

Pastizales y Producción de Leche

Emisiones de GEI

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente
Universidad de la Frontera

Cátedra de Producción de Leche
2024

Emisiones de GEI

- ✓ Los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera que absorben la energía solar reflejada desde la superficie terrestre en forma de radiación infrarroja
- ✓ Esta energía se transfiere a los principales gases distintos de los GEI como son el nitrógeno y el oxígeno, lo que da como resultado un aumento general de la temperatura en la atmósfera
- ✓ Los GEI son de vital importancia para regular la temperatura de la superficie terrestre, ya que sin ningún GEI atmosférico la temperatura promedio sería de -6°C en lugar de 15°C



- ✓ Desde el período preindustrial, las emisiones globales de varios de los principales GEI han aumentado exponencialmente como resultado de las actividades industriales y agrícolas
- ✓ Como consecuencia del aumento de los GEI la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado y se proyectan nuevos aumentos de 1 a 5 °C para los próximos 100 años
- ✓ Se prevé que estos aumentos de temperatura afectaran el clima y que se produzcan con mayor frecuencia fenómenos extremos como sequías, inundaciones y tormentas



- ✓ Los principales GEI antropogénicos o inducidos por el hombre son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O)
- ✓ Cada uno de estos GEI tiene un “potencial de calentamiento global” diferente basado en la capacidad de los gases para absorber energía solar
- ✓ El “potencial de calentamiento global” del dióxido de carbono (CO_2) es 1, del metano (CH_4) es 25 y el óxido nitroso (N_2O) el valor es 298



- ✓ Según el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) el aporte ponderado a las emisiones de GEI del dióxido de carbono (CO_2) es de 75%, del metano (CH_4) es 15% y del óxido nitroso (N_2O) es de 10%
- ✓ La principal fuente de emisiones de CO_2 es el uso de combustibles fósiles, mientras que las prácticas agrícolas contribuyen con el 40% de las emisiones del metano (CH_4) y el 90% de las emisiones globales de óxido nitroso (N_2O)
- ✓ El metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) son los dos principales GEI procedentes de la agricultura y contribuyen con más del 90% de las emisiones



- ✓ De las emisiones agrícolas totales, se ha estimado que los sistemas de pastoreo contribuyen con el 20% de las emisiones de metano (CH₄) y entre el 16 y el 33% de las emisiones de óxido nitroso (N₂O)
- ✓ Las emisiones de GEI de los sistemas pastoriles de pastoreo aumentan con el incremento de la producción de MS y, por consiguiente, de la producción animal, y se ven afectadas por las especies forrajeras, el nivel de rendimiento de los pastos, la producción animal, el clima, el tipo de suelo y la aplicación de fertilizantes



- ✓ Según la FAO las emisiones totales de la ganadería a nivel mundial son de 7,1 Gt de CO₂ equivalentes/año ($7,1 \times 10^{12}$ kg/año)
- ✓ Esto representa el 14,5% de las emisiones antropogénicas de GEI
- ✓ La producción de carne y leche representan el 65% del total de las emisiones del sector ganadero



Actividades que aportan a las emisiones ganaderas del mundo

Actividad	%
Producción y procesamiento	45
Fermentación entérica	39
Almacenamiento de estiércol	10
Transporte	6
Total	100

Fuente: adaptado de FAO, 2020



Intensidades de emisión de productos animales (emisiones/unidad de producto)

Producto	kg CO ₂ eq./kg proteína producida
Carne bovina	300
Carne y leche rumiantes menores	112 - 165
Leche vaca	< 100
Carne pollo	< 100
Carne cerdo	< 100

