación infrarroja saliente en el sistema atmosférico, denotado por un cambio en la irradiación neta en la tropopausa y es expresado en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>). Estas perturbaciones se deben a cambios internos o forzamientos externos del sistema climático, como por ejemplo, cambios en la concentración de GEI o en la radiación emitida por el sol. Un forzamiento radiativo positivo tiende a calentar la troposfera y uno negativo tiende a enfriarla. El agotamiento de la capa de ozono debido a su destrucción por el incremento en las emisiones de halocarbonos desde 1970, ha representado un forzamiento radiativo negativo del sistema climático, ya que, el ozono es un GEI (Benavides y León 2007).

### **1.3 Relación entre el metano y el cambio climático**

El estudio del gas metano es responsable del 16% del efecto invernadero, es el segundo gas de efecto invernadero derivado de la actividad humana y este se ha visto en aumento debido al incremento de ganado que es fuente de alimentación diaria de las personas y a cambios en los patrones de consumo alimenticio y en especial al consumo de carne roja proveniente del ganado, obedeciendo a las necesidades de consumo por el aumento de la población a nivel mundial (FAO 2009).

El metano (CH<sub>4</sub>) es un potente gas con efecto invernadero (GEI), su contribución al calentamiento global es 21 veces la correspondiente al CO<sub>2</sub> (IPCC 1995). De acuerdo al IPCC la concentración del metano (CH<sub>4</sub>) en la atmósfera ha aumentado dramáticamente

en los últimos 250 años. El metano liberado a la atmósfera por los rumiantes domésticos se considera una de las tres las fuentes más importantes de GEI a nivel mundial (Westbeg Michal y Cossalman 2007). Se calcula que a nivel mundial la cantidad de metano antropogénico emitido a la atmósfera alcanza los 320 millones de toneladas/año del cual un 27 % (86 millones de toneladas), serían producto de la fermentación entérica. (FAO 2009) y su permanencia se estima entre los 9 y 15 años.

En la actualidad la actividad ganadera es importante debido a que son beneficiados por sus productos básicos en las dietas alimenticias de la gran mayoría de personas, también es fuente de la economía de muchos hogares que se dedican a esta actividad. (FAO 2009)

### **1.3.1 Fuentes de emisiones en el sector ganadero.**

El metano es un gas que se produce de manera normal por los procesos digestivos de los animales en el ganado vacuno, la cantidad que se emite está relacionada directamente con la cantidad y calidad de alimento que consume. Este gas se produce de dos maneras: por fermentación entérica o por descomposición de las heces. (FAO 2009)

#### **A. Fermentación Entérica**

La fermentación entérica es la descomposición del rumen, en el sistema digestivo del ganado vacuno, se da por medio de los microorganismos presentes en el aparato que fermentan el alimento consumido por el animal. Se produce metano como un subproducto que puede ser exhalado o emitido por el animal, entre las especies ganaderas, los rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, camélidos) son los principales emisores de metano. (Berra y Finster 2002).

En condiciones normales, los rumiantes son alimentados con forrajes, compuestos por celulosa. El proceso de fermentación, que tiene lugar en el rumen, ofrece una oportunidad para que los microorganismos desdoblen la celulosa, transformándola en productos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal. Estos organismos forman una ecología compleja, que incluye mecanismos de competición y simbiosis, su población es fuertemente influenciada por la composición de la dieta consumida por el animal. Las bacterias metanogénicas son las responsables de la producción del metano y, si bien constituyen una fracción muy pequeña de la población microbiana total, cumplen una

función muy importante, al proveer un mecanismo para eliminar el hidrógeno producido en el rumen (Berra y Finster 2002).

### **B. Gestión del Estiércol**

La gestión del estiércol del ganado produce emisiones directas de metano y óxido nitroso. El metano se produce mediante la descomposición anaeróbica del estiércol, mientras que el óxido nitroso se forma como parte del ciclo del nitrógeno, a través de la desnitrificación del nitrógeno orgánico presente en el estiércol y en la orina del ganado.

Cuando el estiércol se dispone en sistemas que promueven las condiciones anaeróbicas (por ejemplo, en forma líquida en lagunas, tanques o fosas), la descomposición de la materia tiende a producir metano. Cuando el estiércol se maneja en forma sólida (por ejemplo, almacenamiento en pilas) o queda depositado sobre las pasturas y los campos naturales, tiende a descomponerse aeróbicamente y produce muy poco o nada de metano; la temperatura y la humedad influyen en el desarrollo de las bacterias responsables de su formación. (Berra y Finster 2002).

La composición del estiércol, que depende de la dieta de los animales, también afecta la cantidad de metano producido, cuanto mayor es el contenido energético y la digestibilidad del alimento, mayor es el potencial de emisión de metano. La cantidad de óxido nitroso producido es variable, dependiendo de la composición del estiércol y la orina, del tipo de bacterias involucradas en el proceso y de la cantidad de oxígeno y líquido en el sistema de manejo. Las emisiones de óxido nitroso resultan del estiércol y la orina del ganado que se maneja en sistemas líquidos o que se recolecta y almacena en forma sólida (Berra y Finster 2002).

## **1.4 Ganadería en el Ecuador**

En el Ecuador la principal actividad económica se deriva de la exportación de barriles de petróleo, sin embargo la actividad agrícola y ganadera del país genera ingresos de alrededor de USD 1.86 mil millones en el 2014 por la venta de carne (Ministerio de Comercio Exterior 2016) los productos lácteos elaborados registraron un ingreso USD 935.27 millones en el mismo año.

Por otra parte la exportaciones de banano y plátano tuvo una participación del 24.1 % de exportaciones no petroleras, generando así desde el primer semestre del año 2016,

1 401 millones de dólares de ingresos con una participación del 25.2 % de la oferta exportable del país (Ministerio de Comercio Exterior 2016).

La superficie que está destinada para labores agropecuarias (cultivos permanentes, transitorios y barbecho, pastos naturales y cultivados) en el 2016 fue de 5.39 millones de hectáreas, la mayor superficie de suelo cultivable está destinada a pastos cultivados.

Tabla 1.  
**Superficie de uso Agrícola**

	Superficie por uso agropecuario (miles de hectáreas)			
	Pastos Cultivados	Permanentes	Transitorios	Pastos Naturales
2014	2259	1417	876	828
2015	2531	1483	951	707
2016	2301	1439	850	800

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - ESPAC 2016  
Elaboración propia

El ganado vacuno lidera el sector pecuario con 4.13 millones de cabezas, siendo las provincias de Manabí, Azuay y Esmeraldas donde se encuentran más número de cabezas y que representan el 36.36 % del total nacional.

La población de ganado vacuno ha venido reduciéndose desde el año 2014 hasta el 2016 según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2.  
**Total de Cabezas de Ganado**

	Ganado (Miles de Cabezas)		
	Vacuno	Porcino	Ovino
2014	4579	1910	619
2015	4115	1638	507
2016	4127	1141	478

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - ESPAC 2016  
Elaboración propia

De acuerdo a Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, INEC, la producción de leche del Ecuador contabilizó un total de 5.60 millones de litros en el 2014, de los cuales el 67.73 % se destinó a la venta en líquido y el restante se usó para otros fines como alimentación de becerros o procesado en los mismos terrenos. La región

Sierra fue la principal productora con el 75.90 % de participación, seguido por la Costa con el 18.84% y la región Oriental y las zonas no delimitadas con el 5.26 % (INEC 2015).

Tabla 3.

<b>Producción de Leche</b>			
Producción de Leche			
	Numero de Vacas Ordeñadas	Producción	Rendimiento (Litros/Vaca)
2014	979.848	5 490.359	5.6
2015	860.886	4 982.370	5.79
2016	896.170	5 319.288	5.94

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2016  
Elaboración propia

#### **1.4.1 Ganadería climáticamente inteligente.**

De acuerdo con FAO el programa de ganadería climáticamente inteligente, tiene como objetivo principal reducir la degradación de suelos, incrementar la capacidad adaptativa al cambio climático y mitigar las emisiones GEI del sector ganadero. (FAO 2018)

“Es una iniciativa para que la ganadería nacional sea más sostenible y productiva, que se adapte al cambio climático y que pueda reducir los gases de efecto invernadero impulsa el Gobierno Nacional, con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial”. (FAO 2018)

El proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente en Ecuador ha desarrollado una metodología utilizada a nivel nacional para el análisis del riesgo actual del sector ganadero en el país ante el cambio climático, desde una perspectiva de adaptación en las siete provincias de intervención del proyecto: Manabí, Santa Elena, Guayas, Imbabura, Loja, Napo y Morona Santiago, dentro de las cuáles se interviene en 359 parroquias, dicho análisis se basa en conceptos y definiciones, tales como: amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad; orientados según un modelo que recoge la filosofía de diseño expresada en el Quinto Reporte de Actualización del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el sector ganadero es el responsable del 67 % de la deforestación. El Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente busca evitar la tala y mejorar la actividad ganadera.

La ganadería al ser una de las actividades económicas más importantes en Ecuador, el Gobierno Nacional ha visto necesario que la ganadería contribuya a la reducción de las

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante una producción sostenible. (FAO 2018)

“FAO conjuntamente con los ministerios del Ambiente (MAE); de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP); y el apoyo financiero del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), implementarán el proyecto “Ganadería Sostenible, Integrando la Reversión de la Degradación de Tierras y Reducción del Riesgo de Desertificación en Provincias Vulnerables” . (FAO 2018)

“El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), a través de la Subsecretaría de Cambio Climático, lidera la incorporación de conceptos y fortalecimiento de capacidades en adaptación y mitigación del cambio climático en la ganadería a nivel nacional y en las áreas vulnerables seleccionadas”. (FAO 2018)

La ejecución de proyectos de agricultura y ganadería climáticamente inteligentes son un aporte importante en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para favorecer la gestión agrícola y ganadera, fomentar prácticas de gestión sostenible en suelo y agua aplicadas a nivel de campo, aumentar las inversiones en gestión sostenible de la tierra, desarrollar el sistema de reservas de carbono, mejorar el manejo de tierras forestales y no forestales, integrar el manejo sostenible dentro del sector agrícola y ganadero así como en los planes de ordenamiento territorial (PDOT). (Perúláctea 2018).

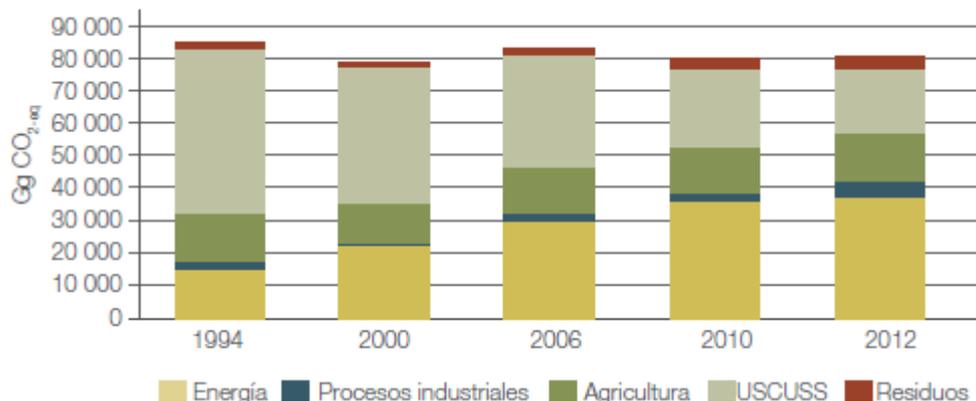
El proyecto busca consolidar la ganadería sostenible en el país mediante:

- a. Un enfoque integrado de ganadería que revierta la degradación de las tierras
- b. La aplicación de prácticas sostenibles
- c. La utilización de sistemas de monitoreo de emisión de (GEI) en el campo

#### **1.4.2 Tercera comunicación nacional**

Las emisiones totales del GEI 2012 (Ministerio del Ambiente 2017) del Ecuador ascienden a 80 627.16 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, de los cuales el mayor aporte es generado por el sector Energía, con el 46,63 % de dichas emisiones, seguido del sector USCUS, con el 25,35 % de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones). El tercer lugar lo ocupa el sector Agricultura, con el 18,17 % de los GEI emitidos a la atmósfera. Los sectores Procesos industriales y Residuos representan, en conjunto, el 10 % (aproximadamente) de las emisiones del país, es decir el 5,67 % y 4,19 %. (Proyecto TCN/IBA 2016)

Figura 4.  
Tendencia de las emisiones netas de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>-eq para los años 1994, 2000, 2006, 2010 y 2012 (incluyendo el sector USCUS)



Fuente y elaboración: Proyecto TCN/IBA 2016

### 1.4.3 Emisiones de (GEI) por tipo de gas (2012)

#### A. Dióxido de Carbono.

Para el año 2012 las emisiones totales de CO<sub>2</sub> provienen en mayor parte del sector USCUS, con el 49.46 %, siendo la categoría de tierras agrícolas la que genera el mayor aporte, con 38 911,70 Gg de CO<sub>2</sub>-eq. A su vez el sector capturo alrededor de -19 69.68 Gg de CO<sub>2</sub>-eq. De tal forma que a nivel nacional se obtuvo una emisión neta de CO<sub>2</sub> (emisiones menos absorciones) de 61 519. 96 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, que representan el 25,35 % de las emisiones totales netas de CO<sub>2</sub>-eq del INGEI 2012. (Ministerio del Ambiente 2017).

El sector Energía aportó 36 512.75 Gg de CO<sub>2</sub>-eq por la categoría de quema de combustibles, lo que representa un 44.92 % de las emisiones de este gas. Por su parte, el sector procesos industriales aportó 4 571.72 Gg de CO<sub>2</sub>-eq provenientes de la categoría Industria de los minerales, que representó el 5.62 % de las emisiones totales de dicho gas (Ministerio del Ambiente 2017).

#### B. Metano.

De acuerdo a la Tercera Comunicación Nacional las emisiones más importantes de gas metano se debe al sector de la agricultura, provenientes de la fermentación entérica con el 82.74%, seguida de la categoría cultivo de arroz, con el 14.25 %. En total se contabilizó 11 724.12 Gg de CO<sub>2</sub>-eq de este gas, que se generaron principalmente en el sector Agricultura, representando el 65.57 % del total; después se encuentran el sector

Residuos, que aportó el 26.33 %, y, finalmente, el sector Energía, con un 8.10 % del total de emisiones de CH<sub>4</sub> (Ministerio del Ambiente 2017).

### **C. Óxido nitroso**

En el año 2012, las emisiones de Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) fueron de 7 383.08 Gg de CO<sub>2</sub>-eq. El sector Agricultura contribuyó con un 94.27 %; le sigue el sector Residuos, con el 3.95 %, y el 1.78 % corresponde al sector Energía. (Ministerio del Ambiente 2017).

La categoría con mayor aporte del sector agricultura fue Suelos agrícolas, cuyas emisiones corresponden al 97.58 % y en menor grado las categorías Manejo de estiércol y Quema de residuos agrícolas de las emisiones sectoriales. (Ministerio del Ambiente 2017).

En el sector Energía, las subcategorías con mayor aporte fueron: Transporte, con un 35.77 %, la Industria manufacturera y de la construcción, con un 24.41 %, y la Industria de la energía, con un 20.70 % de las emisiones sectoriales. (Ministerio del Ambiente 2017).

En el sector Residuos, el 100 % del aporte de N<sub>2</sub>O corresponde a la categoría Tratamiento de aguas residuales domésticas, debido a emisiones por excretas humanas (Ministerio del Ambiente 2017).

## **1.5 Medidas de mitigación en el sector agrícola**

### **1.5.1 Sistemas silvopastoriles**

Los sistemas silvopastoriles se presentan como una opción para hacer mejor uso de las especies, en el espacio y en el tiempo. Son las diferentes formas de uso y ordenamiento de la tierra, que permiten mejor productividad de la finca a través de la combinación de cultivos de pastos, árboles de uso múltiple y explotación de animales, al mismo tiempo, un correcto manejo de los mismos puede proveer muchos servicios ambientales, tales como la conservación de la biodiversidad, la capacidad de fijación de carbono, la función protectora de suelo y cuencas hidrográficas, mejorando los ingresos por aumentos de producción y diversificación de fuentes. (Cipagauta y Andrade 1997)

En este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de los mismos es que pueden aportar mucho en

mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, posiblemente haciéndolo más fértil a mediano plazo, y además, trae beneficios verificables en la producción animal. (IICA 2016)

La diferencia con el sistema tradicional, es que antes se pensaba que tener una sola variedad de pasto establecido era suficiente para la alimentación animal. A eso se le llama monocultivo. Hoy en día se entiende, que los animales usualmente necesitan una dieta más elevada, la cual puede obtenerse con una diversidad de forrajes. (IICA 2016)

Existen varios tipos de sistemas silvopastoriles como por ejemplo:

**a. Árboles en potreros**

Es importante tener árboles en la finca por varias razones, en primer lugar es que los animales necesitan sombra, especialmente las vacas lecheras. Durante las horas más calurosas del día, los animales tienden a buscar la sombra de un árbol de, lo que disminuye el estrés calórico del ganado y esto, a su vez, favorece la producción de leche. (IICA 2016)

La segunda razón es porque pueden proveer ramas con forraje nutritivo para los animales. Un beneficio adicional es que cuando dejamos que los árboles crezcan, ellos utilizan carbono del aire para su estructura, ramas, raíces y hojas, secuestrando carbono. (IICA 2016)

**b. Cercas vivas**

“Una gran importancia de tener cercas vivas en los potreros y en los caminos es que permite que las vacas caminen bajo sombra, por lo menos parcial. Las cercas vivas también pueden servir como cortina rompe viento en lugares donde hay mucho viento. Esto es puede ayudar a evitar la erosión del suelo causada por el viento en terrenos donde no hay cobertura vegetal completa sobre el suelo. Es una estrategia recomendada para zonas que han sufrido mucha sequía”. (IICA 2016)

**c. Banco de proteína**

“Consiste en seleccionar especies de plantas cuyas hojas tengan un alto nivel de proteína. Este debe ser siempre más alto que el pasto que más abunda en la finca, varias especies de plantas se adaptan para los bancos de proteína. Una desventaja que tienen es que no crecen al mismo ritmo que las gramíneas. Pero la principal ventaja es que la

superan nutricionalmente se debe tomar cuenta la digestibilidad de la planta”. (IICA 2016)

### **1.5.2 Medidas de mitigación FAO.**

Las emisiones del sector AFOLU de los países desarrollados están dominadas por las actividades agrícolas, mientras que en los países en desarrollo están determinadas por la deforestación y degradación de bosques. (FAO 2013)

Las emisiones de GEI, excluyendo el CO<sub>2</sub>, provienen principalmente de la agricultura, dominando las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de los suelos agrícolas y las emisiones de metano procedentes de la ganadería, a través de la fermentación entérica y la gestión de estiércoles y las emisiones de los arrozales. Las oportunidades de mitigación en el sector AFOLU son las siguientes: (FAO 2013)

- a. La reducción de las emisiones derivadas de cambios de uso de la tierra
- b. La reducción de la deforestación
- c. la gestión de los cultivos y la ganadería, el secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa
- d. La sustitución de combustibles fósiles por biomasa para la producción de energía.
- e. Los cambios en la dieta humana y la reducción de residuos en la cadena de suministro de alimentos.

### **1.5.3 Medidas en base a la fermentación entérica.**

“El CH<sub>4</sub> y el CO<sub>2</sub> son subproductos naturales de la fermentación microbiana de los carbohidratos y, en menor medida, de los aminoácidos, en el rumen y el intestino grueso de los animales de granja. El metano se produce en condiciones estrictamente anaeróbicas por procariotas metanógenas altamente especializados, las cuales son todas arqueas. En los rumiantes, la mayor parte del CH<sub>4</sub> entérico se produce en el rumen. Las emisiones rectales representan alrededor del 2 al 3 por ciento del total de las emisiones de CH<sub>4</sub> de ovejas o vacas lecheras”. (FAO 2013)

#### **a. Suplementos alimenticios**

“La investigación en esta área se ha centrado en los compuestos químicos con un efecto inhibitorio específico sobre las arqueas de rumen, bromoclorometano podría ser un eficiente inhibidor del CH<sub>4</sub> entérico pero, debido a que se trata de un compuesto que agota

la capa de ozono y tiene una pobre aceptación en muchos países, no puede ser usado directamente como un agente para la reducción del CH<sub>4</sub>". (FAO 2013)

#### **b. Aceptores de electrones**

Esta categoría de agentes de mitigación del CH<sub>4</sub> ha tenido recientemente una renovada atención. Los agentes más estudiados han sido el fumarato, los nitratos, los sulfatos y el nitroetano. Los problemas potenciales de estos compuestos incluyen la adaptación del ecosistema ruminal, situación que no ha sido investigada en animales con experimentos diseñados a largo plazo, tal vez con una sola excepción, en la que el nitrato disminuyó con persistencia la producción de CH<sub>4</sub> de vacas lecheras lactantes durante cuatro períodos de 24 días consecutivos. (FAO 2013)

#### **c. Lípidos dietéticos**

Existe gran evidencia de que los lípidos (aceites vegetales o grasas animales) suprimen la producción de CH<sub>4</sub> en el rumen. Los efectos de los lípidos en las arqueas del rumen no son aislados de su efecto supresor general sobre las bacterias y los protozoos. Varios trabajos han tratado de elaborar factores de predicción para los efectos de los lípidos dietéticos en el CH<sub>4</sub> del rumen. Son eficientes para reducir la emisión de CH<sub>4</sub> entérico, pero la viabilidad de esta práctica de mitigación depende de su eficacia en función a los costos y a sus efectos potenciales en el consumo de alimento, en la productividad y en el contenido de grasa en la leche en animales lactantes. (FAO 2013)

#### **d. Agentes microbianos en la alimentación**

La adición de agentes microbianos (AM) en forma directa es una práctica de alimentación suplementaria común en la producción animal. Probablemente los AM más usados en la nutrición de rumiantes son los productos basados en levaduras (PL). Existe una gran variedad de productos disponibles comercialmente que se ajustan a la descripción de PL que incluyen: levaduras vivas cultivo de levaduras (células de levaduras con diferente viabilidad y su medio de crecimiento). (FAO 2013)

### **1.5.4 Medidas de mitigación en los alimentos y gestión de la alimentación**

#### **a. Inclusión de concentrado**

Es importante recordar que las variables dietéticas no son independientes. El aumento o la disminución de la concentración de un elemento aumentarán o disminuirán

la concentración de otro. La inclusión de alimentos concentrados en la dieta de los rumiantes probablemente disminuirá la intensidad de las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico, especialmente cuando es por encima del 35 al 40 por ciento del CMS. Sin embargo, el efecto dependerá del nivel de inclusión, la respuesta en la producción, los efectos sobre la digestibilidad de la fibra, la función del rumen, el contenido de grasa de la leche, el plano de nutrición y el tipo de grano y su procesamiento. (FAO 2013)

La complementación de la dieta con pequeñas cantidades de concentrado probablemente incrementará la productividad animal y por lo tanto disminuirá la intensidad de las emisiones de los GEI, aunque es posible que no se presenten reducciones absolutas de CH<sub>4</sub>. A pesar de estas ganancias potenciales, es posible que los concentrados suplementarios no sean un sustituto viable de los forrajes de alta calidad. Además, en muchas partes del mundo, esta no sería una opción de mitigación económicamente viable y socialmente aceptable. (FAO 2013)

#### **b. Calidad y manejo del forraje**

Una importante propiedad de los alimentos que puede tener efecto en la producción de CH<sub>4</sub> entérico es la calidad del forraje, específicamente su digestibilidad. El aumento del consumo de piensos de baja calidad y menos digestibles tiene poco efecto en la producción de CH<sub>4</sub> cuando se expresa con base en el consumo de materia seca. Para alimentos con digestibilidad más alta, sin embargo, el aumento en el consumo resulta en una depresión de la cantidad de CH<sub>4</sub> producida por unidad de alimento consumido. Es más, este aumento disminuye el CH<sub>4</sub> producido por unidad de producto a través de la dilución de la energía de mantenimiento. (FAO 2013)

La calidad del forraje, el nivel de concentrado, la digestibilidad de la dieta y el consumo de alimento están interrelacionados y afectan directamente la producción de CH<sub>4</sub> en el rumen. Los forrajes son los ingredientes alimenticios con la mayor variedad en su composición y tienen el mayor impacto en la digestibilidad de la dieta. Factores como la especie de la planta, la variedad, la madurez al momento de la cosecha y la conservación pueden afectar la calidad y la digestibilidad del forraje. (FAO 2013)

La lignina es el elemento principal que limita la digestibilidad de la pared celular del forraje: Cuando las plantas maduran, los ácidos fenólicos y la lignina se depositan y mediante puentes con ácido ferúlico se forman enlaces mixtos entre la lignina y los

polisacáridos de la pared celular limitando la digestibilidad de los polisacáridos por el animal. (FAO 2013)

### **c. Procesamiento de los alimentos**

El procesamiento de los alimentos para los animales de granja, rumiantes o monogástricos tiene la finalidad de aumentar la EM del alimento, el consumo y la productividad animal. En rumiantes, la reducción del tamaño de las partículas del forraje, mediante procesos mecánicos o de la masticación, es un mecanismo importante para mejorar su digestibilidad, proporcionar un mejor acceso de los microorganismos al sustrato, reducir el gasto energético y aumentar la tasa de pasaje, el consumo de alimento y la productividad animal. En el procesamiento de los forrajes se debe encontrar un equilibrio entre el mejoramiento en la tasa de pasaje para aumentar el consumo y la utilización de nutrientes fácilmente digestibles, lo cual no es fácil de lograr cuando los alimentos son de baja calidad. (FAO 2013)

### **d. Raciones mezcladas y frecuencia de alimentación.**

Existe poca evidencia de los efectos benéficos de la sincronización del suministro de la energía y de la proteína o de la frecuencia del aprovisionamiento de alimento en la fermentación ruminal y específicamente en la producción de CH<sub>4</sub>. La alimentación con raciones totalmente mezcladas podría tener algunas ventajas frente al suministro separado del forraje y del concentrado porque estabiliza la fermentación ruminal y el consumo de materia seca. (FAO 2013)

### **e. Alimentación de precisión y análisis de los alimentos**

El original término, “agricultura de precisión”, fue acuñado en referencia a la nutrición vegetal y definido como “una serie de tecnologías que permiten la aplicación de agua, nutrientes y plaguicidas solamente en los lugares y momentos en que se requieren, optimizando así el uso de los insumos. (FAO 2013)

La exactitud en el cálculo de los requerimientos nutricionales de los animales y en el análisis de los alimentos está estrechamente relacionada con las prácticas para minimizar el desperdicio de alimento, maximizar la producción y minimizar las emisiones de los GEI por unidad de producto animal. (FAO 2013)

Los análisis de precisión de la composición de los alimentos son una parte integral de la alimentación de precisión pero requieren inversión e infraestructura, que en muchos

sistemas de producción no están disponibles. La adopción de sistemas de alimentación basados en la ciencia y en los análisis de alimentos en los países en desarrollo con sistemas de producción animal de subsistencia tendrá beneficios económicos para el agricultor y también ayudará a maximizar la producción, la utilización del alimento y, por lo tanto, a reducir las emisiones de los GEI provenientes del ganado. (FAO 2013)

#### **1.5.5 Medidas de mitigación para estiércol y gestión del estiércol.**

La gestión del estiércol hace referencia al acopio y recolección de los excrementos animales en edificaciones, al almacenamiento y procesamiento y a la aplicación en los cultivos. Los desechos orgánicos de la producción animal se pueden caracterizar como de “baja densidad y alto volumen” (como las aguas residuales y los lodos diluidos) y de “alta densidad y bajo volumen” (como el estiércol bovino). Los desechos de “alta densidad” típicamente tendrán una demanda biológica y química de oxígeno. (FAO 2013)

El estiércol animal es un recurso valioso que suele contener todos los micro y macro elementos esenciales requeridos para el crecimiento de las plantas. Su aplicación en las tierras de cultivo aumenta la MO del suelo y mejora varias de sus propiedades como la estructura, la capacidad de retención de agua, el contenido de oxígeno y la fertilidad; también reduce la erosión del suelo, restaura las tierras de cultivo erosionadas, reduce la lixiviación de nutrientes y aumenta el rendimiento de los cultivos. (FAO 2013)

##### **a. Gestión de la dieta y emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes del estiércol**

El estiércol puede ser una fuente significativa de N tanto en los sistemas de producción intensivos como en los de subsistencia. En muchos países en desarrollo la cría de ganado es una actividad secundaria con relación a la producción de cultivos. La inclusión de animales en el ciclo del N en la explotación puede resultar en un uso del N menos eficiente en comparación con la aplicación directa de los residuos de cosecha al suelo. El N del estiércol, sin embargo, aumenta la respuesta inmediata del cultivo, en contraste con la lenta liberación de nutrientes asociada con la mineralización del material orgánico. (FAO 2013)

La ureasa es abundante en la materia fecal o en el suelo, y la urea es convertida rápidamente en amonio, si las condiciones ambientales son favorables (temperatura y pH). El amonio está fácilmente disponible para las plantas y se puede transformar, en

condiciones aeróbicas, en nitrato, que también se encuentra fácilmente disponible. (FAO 2013)

#### **b. Estabulación**

La estabulación de los animales puede afectar las emisiones de los GEI dependiendo del método utilizado para recolectar, almacenar y procesar el estiércol y la cama. Los sistemas de manejo que utilizan el estiércol de corral o de cama profunda, tienden a producir emisiones más altas de N<sub>2</sub>O respecto a los sistemas de manejo con estiércol semilíquido. Los sistemas de manejo de camas de paja y estiércol sólido también tienden a incrementar las emisiones de N<sub>2</sub>O, comparados con aquellos de manejo de estiércol semilíquido. Usualmente, los sistemas donde el estiércol se almacena por periodos prolongados de tiempo, producen mayores emisiones de NH<sub>3</sub> y de CH<sub>4</sub>, en relación con los sistemas en los cuales el estiércol se remueve a diario. Los sistemas de manejo del estiércol en pisos con ranuras tienden a disminuir los GEI y las emisiones de NH<sub>3</sub> comparados con los sistemas de cama profunda. En general, el efecto de las instalaciones para rumiantes sobre las emisiones de CH<sub>4</sub>, es relativamente pequeño, ya que el animal es la principal fuente de emisiones de CH<sub>4</sub>. (FAO 2013)

Las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de los establos de los rumiantes generalmente son insignificantes. Sin embargo, los sistemas de alojamiento y de manejo del estiércol tienen un mayor impacto en la emisión del NH<sub>3</sub> proveniente de la producción animal. (FAO 2013)

#### **c. Biofiltración**

“Esta tecnología se basa en el tratamiento del aire ventilado de las instalaciones pecuarias, utilizando depuradores biológicos para convertir el NH<sub>3</sub> en NO<sub>3</sub>, o lechos biológicos que absorben el NH<sub>3</sub>. También se usan para controlar olores. Al prevenir las pérdidas del NH<sub>3</sub> se pueden reducir indirectamente las emisiones de N<sub>2</sub>O, mermando la deposición de amonio y su consecuente conversión a N<sub>2</sub>O”. (FAO 2013)

#### **d. Almacenamiento y separación del estiércol**

La mayoría de las opciones para mitigar las emisiones de los GEI del estiércol almacenado, tales como reducir el tiempo de almacenamiento, la aireación y los pisos de rejilla, están generalmente orientadas a disminuir el tiempo necesario para que ocurran los procesos de fermentación microbiana, o para crear las condiciones aeróbicas antes de aplicarlos al suelo. Estas prácticas de mitigación son eficaces, pero su factibilidad

económica es incierta. Se ha demostrado que la separación del estiércol entre sólidos y líquidos y el compostaje aeróbico de los sólidos reduce el CH<sub>4</sub>, pero a su vez puede tener un efecto variable en las emisiones de N<sub>2</sub>O e incrementar el NH<sub>3</sub> y la pérdida total de N del estiércol. (FAO 2013)

#### **e. Compostaje**

El compostaje es un proceso de descomposición microbiana de la materia orgánica, exotérmico y aeróbico, que tiene varios beneficios relacionados con el manejo del estiércol y con el control de los olores, de la humedad y de los patógenos; además de la estabilización de la materia orgánica y de la generación de ingresos adicionales en la granja, etc. El compostaje de los estiércoles sólidos (luego de hacer la separación entre líquidos y sólidos) se utiliza también en algunos sistemas de producción lechera, como cama, lo que reduce los costos de producción y proporciona bienestar a las vacas, asumiendo que la salud de la ubre no está comprometida. (FAO 2013)

El compostaje del estiércol animal causa pérdidas importantes de N y de CO<sub>2</sub>, pero los beneficios de reducir el olor y las emisiones de CH<sub>4</sub>, comparado con el estiércol almacenado anaeróbicamente, lo hacen una opción recomendada para mitigar los los GEI. Las pérdidas de N, predominantemente como NH<sub>3</sub> aunque también como N<sub>2</sub>O son considerables. (FAO 2013)

### **1.6 Modelo de contabilidad ambiental de la ganadería (GLEAM)**

El modelo de contabilidad ambiental de la ganadería (GLEAM) por sus siglas en inglés se elaboró para contribuir a mejorar la comprensión de las emisiones de GEI causadas por la producción ganadera, también se elaboró con la finalidad de probar la eficacia de las prácticas de mitigación y favorecer su agrupación en paquetes que pudieran adoptarse en diferentes sistemas de producción, con sujeción, a su viabilidad económica e institucional (FAO 2016 ).

El GLEAM utiliza información basado en las directrices del (IPCC 2006) para el cálculo de emisiones. La fórmula fundamental para estimar la cantidad de emisiones de GEI puede expresarse siempre como la multiplicación de los datos actividad AD por el factor de emisión EF.

El modelo fue desarrollado por la División de Producción y Sanidad Animal de la FAO para apoyar cambios en las políticas y prácticas para lograr el desarrollo sostenible

de la ganadería, GLEAM puede ser empleado por cualquier persona que utilice el programa informático Excel. Incluye variables como países y regiones, el número y tipo de ganado para leche o carne, o cría de cerdos a nivel de la granja o industrial, pastoreo o sistemas mixtos - piensos y gestión del estiércol, así como las condiciones específicas en las que se crían los animales (FAO 2016 ).

El objetivo de GLEAM es ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y garantizar que las actividades ganaderas sean lo más eficiente posibles para que puedan seguir cubriendo las necesidades de alimentos, nutrición y medios de vida de las personas, al tiempo que utilizan menos recursos naturales. (FAO 2016)

El GLEAM representa las principales actividades de las cadenas de suministro ganadero del mundo con la finalidad de examinar las implicaciones ambientales de las prácticas de producción de los más importantes productos básicos, sistemas de explotación agrícola y regiones. (FAO 2016)

Se basa en cinco módulos que reproducen los elementos principales de las cadenas de suministro ganadero: el módulo del hato, el módulo de los piensos, el módulo del estiércol, el módulo del sistema y el módulo de las asignaciones. (FAO 2016)

El módulo del hato comienza con el número total de animales de una determinada. Atribuye los animales a los diferentes sistemas de explotación, determina la estructura del hato y las características del animal medio en cada cohorte (por ejemplo, peso e índice de crecimiento). (FAO 2016)

Los datos sobre la estructura del hato y las características del animal se utilizan posteriormente en el módulo del sistema para calcular las necesidades de energía de cada tipo de animal y la cantidad total de carne, leche y huevos producida cada año. (FAO 2016)

La información del módulo del hato se utiliza también en el módulo del estiércol para hacer estimaciones de la producción de estiércol. Al mismo tiempo, el módulo de los piensos calcula parámetros clave relativos a los piensos, esto es, la composición, el contenido nutricional y las emisiones por kilogramo de ración forrajera. (FAO 2016)

La información sobre la estructura del hato, el estiércol y las características del animal y los piensos se utiliza posteriormente en el módulo el sistema para calcular la

producción anual total, así como las emisiones derivadas de la gestión del estiércol, la fermentación entérica y la producción de piensos. (FAO 2016)

Las emisiones totales en la granja se calculan añadiendo las emisiones relativas al consumo de energía en la granja ocasionado por el uso directo de la energía, la construcción de edificios y la fabricación de equipos. (FAO 2016)

Luego, las emisiones totales en la granja se asignaciones a coproductos y servicios en el módulo de las asignaciones y, posteriormente, se calculan las intensidades de emisión en la granja. Las emisiones producidas por las actividades posteriores a las operaciones en la granja se calculan separadamente y al final se añaden a las anteriores para obtener la intensidad de emisión total. (FAO 2016)

## Capítulo Segundo

### 1.1 Metodología

Para la realización de esta investigación se ha determinado la utilización de una metodología cuantitativa que permita analizar los datos obtenidos en campo para la utilización del modelo GLEAM (i), en la cuantificación de emisión de gas metano para posteriormente describir medidas de mitigación que ayuden en la reducción de emisión de dicho gas. Cabe recalcar que en el estudio se está aplicando el GLEAM (i), que es el modelo interactivo para el cálculo de emisiones de GEI del ganado vacuno, ya que la versión completa del modelo lo maneja FAO directamente y no se encuentra de libre acceso.

Para la aplicación de esta metodología es necesario comenzar primero describiendo brevemente el área de estudio en donde se aplicará esta investigación.

Se plantea describir posibles medidas de mitigación que ayuden a la reducción de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado vacuno que existe en la unidad de investigación: La Quinta Magaly, que cuenta con alrededor de 31 cabezas de ganado vacuno y alrededor de 15 hectáreas para pastoreo.

El estudio será replicable solo en la región sierra debido a que las condiciones climáticas y alimenticias cambian en la región costa y oriente, así mismo la raza del ganado. Cabe mencionar que el modelo GLEAM (i) es aplicable en todo el país porque utiliza variables que se acoplan a los diferentes casos de estudios.

Para la cuantificación de emisiones se utilizara datos proporcionados por la quinta en estudio como raza, tipo de alimento, peso del animal, y los datos que no sean proporcionados se los levantara en campo para poder así realizar el cálculo de emisión de GEI.

Para realizar la cuantificación de metano se utilizara el modelo GLEAM (i) que permite producir estimaciones de las emisiones de GEI, este cuantifica las emisiones por unidades espaciales geográficamente definidas. Esto se lo hará solo en las vacas en las cuales estén produciendo leche.

## 1.2 Descripción de la quinta en estudio

La Quinta “Magaly” se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, a una altitud de 2947 metros sobre el nivel de mar, en las coordenadas geográficas 17771294, 9895871. Esta quinta cuenta con alrededor de 15 hectáreas de terreno en donde existen diversos tipos de animales de granja y cultivos rotativos como papa y alfalfa como se observa en la Fotografía 1 también cuenta con regadío por aspersión para una mejor optimización del agua.

Fotografía 1  
**Quinta "Magaly"**



Fuente y elaboración propia.

Como se observa en la Fotografía 2. Existen un total de 40 aves de corral como gallinas y pollos.

Fotografía 2  
**Aves de Corral**



Fuente y elaboración propia.

También existen un total de 5 cerdos que son criados específicamente para el consumo de sus propietarios y no se saca algún beneficio económico de la crianza de ese ganado. Fotografía 3.

Fotografía 3  
**Ganado porcino de la quinta**



Fuente y elaboración propia.

Como se observa en la Fotografía 4. Existe alrededor de 2 hectáreas de cultivos de papa y una de alfalfa. La cosecha de papas da alrededor de 50 a 60 quintales de este producto lo que se comercializa en los mercados de Latacunga y Salcedo. La alfalfa cosechada no se la comercializa ya que se lo utiliza en la alimentación del ganado vacuno.

Fotografía 4  
**Cultivo de Alfalfa**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 5  
**Cultivo de Papa**



Fuente y elaboración propia.

Tienen un total de 31 cabezas de ganado vacuno de las cuales 26 son hembras adultas reproductivas y 5 terneros jóvenes Fotografía 6. La mayoría de estas pertenecen a la raza Jersey Fotografía 8 con un peso promedio de los 250 kg. De acuerdo a la información obtenida por parte del cuidador y veterinario de la Quinta hay una fertilidad del 100 % de las hembras ya que se utiliza inseminación artificial, la productividad anual de leche alcanza unos 265 720 kilogramos, se lo realiza por medio de un ordeño mecánico dos veces al día Fotografía 9, la comercialización de este producto se lo entrega en mayor parte a las fábricas de lácteos que se encuentran cercanas a la zona y lo restante se vende directamente a moradores del sector.

Fotografía 6  
**Ganado Vacuno**



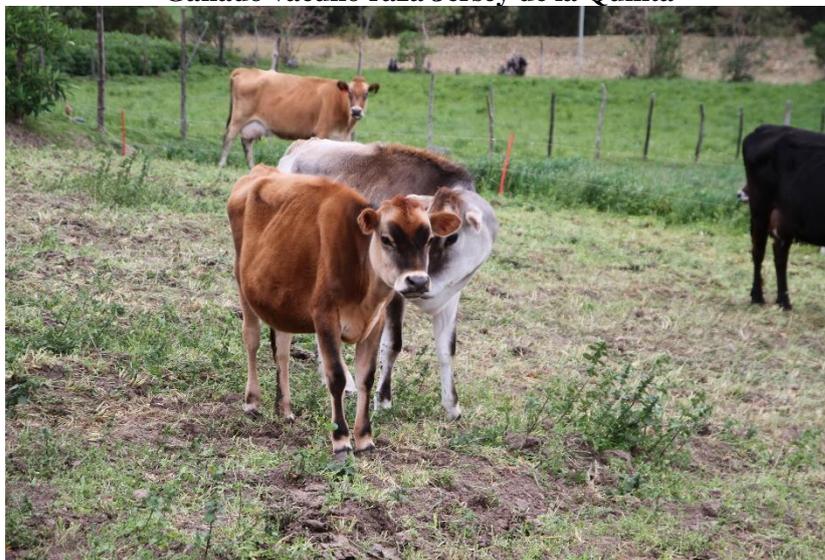
Fuente y elaboración propia.

Fotografía 7  
**Terneros jóvenes raza Jersey**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 8  
**Ganado vacuno raza Jersey de la Quinta**



Fuente y elaboración propia.

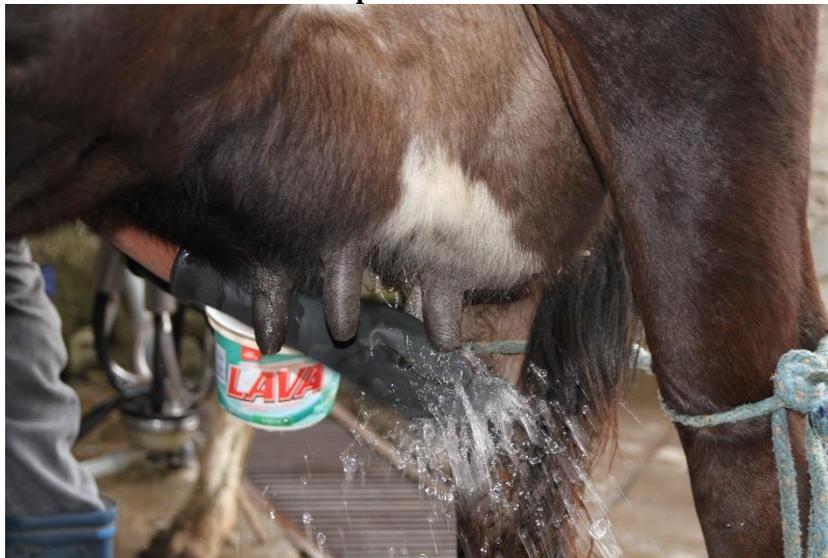
Antes de comenzar con el ordeño de las vacas estas se las traslada al establo para previamente a este proceso poder limpiar correctamente las ubres.

Fotografía 9  
**Establo previo al ordeño**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 10  
**Limpieza de ubres**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 11  
**Ordeño mecánico**



Fuente y elaboración propia.

La estabulación es un sistema de crianza que en su dieta alimenticia está compuesto por de 4 tipos de alimentos: en su mayoría por pasto ray-grass, avena, alfalfa y ensilaje de caña de maíz en menor cantidad ya que mientras estas se encuentran en el ordeño se les da este tipo de alimento. De acuerdo a la bitácora diaria de la quinta cada vaca produce alrededor de 28 litros de leche diarios.

Fotografía 12  
**Estabulación del ganado**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 13  
**Dieta del ganado a base de avena.**



Fuente y elaboración propia.

Fotografía 14  
**Ensilaje de caña de maíz**



Fuente y elaboración propia.

En la quinta no se realiza algún tipo de tratamiento al estiércol depositado por el ganado este se dejar caer y se seca de manera natural, de igual manera el estiércol que se encuentra en el establo al momento de ser ordeñadas las vacas solo se recolecta y se deposita en el pasto mientras que las orinas se van directamente al desagüe, sin ser tratadas previamente.

Fotografía 15  
**Depósito de estiércol de ganado vacuno**



Fuente y elaboración propia.

### **1.3 Utilización del modelo de GLEAM (i)**

Previo a la visitas realizadas a la Quinta “Magaly” se procedió a la investigación de la aplicación del modelo a utilizarse, para lo cual se determinó que no existe aplicaciones del mismo en quintas o haciendas del país que lo hayan utilizado por medio de alguna institución pública o privada, sea por el desconocimiento de la existencia del mismo o por falta de conocimientos técnicos.

Para la aplicación del modelo se procedió a solicitar información del manejo de la misma basada en tres módulos:

- Módulo del Hato
- Módulo del Estiércol
- Módulo de la alimentación
- Módulo de las asignaciones
- Módulo del sistema.

La recolección de la información se lo realizó alrededor de 30 días en donde se tomó toda la información necesaria.

Como primer paso a seguir en el modelo de GLEAM se coloca el nombre de la quinta, seguido de la región, en nuestro caso se coloca Latinoamérica y el Caribe, y por último se escoge el país Ecuador, como se observa en la Figura 5.

Figura 5

Aplicación del Modelo de contabilidad ganadera GLEAM (i)

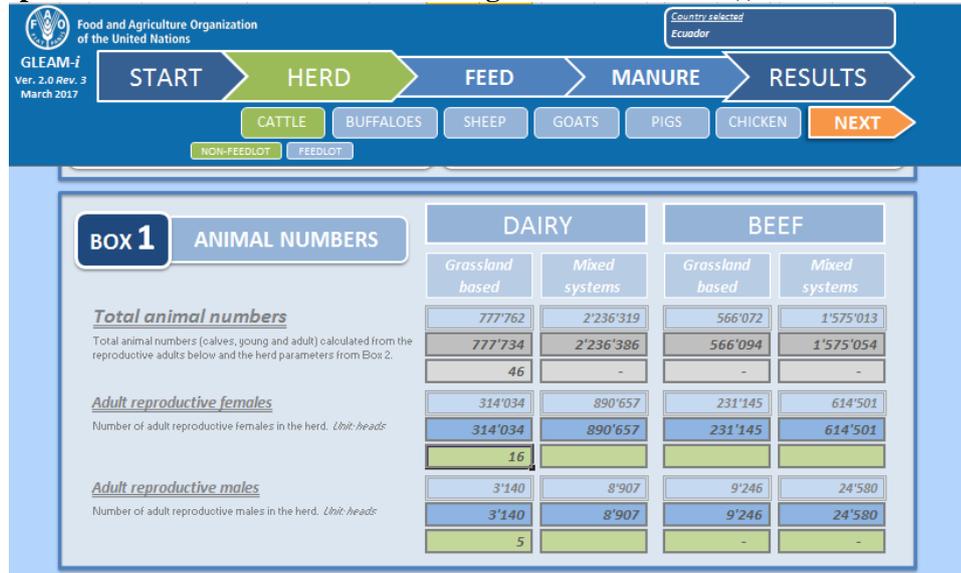


Fuente: FAO 2016  
Elaboración propia.

Una vez empezada la simulación se coloca la información obtenida del módulo del hato y se llenan los campos de Grassland based, que se acopla al sistema de estabulación del estudio, cabe recalcar que se selecciona el modelo para ganado vacuno ya que tenemos otras opciones como búfalos, ovejas, cerdos, gallinas, cabras, entre otras. Se llenan los campos de DIARY ya que nuestro ganado es solo para leche y no de carne.

Figura 6

Aplicación del modelo de contabilidad ganadera GLEAM (i) total de animales



Fuente: FAO 2016  
Elaboración propia.

#### 1.4 Módulo del hato.

Comienza con el número total de animales de una determinada especie en el caso de nuestra quinta es de 31 vacas 26 hembras reproductivas y 5 terneros, que pertenecen a la raza Jersey con un peso promedio de los 250 kg

#### 1.5 Modulo del sistema.

La Quinta “Magaly” tiene un total de 26 vacas de producción, se las ordeña dos veces al día, con lo cual producen 28 litros de leche/vaca/día. La productividad anual es de 265 720 litros.

##### 1.5.1 Contenido de grasa láctea

La cantidad de solidos de la leche de la raza Jersey está en un contenido del 5.3 % de grasa láctea, y un estimado de 4.2 % de contenido de proteína total de la leche, estos pueden variar de acuerdo a factores endógenos y exógenos como se los expone a continuación. Figura 6.

Existe una gran diversidad de factores que van a determinar la concentración de cada uno de los componentes de los sólidos totales de la leche, factores que pueden agruparse en factores endógenos y exógenos (Manterola 2012).

##### 1.5.2 Factores endógenos

Para determinar el contenido de grasa láctea del ganado jersey se debe analizar los siguientes factores.

**Raza y Biotipo:** La raza Jersey se caracteriza por tener valores medios de producción, pero altos contenidos de solidos totales si se los compara con otro tipo de ganado como Holstein.

**Edad:** Constituye un factor poco importante si la tasa de producción es normal. La lactosa tiende a descender a razón de un 0.13 % entre los 2 y 4 años, 0.14 % entre los 4 y 6 años y un 0.25 % entre los 6 y 8 años.

**Estado sanitario:** En estados febriles pueden reducir tanto el flujo como la concentración de solidos ya que el organismo deriva energía y proteínas a producir proteínas plasmáticas y anticuerpos. En la glándula mamaria, una mastitis afecta a la

composición de la leche, ya que afecta la permeabilidad de la membrana celular de las células secretoras. (Manterola 2012).

**Nivel hormonal:** Dentro de las diferentes hormonas relacionadas, la que mayor importancia es la relación Insulina/Hormona del crecimiento (Somatotrofina). Esta relación determinara la participación de los nutrientes absorbidos en el rumen e intestino hacia los distintos tejidos. (Manterola 2012).

### 1.5.3 Factores exógenos.

**Factor climático:** Las temperaturas altas tiene un efecto indirecto, ya que afectan el consumo de materia seca, especialmente de fibra por lo que cambian los patrones fermentativos y provocando una reducción del volumen de leche y de la concentración de grasa, además, se produce una menor aporte de proteína, lo que a su vez provoca una disminución de la concentración de proteína en la leche. (Manterola 2012).

**Factor manejo alimenticio:** Dependiendo de la etapa de lactancia, el manejo alimenticio puede afectar significativamente tanto el volumen como la concentración de nutrientes en la leche. (Manterola 2012).

**Manejo zootécnico:** El manejo durante la ordeña y en general durante la lactancia tiene un importante efecto tanto en los volúmenes como en las concentraciones de solidos totales. Al alterarse la rutina de ordeño o provocar stress en ese momento, determina en el animal, descargas de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) que redirigen los flujos de nutrientes. (Manterola 2012).

Figura 7  
Módulo del Hato GLEAM (i)

Food and Agriculture Organization of the United Nations

Country selected: Ecuador

START HERD FEED MANURE RESULTS

CATTLE BUFFALOES SHEEP GOATS PIGS CHICKEN NEXT

NON-FEEDLOT FEEDLOT

**BOX 2 HERD PARAMETERS**

	DAIRY		BEEF	
	Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
<b>Age at first calving</b> Average age at which reproductive females have the first call. Unit: months	30	31	40	43
	30	31	40	43
	27			
<b>Fertility of adult females</b> Average percentage of successful adult female parturitions. This includes younglings that die before reaching maturity. Unit: percentage	76.0	82.0	70.0	70.0
	76.0	82.0	70.0	70.0
	100.0			
<b>Mortality of young females</b> Annual average rate of non-intended young female deaths before reaching maturity. Unit: percentage	20.0	20.0	20.0	20.0
	20.0	20.0	20.0	20.0
	0.3			
<b>Mortality of young males</b> Annual average rate of non-intended young male deaths before reaching maturity. Unit: percentage	20.0	20.0	20.0	20.0
	20.0	20.0	20.0	20.0
	-			
<b>Mortality of adult animals</b> Annual average rate of non-intended adult animals deaths after reaching maturity. Unit: percentage	10.0	10.0	10.0	10.0
	10.0	10.0	10.0	10.0
	0.3			
<b>Adult females replacement</b> Annual average rate of reproductive adult females replacement. Unit: percentage	28.0	19.0	15.0	15.0
	28.0	19.0	15.0	15.0
	-			
<b>Weight at birth</b> Average live weight of calves at birth. Unit: kilograms	39	37	33	26
	39	37	33	26
	35			
<b>Weight of adult females</b> Average live weight of reproductive adult females once they reach maturity. Unit: kilograms	580	550	500	390
	580	550	500	390
	250			
<b>Weight of adult males</b> Average live weight of reproductive adult males once they reach maturity. Unit: kilograms	754	715	650	507
	754	715	650	507
	-			
<b>Weight of fattening females</b> Average slaughter live weight of fattening females. Unit: kilograms	550	550	410	320
	550	550	410	320
	-			
<b>Weight of fattening males</b> Average slaughter live weight of fattening males. Unit: kilograms	550	550	410	320
	550	550	410	320
	-			
<b>Milk yield</b> Annual average milk production of milking adult females. Unit: kilograms	4'720	4'720		
	4'720	4'720		
	265'720			
<b>Milk fat content</b> Average milk fat content. Unit: percentage	4.10	4.10		
	4.10	4.10		
	5.30			
<b>Milk protein content</b> Average milk total protein content. Unit: percentage	3.20	3.20		
	3.20	3.20		
	4.20			

Fuente: FAO 2016  
Elaboración propia.

Figura 8  
Módulo del Hato parámetros GLEAM (i)

The screenshot shows the GLEAM-i software interface. At the top, it displays the FAO logo and 'Food and Agriculture Organization of the United Nations'. The country selected is 'Ecuador'. The main navigation bar includes 'START', 'HERD' (highlighted), 'FEED', 'MANURE', and 'RESULTS'. Below this, there are buttons for 'CATTLE', 'BUFFALOES', 'SHEEP', 'GOATS', 'PIGS', and 'CHICKEN'. A 'PREVIOUS' button is on the left and a 'NEXT' button is on the right. Below the navigation bar, there are 'NON-FEEDLOT' and 'FEEDLOT' options. The main content area is titled 'BOX 2 PARAMETERS' and contains a table with two columns: 'Animals from grassland based systems' and 'Animals from mixed farming systems'. The table lists several parameters with input fields and values.

	Animals from grassland based systems	Animals from mixed farming systems
<b>Initial live weight - Female animals</b>	-	-
Average live weight of female animals when entering the feedlot. Unit: kilograms	-	-
	45	-
<b>Live weight at slaughter - Female animals</b>	-	-
Average live weight of female feedlot animals when slaughtered. Unit: kilograms	-	-
	-	-
<b>Live weight at slaughter - Female animals</b>	-	-
Average live weight of female feedlot animals when slaughtered. Unit: kilograms	-	-
	-	-
<b>Initial live weight - Male animals</b>	-	-
Average live weight of male animals when entering the feedlot. Unit: kilograms	-	-
	45	-
<b>Live weight at slaughter - Male animals</b>	-	-
Average live weight of male feedlot animals when slaughtered. Unit: kilograms	-	-
	-	-
<b>Finishing period</b>	-	-
Average length of the finishing period. Unit: days	-	-
	2'190	-

Fuente: FAO 2016  
Elaboración propia.

#### 1.5.4 Composición bromatológica del ganado

Para determinar la composición de la alimentación del ganado vacuno en estudio, se determinará el valor proteico de cada uno de los alimentos suministrados por parte de los dueños de la quinta.

#### 1.5.5 Relación nutritiva.

Se define como la relación existente entre la proteína digestible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta de un animal. La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad del animal (producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc.) y puede causar problemas sobre todo en el momento del destete (INATEC 2016).

### 1.5.6 Ray - grass

El ray-grass es el nombre genérico de un grupo de plantas perteneciente a la familia de las Gramíneas (*Poaceae*) y al género *Lolium*. Se utiliza para pastoreo o como pasto de corte, es una planta de altos requerimientos, con índices elevados de calidad es muy utilizado en la alimentación de vacas lecheras productivas. Es un cultivo anual que requiere de fertilización y riego. Para su mejor manejo es aconsejable dar 45 días de descanso, es un cultivo de clima frío en suelos de mediana y alta fertilidad (FEDNA 2016).

Es aproximadamente el 90 % de la alimentación del ganado en estudio, y su composición nutricional es la siguiente:

Tabla 5.  
Tabla nutricional de Ray- Grass

Composición nutricional Ray- Grass		
Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	24.00
NDT	%	15.40
Energía digestible	Mcal/kg	0.68
Energía metabolizable	Mcal/kg	0.58
Proteína (TCO)	%	5.70
Calcio (TCO)	%	0.14
Fósforo total (TCO)	%	0.08
Grasa (TCO)	%	0.80
Ceniza (TCO)	%	3.40
Fibra (TCO)	%	4.60

Fuente: (FEDNA 2016)

Elaboración propia

### 1.5.7 Avena forrajera.

De acuerdo a la fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA 2016) la avena es un cereal de menor valor energético, como consecuencia de su alto contenido en fibra y lignina y su bajo nivel de almidón. Tiene una proporción apreciable de fibra efectiva, lo que resulta adecuada en piensos de vacas de leche entre otros animales.

El grano tiene un elevado contenido de grasa alrededor del 4.9 % altamente insaturada y un 35 % de ácido oleico y un 39 % de ácido linoleico, es un cereal pobre en calcio y en vitaminas D y B2. La cantidad de proteína existente puede variar entre 9 al 17 % dependiendo de los factores de climatológicos y las condiciones de cultivo.

Tabla 6.  
**Tabla nutricional de Avena Forrajera**

Composición nutricional Avena forrajera		
Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	90.00
Energía metabolizable	Mcal/kg	2.55
Energía digestible	Mcal/kg	2.83
Proteína	%	12.00
Metionina	%	0.18
Metionina + cistina	%	0.39
Lisina	%	0.50
Calcio	%	0.06
Fósforo disponible	%	0.13
Ácido linoleico	%	1.49
Grasa	%	4.80
Fibra	%	10.50
Ceniza	%	3.10

Fuente: (FEDNA 2016)

Elaboración propia

### 1.5.8 Alfalfa forrajera

Por sus características bromatológicas y nutritivas la alfalfa es el principal forraje de sustento para la producción de leche en el mundo, es un cultivo que se varias veces al año es cortado pero su valor nutritivo no cambia (FEDNA 2016). La alfalfa es un forraje que obtiene un notable valor energético, un elevado valor proteico, con altos contenidos de cenizas y calcio.

Es importante mencionar que la alfalfa tiene un alto contenido de lignina, por lo cual el suministro constante al ganado lechero debe realizarse con precaución. En cualquiera de sus formas es una buena fuente de proteínas a nivel intestinal para satisfacer las necesidades en aminoácidos, proporciona nitrógeno degradable a nivel del rumen para las necesidades microbianas en la digestibilidad (CAMPO-CYL 2015).

Tabla 7.  
**Tabla nutricional de Alfalfa Forrajera**

Composición nutricional Alfalfa forrajera		
Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	92,00
NDT	%	56,00
Energía digestible	Mcal/kg	2,47
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,08
Proteína (TCO)	%	17,50
Calcio (TCO)	%	1,35
Fósforo total (TCO)	%	0,22
Grasa (TCO)	%	2,70
Ceniza (TCO)	%	9,70
Fibra (TCO)	%	24,00
Grasa	%	0.4-1%
Fibra bruta	%	6-9%
Ceniza	%	2.5-4

Fuente: (FEDNA 2016)

Elaboración propia

### 1.5.9 Ensilaje de maíz

De acuerdo con (Manterola, Cerda D y Mira Jorge 1999) el cultivo de maíz genera gran cantidad de biomasa, del cual se aprovecha un estimado de un 50 %, el resto entra en los componentes de residuos dependiendo la variedad del maíz. El método más óptimo para recuperar estos desperdicios es el pastoreo directo por el ganado que está formado por tallos, hojas, marlo y la cubierta de la espiga.

Cada uno de las estructuras posee características físico-químicas diferentes lo que le confiere un valor nutritivo diferente, dependiendo del residuo para consumo fresco. Los tallos de maíz presentan estructuras más lignificadas con respecto a las hojas. La composición química indica que es bajo en materias nitrogenadas. La pared celular presenta un bajo contenido de lignina lo que permite que el alimento sea más digestible con respecto a otros alimentos como los cereales.

El ensilaje de maíz puede ser pastoreado directamente por vacas lecherea, siempre que su producción sea inferior a 15 L/día o estén secas, debe ofrecerse picado para disminuir rechazos de este, aportando con la fibra necesaria para el funcionamiento del

rumen y manteniendo la materia grasa de la leche. (Manterola, Cerda D y Mira Jorge 1999)

Tabla 8.  
Tabla nutricional de ensilaje de maíz

Composición nutricional Rastrojo de maíz		
Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	85.00
NDT	%	51.00
Energía digestible	Mcal/kg	2.15
Energía metabolizable	Mcal/kg	1.75
Proteína (TCO)	%	5.40
Calcio (TCO)	%	0.47
Fósforo total (TCO)	%	0.07
Grasa (TCO)	%	1.10
Ceniza (TCO)	%	6.10
Fibra (TCO)	%	29.50

Fuente: (FEDNA 2016)  
Elaboración propia

### 1.6 Módulo de los piensos

Para la utilización del modelo GLEAM (i) es necesario calcular la ingesta de materia seca del ganado, por lo cual se utiliza el método simplificado Nivel 2 del IPCC, ecuación 10.18a, que se utiliza para determinar una estimación de ingesta de materia seca para ganado maduro.

#### ECUACIÓN 10.18a Estimación de la ingesta de materia seca para ganado maduro

Fuente: IPCC 2006  
Elaboración propia

Donde:

DMI = ingesta de materia seca, kg día<sup>-1</sup>

BW = peso corporal en pie, kg

$NE_{ma^2}$  = concentración de energía neta diaria estimada o valores por defecto proporcionados en el Cuadro 10.8, MJ kg.

La ecuación 10.18a constituye un buen elemento de verificación para la predicción de la ingesta alimentaria usando el método principal de Nivel 2. Por contraste, el método

principal del Nivel 2 predice la DMI sobre la base de cuánto alimento se debe consumir para cumplir con los requisitos estimados y no considera la capacidad biológica del animal para, de hecho, consumir la cantidad prevista de alimentos. Por ende, el método simplificado de Nivel 2 se puede utilizar para confirmar que los valores de DMI derivados del método principal de Nivel 2 son biológicamente realistas.

Tabla 9.  
**Cuadro 10.8 Contenido de nema de las dietas**

Ejemplos de contenido de nema de las dietas típicas con que se alimenta al ganado vacuno para la estimación de la ingesta de materia seca en las ecuaciones 10.17 y 10.18	
Tipo de dieta	NEma (MJ (kg materia seca)-1)
Dieta alta en granos > 90%	7.5 - 8.5
Forraje de alta calidad (p. ej., leguminosas y hierbas)	6.5 - 7.5
Forraje de moderada calidad (p. ej., leguminosas y hierbas de media estación)	5.5 - 6.5
Forraje de baja calidad (p. ej., paja, hierbas maduras)	3.5 - 5.5
Fuente: Estimaciones obtenidas a partir de modelos predictivos en NCR (1996); la NEma también se puede estimar utilizando la siguiente ecuación: $NEma = REM \times 18,45 \times DE\% / 100$ .	

Fuente: (IPCC 2006)  
Elaboración propia

### 1.6.1 Cálculo de ingesta de materia seca

Se estima que el promedio de alimentación del ganado lechero es entre el 10 y 12 por ciento de su peso vivo, la dieta del ganado en estudio es variada por lo que se calcula que el consumo de ray-grass está entre los 16 a 18 kg/día, en materia verde el cálculo de consumo diario de las 26 vacas lecheras oscila en los 288 kg/día. El consumo de avena y alfalfa es en menor proporción, alrededor de los 4 kg/día y un total de 104 kg de todo el ganado de la quinta. Por último el consumo de caña de maíz solo se lo suministra el momento del ordeño por lo que el consumo es alrededor de los 3 kg/día y un total 78 kg de todo el ganado.

$$DMI = 2,7789 \text{ Kg de materia seca.}$$

### 1.7 Módulo del estiércol.

Uno de los aspectos más importantes en el manejo de una quinta o hacienda lechera es la planificación eficaz de sus desperdicios, por el cual puede obtener beneficios potenciales o producir algún tipo de riesgo asociado a este. El estiércol de los animales puede ser almacenado o recogido, lo que puede producir olores que pueden producir molestias, por medio de la descomposición bacteriana del estiércol se originan GEI como el dióxido de carbono, gas metano, amoníaco, monóxido de carbono entre otros.

En el caso de la Quinta Magaly el estiércol es depositado directamente por las vacas al suelo y no se da un manejo a este, por lo que su descomposición se la realiza al aire libre y sus gases se emiten de manera directa, como se observa en la Fotografía 15.

En el modelo GLEAM (i) por lo tanto colocamos que el 100 % del estiércol es depositado de manera directa en un sistema basado en pastizales, a pesar de que al momento del ordeño las vacas depositan estiércol en el establo este solo se recoge y se vuelve a depositar en el pasto por lo que no se da un tratamiento a este.

Es importante recalcar la relevancia del estudio ya que no existe información acerca de la utilización del modelo en el país, por lo que no se puede comparar con otros casos de estudio similares para poder observar similitudes de manejo del ganado lechero.

La quinta por el número de cabezas de ganado no es representativa en la provincia de Cotopaxi, pero sirve como fuente experimental para la aplicación del modelo GLEAM.

### 1.8 Modulo de las asignaciones

Uno de los principios de la metodología es asignar las emisiones entre diferentes productos y salidas. El enfoque utilizado en GLEAM para asignar emisiones se describe en las siguientes secciones:

- Calcular la producción ganadera total (productividad de leche)

Productividad Total = Producción diaria \* Numero de vacas de producción \* 365 días

P. Total = 28 litros de leche/vaca/día \* 26 vacas de producción \* 365

P. Total = 265 720 litros/ año.

- Calcular las emisiones totales y la intensidad de emisión de cada producto

Las emisiones totales de diferentes etapas de la cadena de suministro, calculadas con los métodos descritos. Se agregan para estimar la cantidad total de emisiones para cada especie y sistema de producción. Estas emisiones totales son luego se asigna a los diferentes coproductos de cada cadena de suministro, siguiendo los métodos de asignación descritos.



## Capítulo tercero

### Análisis y discusión

#### 1.1 Resultados

Después de realizar la recolección de información de la quinta en estudio y poder aplicar el modelo GLEAM (i) se procede a detallar los resultados obtenidos de la siguiente manera.

En primer lugar analizó los resultados de las emisiones totales de la quinta de los diferentes gases de efecto invernadero obtenidos de modelamiento por medio del GLEAM (i).

En segundo lugar realizó una simulación del modelo GLEAM (i) con diferentes datos, cambiando la alimentación del ganado con alimentos altos en granos y un manejo de estiércol por compost, para analizar los datos obtenidos y comparar con los datos del análisis de la quinta. Cabe recalcar que los datos se presentan expresados en kgCO<sub>2</sub>-eq/año.

##### 1.1.1 Total de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Tabla 10  
Total de Emisiones de CO<sub>2</sub>

<b>Región</b>	Latin America and the Caribbean
<b>País</b>	Ecuador
<b>Nombre de simulación</b>	Quinta Magaly

Total de Emisiones de CO <sub>2</sub>						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> - eq/año	607.221.66 4	397.490

Fuente: Modelo GLEAM (i)

Elaboración propia

Por medio del análisis del modelamiento se determinó que anualmente se emiten 397 490 KgCO<sub>2</sub>/año, por parte de las 26 vacas lecheras que habitan la quinta en estudio.

### 1.1.2 Total de emisiones de N2O

Tabla 11.  
Total de Emisiones de N2O

Total de Emisiones de N2O						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total N2O	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	743 187.952	1 236.041

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

De acuerdo al modelamiento se estableció que existe un total de emisiones de N2O (óxido de nitrógeno) 1 236 041 KgCO<sub>2</sub>/año por parte de las 26 vacas lecheras.

### 1.1.3 Total de emisiones de CH4

Tabla 12.  
Total de Emisiones de CH4

Total de Emisiones de CH4						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CH4	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	2 469.579.61	10 787.209

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Por medio del modelamiento se estableció que existe un total de emisiones de CH4 (metano) 10 787 209 KgCO<sub>2</sub>/año por parte de las 26 vacas lecheras, es considerable el aumento de este gas, en gran medida se debe a que no se da alguna disposición final al estiércol y por la fermentación entérica debido al sistema digestivo del animal como se lo observa en la Tabla 12 y 13 respectivamente.

Tabla 13.  
Total de Emisiones de CH4 por fermentación entérica

Total de Emisiones por Fermentación Entérica						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: CH4 de fermentación entérica	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	2.350.897.459	7.332.512

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Tabla 14.  
**Total de Emisiones de CH4 por manejo de estiércol**

Total de Emisiones por manejo de estiércol						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: CH4 manejo de estiércol.	kg CO2- eq/año	118 682.153	3 454 697

Fuente: Modelo Gleam (i)  
 Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 14 se estable el total de emisiones de gases de efecto invernadero por parte del ganado vacuno en estudio como resultado se pudo resaltar que el gas que se emite de mayor manera es el metano, por fermentación entérica y por manejo de estiércol debido a que no existe un manejo adecuado a las excretas del ganado.

Tabla 15.  
**Total de Emisiones de GEI**

Total de Emisiones de GEI						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total GHG emisiones	kg CO2- eq/año	3 819.989.229	12 420 740

Fuente: Modelo Gleam (i)  
 Elaboración propia

## 1.2 Simulación del modelo GLEAM (i)

En las siguientes tablas se recopila los datos obtenidos en la simulación del modelo en el cual se ha modificado los datos de alimentación y del manejo del manejo de estiércol, en primer lugar se procedió a realizar un cambio en el cálculo de ingesta de materia seca con datos de acuerdo a la Tabla 9 en la cual se escoge una valoración para alimento alta en granos de mejor calidad.

$$DMI = 2,1816 \text{ Kg de materia seca}$$

Con los datos necesarios se realizó la simulación teniendo en cuenta que en cuanto al manejo de estiércol se toma al manejo del estiércol por medio de compost como una alternativa para la disposición de este desperdicio.

Tabla 16  
**Total de Emisiones de CO2**

<b>Región</b>	Latin America and the Caribbean
<b>País</b>	Ecuador
<b>Nombre de simulación</b>	Simulación manejo de estiércol y alimentación

Total de Emisiones de CO2						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO2	kg CO2- eq/año	607 221.664	1 232.634

Fuente: Modelo Gleam (i)  
 Elaboración propia

La producción de CO2 se da por la descomposición de la materia orgánica generada por el animal que se presenta en la producción de estiércol, esta materia degrada por bacterias anaerobias producen este y otros gases de GEI.

### 1.2.1 Total de emisiones de N2O

Tabla 17  
**Total de Emisiones de N2O**

Total de Emisiones de N2O						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total N2O	kg CO2- eq/año	743 187.952	2 795.555

Fuente: Modelo Gleam (i)  
 Elaboración propia

El N2O se produce a través de la nitrificación del estiércol; es decir, la oxidación del nitrógeno amoniacal para formar nitrógeno nitrato. El proceso de nitrificación ocurre cuando el estiércol es almacenado y tratado en condiciones aeróbicas. De igual manera, estas emisiones son favorecidas por el contenido de nitrógeno y carbono presente en el mismo estiércol, y la duración de su almacenamiento, el aumento de este gas de GEI se da por la producción de compostaje.

## 1.2.2 Total de emisiones de CH<sub>4</sub>

Tabla 18  
Total de Emisiones de CH<sub>4</sub>

Total de Emisiones de CH <sub>4</sub>						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CH <sub>4</sub>	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	2 469.579.612	6 565.827

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Tabla 19  
Total de Emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica

Total de Emisiones por Fermentación Entérica						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: CH <sub>4</sub> de fermentación entérica	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	2 350.897.45	3 264.870

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Tabla 20  
Total de Emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo de estiércol

Total de Emisiones por manejo de estiércol						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Valor de referencia	Valor de escenario
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: CH <sub>4</sub> de manejo estiércol.	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	118 682.153	1 036.087

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Los principales factores que inciden en las emisiones de CH<sub>4</sub> corresponden a la producción de estiércol por animal y a la porción que se descompone anaeróbicamente. Cuando el estiércol se almacena o procesa en forma líquida como purín se descompone anaeróbicamente y puede producir cantidades significativas de CH<sub>4</sub> que se dirigen a la atmósfera.

### 1.3 Comparación de resultados

Tabla 21  
Emisiones de CO<sub>2</sub>

Total de Emisiones de CO <sub>2</sub>						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Escenario	Simulación
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	397 490	1 232 634

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 21 los niveles de CO<sub>2</sub> aumentan con respecto al modelo de la quinta y la simulación, cabe recalcar que en la simulación el manejo de estiércol se lo realiza mediante compost de las excretas lo que implica la degradación anaeróbica de la materia orgánica, siendo esta de las posibles causas del aumento de este gas de GEI.

Tabla 22  
Emisiones de CH<sub>4</sub>

Total de Emisiones de CH <sub>4</sub>						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Escenario	Simulación
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> -eq/año	10 787.209	6 565.827

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

De acuerdo al análisis de la Tabla 22 los niveles de CH<sub>4</sub> disminuyen de manera muy notable, esto se debe a que en el modelo realizado a la quinta no se da tratamiento al manejo de estiércol, mientras que en la simulación se recoge estos desperdicios para realizar compostaje con este recurso y su vez al mejorar la alimentación del ganado como se tomó en cuenta para la simulación en la fermentación entérica este realiza que los niveles de metano se reduzca.

Tabla 23  
Emisiones de N2O

Total de Emisiones de N2O						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Escenario	Simulación
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO2	kg CO2- eq/año	1 236.041	2 795.555

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

En la realización de compostaje, como degradación de la materia orgánica por microorganismos, un efecto asociado a este es la formación de GEI como el óxido nitroso como se observa en la Tabla 23 este gas aumenta pero al realizar este proceso otros gases se disminuyen con respecto a los resultados en la simulación.

Tabla 24  
Total de emisiones de GEI

Total de Emisiones de GEI						
Especies	Sistema de Producción	Tipo de ganado	Variable	Unidades	Escenario	Simulación
Ganado	Sistema de pastizales	Lechero	EMSS: Total CO2	kg CO2- eq/año	12 420.740	10 594.016

Fuente: Modelo Gleam (i)  
Elaboración propia

Como resultados finales se evidencia una disminución en el total de emisiones de GEI en los resultados de la simulación realizada con respecto al modelo de la quinta en estudio, esto se debe principalmente al cambio en la dieta del ganado y del manejo de estiércol por ende es donde se tomara principalmente medidas en cuanto al planteamiento de las medidas de mitigación, analizando el costo para que sea factible la aplicación posteriormente.

#### 1.4 Propuesta de Medidas de mitigación

Se determinó las medidas de mitigación basados en las principales fuentes de emisiones, como es el manejo de estiércol del ganado y la alimentación del rumiante, analizando principalmente factores técnicos, económicos y ambientales, además se determinó estos factores ya que no se da un manejo de desechos sólidos y líquidos. La alimentación es un factor importante ya que no se ha implantado suplementos alimenticios en la dieta básica del ganado, de acuerdo a la clasificación de sistemas productivos del país, la quinta en estudio entra en la categoría de producción artesanal por la cantidad de ganado y la producción de leche y económica de la quinta.

#### **1.4.1 Manejo de estiércol.**

#### **1.4.2 Producción de Compost.**

Una medida de mitigación que podría ser aplicada dentro de la quinta en estudio para el manejo de estiércol, es la producción de compostaje a partir de los desechos sólidos del ganado vacuno, esta técnica se basa en la biodegradación de la materia orgánica.

Ambientalmente es esta técnica reduce las emisiones de CH<sub>4</sub> de la degradación del estiércol, pero como un gas asociado a este se produce emisiones de N<sub>2</sub>O. (Clemens 2006). El producto obtenido del compost genera menos, malos olores, tanto durante el almacenamiento como en la aplicación al campo, que el estiércol fresco. (Jaramillo y Zapata 2008), permite reducir el uso de pesticidas.

Económicamente esta técnica resulta menos costoso que otras alternativas, especialmente si se considera todo el ciclo de la deyección ganadera,

Técnicamente no se necesita un alto conocimiento técnico para la aplicación de esta medida, reduce el espacio necesario para el almacenamiento, porque reduce la masa y el volumen del estiércol, es más fácil de manejar y de distribuir.

#### **1.4.3 Estabulación.**

Esta medida utilizada para estabular animales de granja no afectan directamente los procesos que generan emisiones de NH<sub>3</sub> y de CH<sub>4</sub>; sin embargo, el tipo de construcción utilizada determina el método empleado para almacenar y procesar el estiércol y eventualmente las camas. De esta manera, el diseño del establo puede tener un impacto directo significativo en las emisiones del NH<sub>3</sub> y del CH<sub>4</sub> del estiércol animal. (FAO 2000).

En la quinta en estudio no se podría aplicar esta medida ya que el número de vacas es muy pequeño, esta técnica se recomienda en haciendas que tienen alrededor de 300 a 500 cabezas de ganado vacuno, la inversión económica para la construcción de establos es elevada por lo cual la quinta no cuenta con los recursos necesarios.

## **1.5 Cambios en la dieta del ganado.**

### **1.5.1. Alimentación de precisión**

Como se pudo demostrar en la simulación del modelo GLEAM los cambios en la dieta alimenticia del ganado tuvo un cambio significativo en las emisiones de GEI, esta medida se puede aplicar en la quinta en estudio, esta técnica precisa conocer la bromatología del alimento para saber dónde tiene más proteína y energía.

En nutrición animal, la alimentación de precisión puede tener diferentes dimensiones, pero desde un punto de vista práctico y de la perspectiva de la sostenibilidad de la granja, el concepto hace referencia a la satisfacción de los requerimientos nutricionales del animal con el suministro de los nutrientes en la alimentación (Godfray 2011).

La alimentación de precisión requiere recursos alimenticios, equipo y disciplina en la gestión de los sistemas intensivos de producción animal.

Para la aplicación de la alimentación de precisión, los agricultores de subsistencia enfrentan a diversos obstáculos que se originan en la falta de comprensión de los requerimientos nutricionales de los animales de razas nativas multipropósito, en la poca calidad de sus recursos alimenticios y en la imposibilidad de acceso a los servicios de análisis de los alimentos (FAO 2000).

### **1.5.2 Intensificación de la dieta a través de agroforestería.**

Cambiar la dieta del animal con una de mayor calidad para los rumiantes reduce las emisiones de metano por unidad de leche y carne y aumenta el rendimiento de estos productos (FAO 2009). Para la quinta en estudio esta medida podría ser aplicada para mejorar la producción de la misma, económicamente no se necesita una inversión elevada.

En el caso de la región sierra el uso de aliso, un árbol de tamaño mediano perteneciente a la familia *Betulacea*, ampliamente distribuido en micro cuencas del Altiplano es una especie que fija nitrógeno al suelo a través de los nódulos que posee en las raíces superficiales, se utiliza en las fincas como cortina rompe vientos y para sombra, las hojas por su alto contenido de proteína y el grado de aceptación por parte de los

animales, constituyen una excelente fuente de forraje de emergencia para la alimentación del ganado.

## Conclusiones y recomendaciones

La aplicación del modelo GLEAM (i) elaborado por FAO es muy práctico en la contabilidad de GEI de los sistemas de producción agrícola y ganadera, teniendo siempre en cuenta que con un número limitado de cabezas de ganado los datos pueden verse alterados.

En cuanto a la aplicación del compostaje como una medida de mitigación se tiene que tomar en cuenta que como efecto asociado a este se emite mayor cantidad de N<sub>2</sub>O gas que tiene mayor grado de radiactividad en comparación de otros gases de GEI, por lo cual se recomienda el uso de plantas nitrificadores como el aliso para aprovechamiento de este recurso generado del estiércol vacuno. Esta medida es la que más se acopla a las necesidades de la quinta ya que no se necesita una inversión elevada, permitiendo un manejo a los desechos que no son tratados.

La realización de una simulación con diferentes variables en la alimentación y el manejo de estiércol del ganado, marco una reducción en GEI por lo cual es la base para la reducción de emisiones con la aplicación de medidas de mitigación y las prácticas de agroforestería. La implementación de estrategias para mitigar las emisiones de metano y óxido nitroso en ganadería mejora la eficiencia productiva, brinda una mayor capacidad de adopción si también mejoran la rentabilidad económica de las haciendas que han optado por ponerlas en práctica.

La combinación de sistemas silvopastoriles tradicionales en la quinta es beneficiosa por la integración de un mejor manejo de recursos que utilizan poca tecnología a bajo costo de implantación, como la alimentación de árboles a base de familia *Betulacea* que se pueden encontrar en la región sierra.

La alimentación de precisión podría implementarse en la quinta conociendo la bromatología de los alimentos que son consumidos por el ganado, a su vez esto mejoraría para obtener la mayor cantidad de proteína y energía para el aumento de la producción del ganado vacuno.

La estabulación como técnica para el manejo de desechos en la quinta no podría aplicarse por el número pequeño de cabezas de ganado, también necesita una inversión

económica alta por lo cual esta técnica se recomendaría aplicarse en haciendas que superen las 300 cabezas de ganado.

## Bibliografía

- Benavides, León. 2007. "Información Técnica sobre gases de efecto Invernadero y el Cambio Climático". Accedido 15 de septiembre de 2017. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>.
- Berra, Fisnter. 2002. "Emisión de gases de efecto invernadero; influencia de la ganadería Argentina" Accedido 5 septiembre de 2017. [http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/50-efecto\\_invernadero.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/50-efecto_invernadero.pdf).
- Caballero, Lozano y Ortega. 2007. "Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra". Universidad Nacional Autónoma de México. 20 septiembre de 2017. [http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct\\_art78.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf).
- Campo-cyl.."Campo-Cyl". Accedido 2 de abril de 2017 parr. 4 <https://www.campocyl.es>
- Cedeño, J. 2005. "Alternativas eco-amigables para el uso de estiércol bovino." Accedido 24 septiembre de 2017. <http://www.engormix.com>.
- Centro Nacional de Agroforestería. "Qué es la Agroforestería". Nebraska, 2010. [www.unl.edu/nac](http://www.unl.edu/nac).
- Cipagauta, Andrade. 1997. "Sistemas silvopastoriles: una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la amazonia". Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. 1997. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4024>
- Covencion Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climatico. 1992."Las partes en la presente convencion. Accedido 15 de septiembre de 2017. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
- Comunicación Nacional del Ecuador. 2001."Ministerio del Ambiente". Accedido 15 de septiembre 2017. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc1s.pdf>

- Clemens, J., Trimborn, M., Weiland, P. y Amon, B. 2006. "Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry" Accedido 20 de junio 2018. <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>.
- Farfán N. V., F. 2014. *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Manizales: Caldas, 2014.
- FEDNA. (2016). "Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal". Accedido 6 de mayo del 201. <https://www.fundacionfedna.org>.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. y Toulmin, C. 2011. "Food Security: The challenge of feeding 9 billion people". *Science* 327: 812–818.
- IICA. (2016). "Estabulación y usos de sistemas silvopastoriles en República Dominicana" Accedido 26 de enero del 2019. <http://www.iica.int/es/publications/establecimiento-y-uso-de-sistemas-silvopastoriles-en-rep%C3%BAblica-dominicana>
- INATEC. (2016). "nutrición animal". Accedido 5 de mayo del 2018. <https://www.jica.go.jp>
- Isch, E. 2012. "El Cambio Climático y la Gestión de Páramos". Camare. [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio\\_climatico\\_09-web.pdf](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf)
- INEC. 2015. "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua". Accedido 4 de septiembre 2017. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura/2015/Presentacion\\_informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2015/Presentacion_informacion_ambiental_en_la_agricultura_2015.pdf)
- INEC. 2016. "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)". Accedido 4 de mayo 2017. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura/2015/Presentacion\\_informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2015/Presentacion_informacion_ambiental_en_la_agricultura_2015.pdf)
- IPCC. 1995. "Intergovernmental Panel on Climate Change". Accedido 05 mayo 2017. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/FAVEveterinaria/article/download/1479/2359>

- IPCC. 2006. "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero". Accedido mayo 05 2017. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol1.html>.
- Jaramillo y Zapata .2008. "Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia" Accedido 04 junio 2017. <http://tesis.udea.edu.com>
- Johnso, Westbeg, J. J. Michal, and M. Cossalman. 2007. "Measuring Methane Emission of Ruminants by in Vitro and in Vivo Techniques.". En *Measuring Methane Production from Ruminants*, Science, 33-67. Vienna: Harinder.
- Jung, H.G. y Allen, M.S. 1995. "Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants". Consultado 8 agosto 2018. <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>.
- Keady, T.W.J., Marley, C.M. y Scollan, N.D. 2012. "Grass and alternative forage silages for beef cattle and sheep: effects on animal performance". In *K. Kuoppala, M. Rinne y A. Vanhatalo*, edited by Actas de la XVI International Silage Conference. Hameenlinna, Finlandia, 152–165. University of Helsinki: MTT Agrifood Research Finland.
- Manterola, Hector. 2012. "Manejo nutricional y composición de la leche. El desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. Una necesidad de corto plazo". Accedido 15 de junio 2018. <file:///C:/Users/user/Downloads/nutricion%20del%20rebanos%20lecheropara%20la%20produccion%20de%20solidos.pdf>
- Manterola H, Cerda D, Mira Jorge. (1999). *Los residuos agrícolas y sus en la alimentación de rumiantes*. Chile: Universidad de Chile.
- Ministerio del Ambiente. 2017. "Tercera Comunicación Nacional" Accedido 5 de junio 2017.<http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior.2016. "Perfil sectorial de lácteos y cárnicos". . Accedido 5 de junio 2017. [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/proec\\_psi2016\\_lacteos.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/proec_psi2016_lacteos.pdf).

- Ministerio de Comercio Exterior.2016. "Perfil sectorial de lácteos y cárnicos" Accedido 5 de junio 2017. <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/principales-productos-de-la-oferta-exportable-de-ecuador/>.
- Segunda Comunicacion Nacional Sobre Cambio Climatico. 2011. Accedido 5 de junio 2017. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf>
- Rodríguez, Mance.2009. "Cambio climático: lo que está en juego". Foro Nacional Ambiental. Accedido 5 de agosto 2017 <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000. "Estado mundial de la agricultura y la alimentacion" . <http://www.fao.org/docrep/017/x4400s/x4400s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. "El estado mundial de la agricultura y la alimentación" Accedido 5 de junio 2017. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. "Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación". Accedido 5 de junio 2017. <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2011. *World Livestock*. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2014. "Emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra America Latina y el Caribe". Accedido 5 de junio 2017. <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-GHG-LatinAmerica-es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2016. "Global livestock environmental assessment model". Accedido 5 de junio 2017. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/gleam/docs/GLEAM\\_2.0\\_Model\\_description.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf)

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2013. " Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera". Accedido 26 de enero 2019. <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2018. " Ganadería Climáticamente Inteligente". Accedido 26 de enero 2019. <http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1128260/>
- Perúláctea. 2016. " Proyecto Ecuatoriano de Ganadería Sostenible para Enfrentar el Cambio Climático". Accedido 26 de enero 2019. <http://www.perulactea.com/2016/09/05/proyecto-ecuadoriano-de-ganaderia-sostenible-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>
- Zeman, C., Depken, D. y Rich, M. 2002. "Composting process impacts greenhouse gas emissions and global warming". Accedido 5 de junio 2017 <<http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>



## Anexos

### Anexo 1. Modelo GLEAM (i) de la quinta en estudio.

Food and Agriculture Organization of the United Nations

GLEAM-i Ver. 2.0 Rev. 3 March 2017

START HERD FEED MANURE RESULTS

# GLEAM-i

GLOBAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL ASSESSMENT MODEL - *i* nteractive

**WELCOME TO GLEAM-i**  
We are glad to present GLEAM-i, a robust, user-friendly simulation tool for the environmental assessment of the livestock sector. GLEAM-i is based on the Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) Version 2. It includes its default parameters and most important features, such as LCA methodology and IPCC Tier 2 algorithms for herd dynamics and enteric fermentation, for instance. For more information on the GLEAM model, visit the website [here](#).

**GLEAM-i BASICS**  
GLEAM-i is structured in three modules that represent the main stages of livestock production. The HERD, FEED and MANURE modules simulate the herd dynamics, the feed ration and the manure management systems, respectively. Users can navigate between the different modules by clicking directly in the intended module button or by using the NEXT and PREVIOUS orange arrows. Active pages are always highlighted in green, as depicted in the example on the right.

HERD FEED  
CATTLE BUFFALOES

**STEP 1** Type a name for your simulation

**STEP 2** Select your target region

**STEP 3** Select your target country

**STEP 4** START THE SIMULATION

**PROVIDING FEEDBACK**  
Although intensive efforts have been made to collect and use the best available data, the GLEAM team kindly invites you to send any comments or suggestions regarding the accuracy and representativity of the data included at the contact email provided in the website.

**DISCLAIMER**  
The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitations of its frontiers or boundaries. FAO declines all responsibility for errors or deficiencies in the product or the documentation accompanying it. FAO also declines any responsibility for updating the data and assumes no responsibility for errors and omissions in the data provided. Users are, however, kindly asked to



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

Country selected  
**Ecuador**

START

HERD

FEED

MANURE

RESULTS

CATTLE

BUFFALOES

SHEEP

GOATS

PIGS

CHICKEN

NEXT

NON-FEEDLOT

FEEDLOT

## HERD MODULE - CATTLE

### INSTRUCTIONS

This module simulates the structure and dynamics of the herd. **BOX 1** contains the data on total and reproductive animals. In **Box 2** users can modify the parameters that simulates the behavior of the herd.

Default values for all the variables are based on the selected country. Users can modify and set new values in the *Baseline* and *Scenario* cells, as shown on the right. If no changes are made, *Baseline* and *Scenario* use *Default* values for the simulation.

Default	1.25
Baseline	1.30
Scenario	2.42

### PRODUCTION SYSTEM DEFINITIONS

**Grassland based systems**  
Systems in which more than 10 percent of animal feed is produced in the farm and the average stocking rate is less than 10 livestock units (LSU) per hectare of agricultural land.

**Mixed farming systems**  
Systems in which more than 10 percent of animal feed comes from crop by-products or more than 10 percent of the production value is of non-livestock activities.

Source: **Sere & Steinfeld**, *World livestock production systems*, FAO, 1996

### BOX 1 ANIMAL NUMBERS

**Total animal numbers**  
Total animal numbers (calves, young and adult) calculated from the reproductive adults below and the herd parameters from Box 2.

**Adult reproductive females**  
Number of adult reproductive females in the herd. Unit: heads

**Adult reproductive males**  
Number of adult reproductive males in the herd. Unit: heads

DAIRY		BEEF	
Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
777.762	2.236.319	566.072	1.575.013
777.734	2.236.386	566.094	1.575.054
60	-	-	-
314.034	890.657	231.145	614.501
314.034	890.657	231.145	614.501
26	-	-	-
3.140	8.907	9.246	24.580
3.140	8.907	9.246	24.580
5	-	-	-

### BOX 2 HERD PARAMETERS

**Age at first calving**  
Average age at which reproductive females have the first calf. Unit: months

**Fertility of adult females**  
Average percentage of successful adult female parturitions. This includes young that die before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of young females**  
Annual average rate of non-intended young female deaths before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of young males**  
Annual average rate of non-intended young male deaths before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of adult animals**  
Annual average rate of non-intended adult animals' deaths after reaching maturity. Unit: percentage

**Adult females replacement**  
Annual average rate of reproductive adult females replacement. Unit: percentage

**Weight at birth**  
Average live weight of calves at birth. Unit: kilograms

**Weight of adult females**  
Average live weight of reproductive adult females once they reach maturity. Unit: kilograms

**Weight of adult males**  
Average live weight of reproductive adult males once they reach maturity. Unit: kilograms

**Weight of fattening females**  
Average slaughter live weight of fattening females. Unit: kilograms

**Weight of fattening males**  
Average slaughter live weight of fattening males. Unit: kilograms

**Milk yield**  
Annual average milk production of milking adult females. Unit: kilograms

**Milk fat content**  
Average milk fat content. Unit: percentage

**Milk protein content**  
Average milk total protein content. Unit: percentage

DAIRY		BEEF	
Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
30	31	40	43
30	31	40	43
27	-	-	-
76,0	82,0	70,0	70,0
76,0	82,0	70,0	70,0
100,0	-	-	-
20,0	20,0	20,0	20,0
20,0	20,0	20,0	20,0
0,9	-	-	-
20,0	20,0	20,0	20,0
20,0	20,0	20,0	20,0
-	-	-	-
10,0	10,0	10,0	10,0
10,0	10,0	10,0	10,0
0,9	-	-	-
28,0	19,0	15,0	15,0
28,0	19,0	15,0	15,0
-	-	-	-
39	37	33	26
39	37	33	26
35	-	-	-
580	550	500	390
580	550	500	390
250	-	-	-
754	715	650	507
754	715	650	507
-	-	-	-
550	550	410	320
550	550	410	320
-	-	-	-
550	550	410	320
550	550	410	320
-	-	-	-
4.720	4.720	-	-
4.720	4.720	-	-
265.720	-	-	-
4,10	4,10	-	-
4,10	4,10	-	-
5,90	-	-	-
3,20	3,20	-	-
3,20	3,20	-	-
4,20	-	-	-



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

GLEAM-*i*  
Ver. 2.0 Rev. 3  
March 2017

Country selected:  
Ecuador

START

HERD

FEED

MANURE

RESULTS

PREVIOUS

CATTLE

BUFFALOES

SHEEP

GOATS

PIGS

CHICKEN

NEXT

DAIRY

BEEF

FEEDLOT

<u>RATION PERCENTAGES OVERVIEW</u>		Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
GRASSLAND SYSTEMS	Baseline ration (%)	100,0	100,0	100,0
	Scenario ration (%)	8,1	-	-
MIXED SYSTEMS	Baseline ration (%)	100,0	100,0	100,0
	Scenario ration (%)	5,5	-	3,8

FEED MODULE - DAIRY CATTLE

**INSTRUCTIONS**

The feed module shows the share of individual feedstuffs in the diet. Information is organized into three sections. An overview of ration's total percentage can be found at the top of the page, helping users to adjust to 100% when changes are made to the diet. Box 1 shows a *Summary ration*, organized by main feed categories (roughages, grains and agro-industrial by-products). The list of individual feed components is displayed in Box 2, *Detailed ration* section. Here, users can modify the individual share of each feedstuff, effectively changing the digestibility, energy and nitrogen content of the ration. Note that 'Grassland' and 'Mixed' systems are located in Boxes 1a & 2a and 1b & 2b, respectively.

Default values for all the variables are shown based on the targeted country. Users can modify and set new values in the *Baseline* and *Scenario* cells, as shown on the right. If no changes are made, *Baseline* and *Scenario* use *Default* values for the

Default	1.25
Baseline	1.30
Scenario	2.42

BOX 1a

SUMMARY RATION

Grassland based systems

MODIFY the RATION

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
Roughages	75,0	96,0	82,0
Grains	7,0	-	3,5
Agro-industrial by-products	18,0	4,0	14,5
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

Roughages  
Includes natural or cultivated grass (fresh, hay or silage) and fibrous materials. Unit: percentage over DM intake.

Grains  
Includes grains from wheat, barley, oats, maize, sorghum, etc. Unit: percentage over DM intake.

Agro-industrial by-products  
Includes agro-industry by-products such as brans and cakes. Unit: percentage over DM intake.

BOX 1b

SUMMARY RATION

Mixed farming systems

MODIFY the RATION

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
Roughages	75,0	96,0	82,0
Grains	7,0	-	3,5
Agro-industrial by-products	18,0	4,0	14,5
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

Roughages  
Includes natural or cultivated grass (fresh, hay or silage) and fibrous materials. Unit: percentage over DM intake.

Grains  
Includes grains from wheat, barley, oats, maize, sorghum, etc. Unit: percentage over DM intake.

Agro-industrial by-products  
Includes agro-industry by-products such as brans and cakes. Unit: percentage over DM intake.

DAIRY CATTLE - DETAILED RATION - Grassland

## BOX 2a

## DETAILED RATION

## Grassland based systems

Go back to

**Fresh grass**

Any type of natural or cultivated grass that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from grass**

Hay or silage from any type of natural or cultivated grass. Unit: percentage over DM intake

**Fresh mixture of grass and legumes**

Mixture of any type of grass and leguminous plants that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from grass and legumes**

Hay or silage from the mixture of grass and leguminous plants. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from alfalfa (lucerne)**Hay or silage from alfalfa (*Medicago sativa*). Unit: percentage over DM intake**Silage from whole grain plants**

Silage from wheat, barley, sorghum, rye or oats plants. Unit: percentage over DM intake

**Silage from whole maize plant**Silage from entire plants of maize (*Zea mays*). Unit: percentage over DM intake**Crop residues from wheat**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from wheat cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from maize**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from maize cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from millet**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from millet cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from sorghum**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sorghum cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from rice**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from rice cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from other grains**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from barley, oats or rye cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from sugarcane**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sugarcane cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Fodder beet**Fodder beet (*Beta vulgaris*), also known as mangel beet or field beet. Unit: percentage over DM intake**Maize**Grains from maize (*Zea mays*). Unit: percentage over DM intake**Grains**Grain from wheat (*Triticum*), barley (*Hordeum*), oat (*Avena*), rye (*Secale*) or sorghum (*Sorghum*). Unit: percentage over DM intake

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
	3,5	4,5	3,8
	3,5	4,5	3,8
	2,7	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	2,7	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	4,0	5,1	4,3
	4,0	5,1	4,3
	-	-	-
	5,9	7,6	6,5
	5,9	7,6	6,5
	2,7	-	-
	4,2	5,4	4,6
	4,2	5,4	4,6
	-	-	-
	2,8	3,6	3,0
	2,8	3,6	3,0
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	5,8	7,5	6,4
	5,8	7,5	6,4
	-	-	-
	7,1	9,1	7,8
	7,1	9,1	7,8
	-	-	-
	2,8	3,6	3,1
	2,8	3,6	3,1
	-	-	-
	8,6	11,0	9,4
	8,6	11,0	9,4
	-	-	-
	1,9	2,5	2,1
	1,9	2,5	2,1
	-	-	-
	2,0	-	1,0
	2,0	-	1,0
	-	-	-
	5,0	-	2,5
	5,0	-	2,5
	-	-	-

<b><u>By-products from soy</u></b>	1,5	0,1	1,0
By-products from soy oil production, commonly referred to as 'soy cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,5	0,1	1,0
	-	-	-
<b><u>By-products from rape (canola)</u></b>	0,7	0,2	0,6
By-products from canola oil production, commonly referred to as 'canola cakes'. Unit: percentage over DM intake	0,7	0,2	0,6
	-	-	-
<b><u>By-products from cottonseed</u></b>	1,1	0,3	0,9
By-products from cottonseed oil production, usually referred to as 'cottonseed cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,1	0,3	0,9
	-	-	-
<b><u>By-product from sugar beet</u></b>	-	-	-
Remaining material after the juice extraction for sugar production. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Oil palm kernel expeller</u></b>	2,3	0,6	2,0
By-products from the production of kernel palm oil, commonly referred to as 'kernel expeller'. Unit: percentage over DM intake	2,3	0,6	2,0
	-	-	-
<b><u>Molasses</u></b>	9,3	2,5	8,1
By-product from the production of sugar. It is a dark, viscous and sugar-rich material. Unit: percentage over DM intake	9,3	2,5	8,1
	-	-	-
<b><u>Maize gluten meal</u></b>	0,5	-	0,3
By-product from maize processing. It is a protein-rich feed (about 65% crude protein). Unit: percentage over DM intake	0,5	-	0,3
	-	-	-
<b><u>Maize gluten feed</u></b>	-	-	-
By-product from maize processing. It is mainly maize brans, with about 25% crude protein. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Dry by-product from grain industries</u></b>	2,5	0,3	1,6
By-products from dry grain industries such as brans, middlings, etc. Unit: percentage over DM intake	2,5	0,3	1,6
	-	-	-
<b><u>Wet by-product from grain industries</u></b>	-	-	-
By-products from wet grain industries such as biofuels, distilleries, breweries, etc. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-

[Go back to](#)

## DAIRY CATTLE - DETAILED RATION - Mixed

### BOX 2b

#### DETAILED RATION

[Go back to](#)

#### Mixed farming systems

##### Fresh grass

Any type of natural or cultivated grass that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

##### Hay or silage from grass

Hay or silage from any type of natural or cultivated grass. Unit: percentage over DM intake

##### Fresh mixture of grass and legumes

Mixture of any type of grass and leguminous plants that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

##### Hay or silage from grass and legumes

Hay or silage from the mixture of grass and leguminous plants. Unit: percentage over DM intake

##### Hay or silage from alfalfa (lucerne)

Hay or silage from alfalfa (*Medicago sativa*). Unit: percentage over DM intake

##### Silage from whole grain plants

Silage from wheat, barley, sorghum, rye or oats plants. Unit: percentage over DM intake

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
	3,5	4,5	3,8
	3,5	4,5	3,8
	2,7	-	3,8
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	4,0	5,1	4,3
	4,0	5,1	4,3

	-	-	-
<b><u>Silage from whole maize plant</u></b>	5,9	7,6	6,5
Silage from entire plants of maize ( <i>Zea mays</i> ). Unit: percentage over DM intake	5,9	7,6	6,5
	-	-	-
<b><u>Crop residues from wheat</u></b>	4,2	5,4	4,6
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from wheat cultivation. Unit: percentage over DM intake	4,2	5,4	4,6
	-	-	-
<b><u>Crop residues from maize</u></b>	2,8	3,6	3,0
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from maize cultivation. Unit: percentage over DM intake	2,8	3,6	3,0
	-	-	-
<b><u>Crop residues from millet</u></b>	-	-	-
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from millet cultivation. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Crop residues from sorghum</u></b>	5,8	7,5	6,4
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sorghum cultivation. Unit: percentage over DM intake	5,8	7,5	6,4
	-	-	-
<b><u>Crop residues from rice</u></b>	7,1	9,1	7,8
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from rice cultivation. Unit: percentage over DM intake	7,1	9,1	7,8
	-	-	-
<b><u>Crop residues from other grains</u></b>	2,8	3,6	3,1
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from barley, oats or rye cultivation. Unit: percentage over DM intake	2,8	3,6	3,1
	2,8	-	-
<b><u>Crop residues from sugarcane</u></b>	8,6	11,0	9,4
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sugarcane cultivation. Unit: percentage over DM intake	8,6	11,0	9,4
	-	-	-
<b><u>Fodder beet</u></b>	1,9	2,5	2,1
Fodder beet ( <i>Beta vulgaris</i> ), also known as mangel beet or field beet. Unit: percentage over DM intake	1,9	2,5	2,1
	-	-	-
<b><u>Maize</u></b>	2,0	-	1,0
Grains from maize ( <i>Zea mays</i> ). Unit: percentage over DM intake	2,0	-	1,0
	-	-	-
<b><u>Grains</u></b>	5,0	-	2,5
Grain from wheat ( <i>Triticum</i> ), barley ( <i>Hordeum</i> ), oat ( <i>Avena</i> ), rye ( <i>Secale</i> ) or sorghum ( <i>Sorghum</i> ). Unit: percentage over DM intake	5,0	-	2,5
	-	-	-
<b><u>By-products from soy</u></b>	1,5	0,1	1,0
By-products from soy oil production, commonly referred to as 'soy cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,5	0,1	1,0
	-	-	-
<b><u>By-products from rape (canola)</u></b>	0,7	0,2	0,6
By-products from canola oil production, commonly referred to as 'canola cakes'. Unit: percentage over DM intake	0,7	0,2	0,6
	-	-	-
<b><u>By-products from cottonseed</u></b>	1,1	0,3	0,9
By-products from cottonseed oil production, usually referred to as 'cottonseed cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,1	0,3	0,9
	-	-	-
<b><u>By-product from sugar beet</u></b>	-	-	-
Remaining material after the juice extraction for sugar production. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Oil palm kernel expeller</u></b>	2,3	0,6	2,0
By-products from the production of kernel palm oil, commonly referred to as 'kernel expeller'. Unit: percentage over DM intake	2,3	0,6	2,0
	-	-	-
<b><u>Molasses</u></b>	9,3	2,5	8,1
By-product from the production of sugar. It is a dark, viscous and sugar-rich material. Unit: percentage over DM intake	9,3	2,5	8,1
	-	-	-
<b><u>Maize gluten meal</u></b>	0,5	-	0,3
By-product from maize processing. It is a protein-rich feed (about 65% crude protein). Unit: percentage over DM intake	0,5	-	0,3
	-	-	-



**Food and Agriculture Organization  
of the United Nations**

**GLEAM-i**  
Ver. 2.0 Rev. 3  
March 2017

Country selected  
**Ecuador**

START

HERD

FEED

MANURE

RESULTS

PREVIOUS

CATTLE

BUFFALOESH

SHEEP

GOATS

PIGS

CHICKEN

NEXT

NON-FEEDLOT

FEEDLOT

**MANURE SYSTEMS OVERVIEW**

		DAIRY		BEEF	
		Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
<b>TOTAL PERCENTAGE</b>	Baseline conditions (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
	Scenario conditions (%)	100,0	-	-	-

## MANURE MODULE - CATTLE

**INSTRUCTIONS**

The manure module contains the information on how manure is stored and handled. Manure management systems are taken from IPCC guidelines. For a complete definition, please check the [User guide](#). Users will find default values for each production system and herd type. Any of those values can be changed, affecting methane and nitrous oxide emissions from manure.

Default values for all the variables are shown based on the targeted country. Users can modify and set new values in the **Baseline** and **Scenario** cells, as shown on the right. If no changes are made, **Baseline** and **Scenario** use **Default** values for the simulation.

Default	1.25
Baseline	1.30
Scenario	2.42

**BOX 1**

**MMS PERCENTAGES**

		DAIRY		BEEF	
		Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
<b>Pasture/Range/Paddock</b>	Manure is allowed to lie as deposited, and is not managed. Unit: percentage over total manure	33,0	33,0	33,0	33,0
		33,0	33,0	33,0	33,0
		100,0	-	-	-
<b>Daily spread</b>	Manure is routinely removed from a confinement facility and is applied to cropland or pasture within 24 hours of excretion. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Solid storage</b>	Manure is stored for some months in unconfined piles or stacks due to the presence of a sufficient amount of bedding material or loss of moisture. Unit: percentage over total manure	67,0	67,0	67,0	67,0
		67,0	67,0	67,0	67,0
		-	-	-	-
<b>Dry lot</b>	Manure is stored in an open confinement area without any significant vegetative cover where accumulating manure may be removed periodically. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Liquid/Slurry</b>	Manure is stored as excreted or with minimal addition of water in tanks or earthen ponds outside the animal housing, usually for less than a year. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Uncovered anaerobic lagoon</b>	Liquid storage system designed and operated to combine waste stabilization and storage, the length of which can vary. Water can be recycled. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Burned for fuel</b>	The dung and urine are excreted in the fields. The sun dried dung cakes are burned for fuel. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Composting</b>	The dung and urine are managed through biological oxidation, usually with another organic bedding, at thermophilic temperatures. Unit: percentage over total manure	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>Anaerobic digester</b>	Manure is anaerobically digested in different types of containers or in covered lagoons. Unit: percentage over total manure. <b>Note:</b> GLEAM-i gives CH <sub>4</sub> emissions as a default 10% leakage of the CH <sub>4</sub> produced.	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-

## Anexo 2. Simulación GLEAM (i), mejora de alimentación y manejo de estiércol

Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

**GLEAM-i**  
 Ver. 2.0 Rev. 3  
 March 2017

START

HERD

FEED

MANURE

RESULTS

# GLEAM-i

GLOBAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL ASSESSMENT MODEL - *i*nteractive

**WELCOME TO GLEAM-i**

We are glad to present GLEAM-i, a robust, user-friendly simulation tool for the environmental assessment of the livestock sector. GLEAM-i is based on the Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) Version 2. It includes its default parameters and most important features, such as LCA methodology and IPCC Tier 2 algorithms for herd dynamics and enteric fermentation, for instance. For more information on the GLEAM model, visit the website [here](#).

**GLEAM-i BASICS**

GLEAM-i is structured in three modules that represent the main stages of livestock production. The **HERD**, **FEED** and **MANURE** modules simulate the herd dynamics, the feed ration and the manure management systems, respectively. Users can navigate between the different modules by clicking directly in the intended module button or by using the **NEXT** and **PREVIOUS** orange arrows. Active pages are always highlighted in green, as depicted in the example on the right.

HERD

FEED

CATTLE

BUFFALOES

STEP 1

Type a name for your simulation

*Simulacion*

STEP 2

Select your target region

*Latin America and the Caribbean*

STEP 3

Select your target country

*Ecuador*

STEP 4

START THE SIMULATION

**PROVIDING FEEDBACK**

Although intensive efforts have been made to collect and use the best available data, the GLEAM team kindly invites you to send any comments or suggestions regarding the accuracy and representativity of the data included at the contact email provided in the website.

**DISCLAIMER**

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitations of its frontiers or boundaries. FAO declines all responsibility for errors or deficiencies in the product or the documentation accompanying it. FAO also declines any responsibility for updating the data and assumes no responsibility for errors and omissions in the data provided. Users are, however, kindly asked to



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

GLEAM-*i*  
Ver. 2.0 Rev. 3  
March 2017

Country selected  
**Ecuador**

START

HERD

FEED

MANURE

RESULTS

CATTLE

BUFFALOES

SHEEP

GOATS

PIGS

CHICKEN

NEXT

NON-FEEDLOT

FEEDLOT

## HERD MODULE - CATTLE

**INSTRUCTIONS**

This module simulates the structure and dynamics of the herd. **Box 1** contains the data on total and reproductive animals. In **Box 2** users can modify the parameters that simulate the behavior of the herd.

Default values for all the variables are based on the selected country. Users can modify and set new values in the **Baseline** and **Scenario** cells, as shown on the right. If no changes are made, **Baseline** and **Scenario** use Default values for the simulation.

<b>Default</b>	1.25
<b>Baseline</b>	1.10
<b>Scenario</b>	2.42

**PRODUCTION SYSTEM DEFINITIONS**

**Grassland based systems**  
Systems in which more than 10 percent of animal feed is produced in the farm and the average stocking rate is less than 1.0 livestock units (LSU) per hectare of agricultural land.

**Mixed farming systems**  
Systems in which more than 10 percent of animal feed comes from crop by-products or more than 10 percent of the production value is of non-livestock activities.

Source: Verre & Steinfeld, World livestock production systems, FAO, 1996

**BOX 1 ANIMAL NUMBERS**

**Total animal numbers**  
Total animal numbers (calves, young and adult) calculated from the reproductive adults below and the herd parameters from Box 2.

**Adult reproductive females**  
Number of adult reproductive females in the herd. Unit: heads

**Adult reproductive males**  
Number of adult reproductive males in the herd. Unit: heads

	DAIRY		BEEF	
	Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
	777,762	2,218,319	566,072	1,576,013
	777,724	2,236,386	566,094	1,575,054
	60	-	-	-
	314,034	890,657	231,145	614,501
	314,094	890,657	231,145	614,501
	26	-	-	-
	3,140	8,907	9,246	24,580
	3,140	8,907	9,246	24,580
	5	-	-	-

**BOX 2 HERD PARAMETERS**

**Age at first calving**  
Average age at which reproductive females have the first calf. Unit: months

**Fertility of adult females**  
Average percentage of success of adult female parturitions. This includes young that die before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of young females**  
Annual average rate of non-intended young female deaths before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of young males**  
Annual average rate of non-intended young male deaths before reaching maturity. Unit: percentage

**Mortality of adult animals**  
Annual average rate of non-intended adult animals deaths after reaching maturity. Unit: percentage

**Adult females replacement**  
Annual average rate of reproductive adult females replacement. Unit: percentage

**Weight at birth**  
Average live weight of calves at birth. Unit: kilograms

**Weight of adult females**  
Average live weight of reproductive adult females once they reach maturity. Unit: kilograms

**Weight of adult males**  
Average live weight of reproductive adult males once they reach maturity. Unit: kilograms

**Weight of fattening females**  
Average slaughter live weight of fattening females. Unit: kilograms

**Weight of fattening males**  
Average slaughter live weight of fattening males. Unit: kilograms

**Milk yield**  
Annual average milk production of milking adult females. Unit: kilograms

**Milk fat content**  
Average milk fat content. Unit: percentage

**Milk protein content**  
Average milk total protein content. Unit: percentage

	DAIRY		BEEF	
	Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
	30	31	40	43
	30	31	40	43
	27	-	-	-
	76,0	82,0	70,0	70,0
	76,0	82,0	70,0	70,0
	100,0	-	-	-
	20,0	20,0	20,0	20,0
	20,0	20,0	20,0	20,0
	0,3	-	-	-
	20,0	20,0	20,0	20,0
	20,0	20,0	20,0	20,0
	-	-	-	-
	10,0	10,0	10,0	10,0
	10,0	10,0	10,0	10,0
	0,3	-	-	-
	28,0	19,0	15,0	15,0
	28,0	19,0	15,0	15,0
	-	-	-	-
	39	37	33	26
	39	37	33	26
	95	-	-	-
	580	550	500	390
	580	550	500	390
	250	-	-	-
	754	715	650	507
	754	715	650	507
	-	-	-	-
	550	550	410	320
	550	550	410	320
	-	-	-	-
	550	550	410	320
	550	550	410	320
	-	-	-	-
	4,720	4,720	-	-
	4,720	4,720	-	-
	263,720	-	-	-
	4,10	4,10	-	-
	4,10	4,10	-	-
	5,30	-	-	-
	3,20	3,20	-	-
	3,20	3,20	-	-
	4,20	-	-	-

Simulación de mejora de alimentación y manejo de estiercol\_HRDCTL



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

Country selected  
Ecuador

**START**

PREVIOUS

**HERD**

CATTLE

**FEED**

BUFFALOES

**MANURE**

SHEEP

**RESULTS**

GOATS

PIGS

CHICKEN

**NEXT**

DAIRY

BEEF

FEEDLOT

RATION PERCENTAGES OVERVIEW		Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
GRASSLAND SYSTEMS	Baseline ration (%)	100,0	100,0	100,0
	Scenario ration (%)	100,0	-	-
MIXED SYSTEMS	Baseline ration (%)	100,0	100,0	100,0
	Scenario ration (%)	-	-	3,8

FEED MODULE - DAIRY CATTLE

**INSTRUCTIONS**

The feed module shows the share of individual feedstuffs in the diet. Information is organized into three sections. An overview of ration's total percentage can be found at the top of the page, helping users to adjust to 100% when changes are made to the diet. Box 1 shows a *Summary ration*, organized by main feed categories (roughages, grains and agro-industrial by-products). The list of individual feed components is displayed in Box 2, *Detailed ration* section. Here, users can modify the individual share of each feedstuff, effectively changing the digestibility, energy and nitrogen content of the ration. Note that 'Grassland' and 'Mixed' systems are located in Boxes 1a & 2a and 1b & 2b, respectively.

*Default* values for all the variables are shown based on the targeted country. Users can modify and set new values in the *Baseline* and *Scenario* cells, as shown on the right. If no changes are made, *Baseline* and *Scenario* use *Default* values for the

<i>Default</i>	1.25
<i>Baseline</i>	1.30
<i>Scenario</i>	2.42

**BOX 1a**

SUMMARY RATION

### Grassland based systems

MODIFY the RATION

**Roughages**  
Includes natural or cultivated grass (fresh, hay or silage) and fibrous materials. Unit: percentage over DM intake

**Grains**  
Includes grains from wheat, barley, oats, maize, sorghum, etc. Unit: percentage over DM intake

**Agro-industrial by-products**  
Includes agro-industry by-products such as brans and cakes. Unit: percentage over DM intake

Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
75,0	96,0	82,0
75,0	96,0	82,0
100,0	-	-
7,0	-	3,5
7,0	-	3,5
-	-	-
18,0	4,0	14,5
18,0	4,0	14,5
-	-	-

**BOX 1b**

SUMMARY RATION

### Mixed farming systems

MODIFY the RATION

**Roughages**  
Includes natural or cultivated grass (fresh, hay or silage) and fibrous materials. Unit: percentage over DM intake

**Grains**  
Includes grains from wheat, barley, oats, maize, sorghum, etc. Unit: percentage over DM intake

**Agro-industrial by-products**  
Includes agro-industry by-products such as brans and cakes. Unit: percentage over DM intake

Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
75,0	96,0	82,0
75,0	96,0	82,0
-	-	3,8
7,0	-	3,5
7,0	-	3,5
-	-	-
18,0	4,0	14,5
18,0	4,0	14,5
-	-	-

DAIRY CATTLE - DETAILED RATION - Grassland

## BOX 2a

## DETAILED RATION

## Grassland based systems

Go back to

**Fresh grass**

Any type of natural or cultivated grass that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from grass**

Hay or silage from any type of natural or cultivated grass. Unit: percentage over DM intake

**Fresh mixture of grass and legumes**

Mixture of any type of grass and leguminous plants that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from grass and legumes**

Hay or silage from the mixture of grass and leguminous plants. Unit: percentage over DM intake

**Hay or silage from alfalfa (lucerne)**

Hay or silage from alfalfa (*Medicago sativa*). Unit: percentage over DM intake

**Silage from whole grain plants**

Silage from wheat, barley, sorghum, rye or oats plants. Unit: percentage over DM intake

**Silage from whole maize plant**

Silage from entire plants of maize (*Zea mays*). Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from wheat**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from wheat cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from maize**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from maize cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from millet**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from millet cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from sorghum**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sorghum cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from rice**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from rice cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from other grains**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from barley, oats or rye cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Crop residues from sugarcane**

Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sugarcane cultivation. Unit: percentage over DM intake

**Fodder beet**

Fodder beet (*Beta vulgaris*), also known as mangel beet or field beet. Unit: percentage over DM intake

**Maize**

Grains from maize (*Zea mays*). Unit: percentage over DM intake

**Grains**

Grain from wheat (*Triticum*), barley (*Hordeum*), oat (*Avena*), rye (*Secale*) or sorghum (*Sorghum*). Unit: percentage over DM intake

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
	3,5	4,5	3,8
	3,5	4,5	3,8
	100,0	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	4,0	5,1	4,3
	4,0	5,1	4,3
	-	-	-
	5,9	7,6	6,5
	5,9	7,6	6,5
	-	-	-
	4,2	5,4	4,6
	4,2	5,4	4,6
	-	-	-
	2,8	3,6	3,0
	2,8	3,6	3,0
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	5,8	7,5	6,4
	5,8	7,5	6,4
	-	-	-
	7,1	9,1	7,8
	7,1	9,1	7,8
	-	-	-
	2,8	3,6	3,1
	2,8	3,6	3,1
	-	-	-
	8,6	11,0	9,4
	8,6	11,0	9,4
	-	-	-
	1,9	2,5	2,1
	1,9	2,5	2,1
	-	-	-
	2,0	-	1,0
	2,0	-	1,0
	-	-	-
	5,0	-	2,5
	5,0	-	2,5
	-	-	-

<b><u>By-products from soy</u></b>	1,5	0,1	1,0
By-products from soy oil production, commonly referred to as 'soy cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,5	0,1	1,0
	-	-	-
<b><u>By-products from rape (canola)</u></b>	0,7	0,2	0,6
By-products from canola oil production, commonly referred to as 'canola cakes'. Unit: percentage over DM intake	0,7	0,2	0,6
	-	-	-
<b><u>By-products from cottonseed</u></b>	1,1	0,3	0,9
By-products from cottonseed oil production, usually referred to as 'cottonseed cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,1	0,3	0,9
	-	-	-
<b><u>By-product from sugar beet</u></b>	-	-	-
Remaining material after the juice extraction for sugar production. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Oil palm kernel expeller</u></b>	2,3	0,6	2,0
By-products from the production of kernel palm oil, commonly referred to as 'kernel expeller'. Unit: percentage over DM intake	2,3	0,6	2,0
	-	-	-
<b><u>Molasses</u></b>	9,3	2,5	8,1
By-product from the production of sugar. It is a dark, viscous and sugar-rich material. Unit: percentage over DM intake	9,3	2,5	8,1
	-	-	-
<b><u>Maize gluten meal</u></b>	0,5	-	0,3
By-product from maize processing. It is a protein-rich feed (about 65% crude protein). Unit: percentage over DM intake	0,5	-	0,3
	-	-	-
<b><u>Maize gluten feed</u></b>	-	-	-
By-product from maize processing. It is mainly maize brans, with about 25% crude protein. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Dry by-product from grain industries</u></b>	2,5	0,3	1,6
By-products from dry grain industries such as brans, middlings, etc. Unit: percentage over DM intake	2,5	0,3	1,6
	-	-	-
<b><u>Wet by-product from grain industries</u></b>	-	-	-
By-products from wet grain industries such as biofuels, distilleries, breweries, etc. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-

[Go back to](#)

## DAIRY CATTLE - DETAILED RATION - Mixed

### BOX 2b

#### DETAILED RATION

[Go back to](#)

### Mixed farming systems

#### Fresh grass

Any type of natural or cultivated grass that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

#### Hay or silage from grass

Hay or silage from any type of natural or cultivated grass. Unit: percentage over DM intake

#### Fresh mixture of grass and legumes

Mixture of any type of grass and leguminous plants that is consumed fresh by the animals. Unit: percentage over DM intake

#### Hay or silage from grass and legumes

Hay or silage from the mixture of grass and leguminous plants. Unit: percentage over DM intake

#### Hay or silage from alfalfa (lucerne)

Hay or silage from alfalfa (*Medicago sativa*). Unit: percentage over DM intake

#### Silage from whole grain plants

Silage from wheat, barley, sorghum, rye or oats plants. Unit: percentage over DM intake

	Adult females	Adult males and replacement animals	Fattening animals
	3,5	4,5	3,8
	3,5	4,5	3,8
	-	-	3,8
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	3,6	4,6	3,9
	3,6	4,6	3,9
	-	-	-
	10,6	13,6	11,6
	10,6	13,6	11,6
	-	-	-
	4,0	5,1	4,3
	4,0	5,1	4,3

	-	-	-
<b><u>Silage from whole maize plant</u></b>	5,9	7,6	6,5
Silage from entire plants of maize ( <i>Zea mays</i> ). Unit: percentage over DM intake	5,9	7,6	6,5
	-	-	-
<b><u>Crop residues from wheat</u></b>	4,2	5,4	4,6
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from wheat cultivation. Unit: percentage over DM intake	4,2	5,4	4,6
	-	-	-
<b><u>Crop residues from maize</u></b>	2,8	3,6	3,0
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from maize cultivation. Unit: percentage over DM intake	2,8	3,6	3,0
	-	-	-
<b><u>Crop residues from millet</u></b>	-	-	-
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from millet cultivation. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Crop residues from sorghum</u></b>	5,8	7,5	6,4
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sorghum cultivation. Unit: percentage over DM intake	5,8	7,5	6,4
	-	-	-
<b><u>Crop residues from rice</u></b>	7,1	9,1	7,8
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from rice cultivation. Unit: percentage over DM intake	7,1	9,1	7,8
	-	-	-
<b><u>Crop residues from other grains</u></b>	2,8	3,6	3,1
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from barley, oats or rye cultivation. Unit: percentage over DM intake	2,8	3,6	3,1
	-	-	-
<b><u>Crop residues from sugarcane</u></b>	8,6	11,0	9,4
Residual plant material (straw, brans, leaves, etc.) from sugarcane cultivation. Unit: percentage over DM intake	8,6	11,0	9,4
	-	-	-
<b><u>Fodder beet</u></b>	1,9	2,5	2,1
Fodder beet ( <i>Beta vulgaris</i> ), also known as mangel beet or field beet. Unit: percentage over DM intake	1,9	2,5	2,1
	-	-	-
<b><u>Maize</u></b>	2,0	-	1,0
Grains from maize ( <i>Zea mays</i> ). Unit: percentage over DM intake	2,0	-	1,0
	-	-	-
<b><u>Grains</u></b>	5,0	-	2,5
Grain from wheat ( <i>Triticum</i> ), barley ( <i>Hordeum</i> ), oat ( <i>Avena</i> ), rye ( <i>Secale</i> ) or sorghum ( <i>Sorghum</i> ). Unit: percentage over DM intake	5,0	-	2,5
	-	-	-
<b><u>By-products from soy</u></b>	1,5	0,1	1,0
By-products from soy oil production, commonly referred to as 'soy cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,5	0,1	1,0
	-	-	-
<b><u>By-products from rape (canola)</u></b>	0,7	0,2	0,6
By-products from canola oil production, commonly referred to as 'canola cakes'. Unit: percentage over DM intake	0,7	0,2	0,6
	-	-	-
<b><u>By-products from cottonseed</u></b>	1,1	0,3	0,9
By-products from cottonseed oil production, usually referred to as 'cottonseed cakes'. Unit: percentage over DM intake	1,1	0,3	0,9
	-	-	-
<b><u>By-product from sugar beet</u></b>	-	-	-
Remaining material after the juice extraction for sugar production. Unit: percentage over DM intake	-	-	-
	-	-	-
<b><u>Oil palm kernel expeller</u></b>	2,3	0,6	2,0
By-products from the production of kernel palm oil, commonly referred to as 'kernel expeller'. Unit: percentage over DM intake	2,3	0,6	2,0
	-	-	-
<b><u>Molasses</u></b>	9,3	2,5	8,1
By-product from the production of sugar. It is a dark, viscous and sugar-rich material. Unit: percentage over DM intake	9,3	2,5	8,1
	-	-	-
<b><u>Maize gluten meal</u></b>	0,5	-	0,3
By-product from maize processing. It is a protein-rich feed (about 65% crude protein). Unit: percentage over DM intake	0,5	-	0,3
	-	-	-



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

Country selected  
Ecuador

**START**

PREVIOUS

**HERD**

CATTLE

**FEED**

BUFFALO/ESH SHEEP GOATS PIGS CHICKEN

**MANURE**

NON-FEEDLOT FEEDLOT

**RESULTS**

NEXT

**MANURE SYSTEMS OVERVIEW**

	DAIRY		BEEF	
	Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
<b>TOTAL PERCENTAGE</b>				
Baseline conditions (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Scenario conditions (%)	100,0	-	-	-

## MANURE MODULE - CATTLE

**INSTRUCTIONS**

The manure module contains the information on how manure is stored and handled. Manure management systems are taken from IPCC guidelines. For a complete definition, please check the [User guide](#). Users will find default values for each production system and herd type. Any of those values can be changed, affecting methane and nitrous oxide emissions from manure.

Default values for all the variables are shown based on the targeted country. Users can modify and set new values in the *Baseline* and *Scenario* cells, as shown on the right. If no changes are made, *Baseline* and *Scenario* use *Default* values for the simulation.

Default	1.25
Baseline	1.30
Scenario	2.42

**BOX 1**

**MMS PERCENTAGES**

	DAIRY		BEEF	
	Grassland based	Mixed systems	Grassland based	Mixed systems
<b>Pasture/Range/Paddock</b>	33,0	33,0	33,0	33,0
<small>Manure is allowed to lie as deposited, and is not managed. Unit: percentage over total manure</small>	33,0	33,0	33,0	33,0
<b>Daily spread</b>	-	-	-	-
<small>Manure is routinely removed from a confinement facility and is applied to cropland or pasture within 24 hours of excretion. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Solid storage</b>	67,0	67,0	67,0	67,0
<small>Manure is stored for some months in unconfined piles or stacks due to the presence of a sufficient amount of bedding material or loss of moisture. Unit: percentage over total manure</small>	67,0	67,0	67,0	67,0
<b>Dry lot</b>	-	-	-	-
<small>Manure is stored in an open confinement area without any significant vegetative cover where accumulating manure may be removed periodically. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Liquid/Slurry</b>	-	-	-	-
<small>Manure is stored as excreted or with minimal addition of water in tanks or earthen ponds outside the animal housing, usually for less than a year. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Uncovered anaerobic lagoon</b>	-	-	-	-
<small>Liquid storage system designed and operated to combine waste stabilization and storage, the length of which can vary. Water can be recycled. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Burned for fuel</b>	-	-	-	-
<small>The dung and urine are excreted in the fields. The sun dried dung cakes are burned for fuel. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Composting</b>	-	-	-	-
<small>The dung and urine are managed through biological oxidation, usually with another organic bedding, at thermophilic temperatures. Unit: percentage over total manure</small>	-	-	-	-
<b>Anaerobic digester</b>	100,0	-	-	-
<small>Manure is anaerobically digested in different types of containers or in covered lagoons. Unit: percentage over total manure. Note: GLEAM-i gives CH<sub>4</sub> emissions as a default 10% leakage of the CH<sub>4</sub> produced.</small>	100,0	-	-	-