Fuente: adaptado de FAO, 2020



Origen de las emisiones de las especies de animales domésticos

Especies

Origen de las emisiones

Rumiantes

Emisiones entéricas

Deposición de estiércol

Producción de alimentos

Cerdos

Suministro de alimentos

Almacenamiento de estiércol

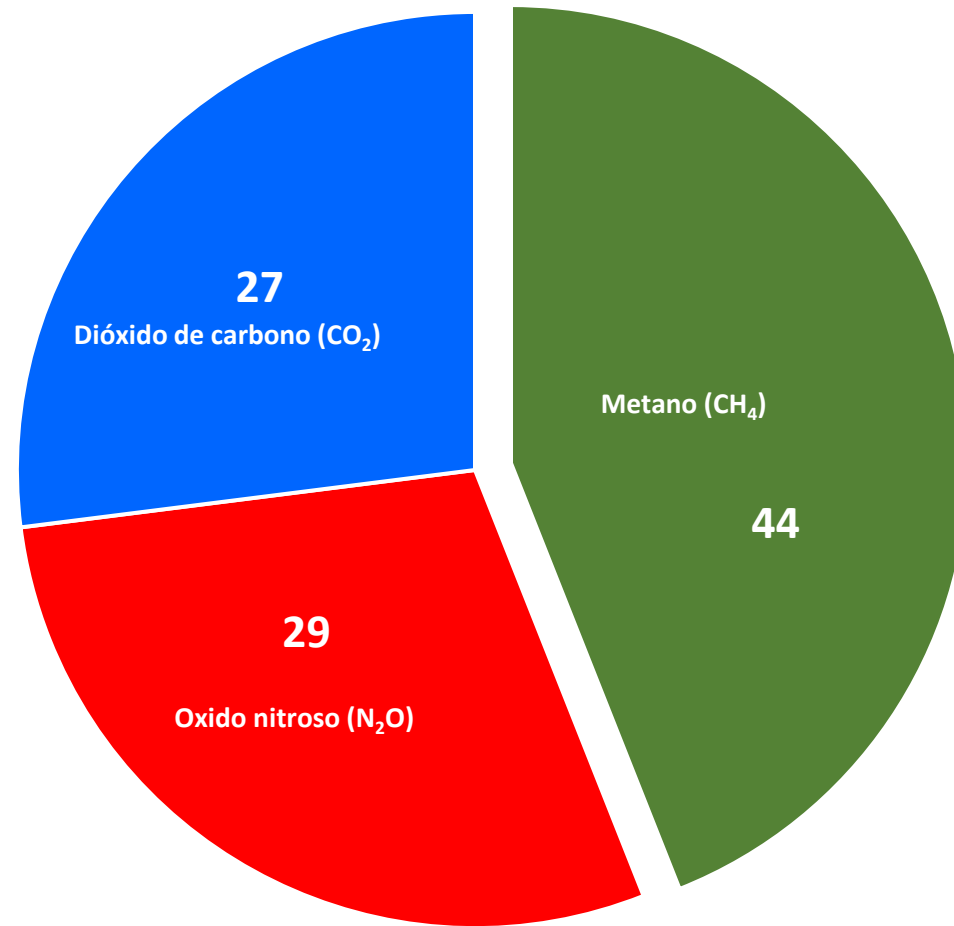
Aves

Suministro de alimentos

Consumo de energía

Fuente: adaptado de FAO, 2020





Aporte de los gases a las emisiones ganaderas en el mundo

- ✓ Las emisiones de metano, óxido nitroso, metano y dióxido de carbono en los sistemas ganaderos significan en definitivas pérdidas de nitrógeno, energía y materia orgánica que reducen la eficiencia y la productividad
- ✓ La mitigación debe ir encaminada a solucionar los problemas tecnológicos de eficiencia de uso de los recursos con los animales, el rebaño y el manejo de los pastizales
- ✓ Hay una relación directa en la intensidad de emisiones de GEI y la eficiencia de utilización de los recursos, lo que significa la cantidad de recursos utilizados por unidad de producto comestible y no comestible



Los Rumiantes y el Metano

- ✓ El volumen de metano emitido por el ganado depende de la cantidad de animales, el tipo de sistema digestivo y el tipo y cantidad de alimento consumido
- ✓ Los rumiantes son la principal fuente de emisión de metano ya que producen la mayor cantidad de metano por unidad de alimento consumido
- ✓ Los rumiantes, bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, venados, camellos, poseen en el rumen microorganismos metanógenos capaces de producir metano como sub producto de la digestión (fermentación entérica) que es liberado a través de los eructos



- ✓ El volumen de metano emitido por el ganado depende de la cantidad de animales, el tipo de sistema digestivo y el tipo y cantidad de alimento consumido
- ✓ Los rumiantes son la principal fuente de emisión de metano ya que producen la mayor cantidad de metano por unidad de alimento consumido
- ✓ Los rumiantes, bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, venados, camellos, poseen en el rumen microorganismos metanógenos capaces de producir metano como sub producto de la digestión (fermentación entérica) que es liberado a través de los eructos



Acciones de mitigación

- ✓ Se requiere un cambio en las técnicas de alimentación que permitan reducir la producción de metano generado en la digestión, así como la reducción del óxido nitroso liberados en la descomposición del estiércol
- ✓ Intervenir en la reproducción y sanidad animal que permita reducir el tamaño del rebaño, esto es, tener menos animales, pero más productivos
- ✓ Desarrollar un manejo adecuado del estiércol garantizando la recuperación y el reciclaje de nutrientes y energía



Acciones de mitigación - Manejo de Pastoreo

- ✓ Desarrollar técnicas de pastoreo que permitan a los pastizales ser un área de almacenamiento de carbono para mitigar las emisiones del sector ganadero
- ✓ Según estimaciones globales los pastizales podrían contribuir al secuestro de carbono en aproximadamente 0,6 Gt eq. CO₂/año
- ✓ De acuerdo a estimaciones de FAO (2020), si se logra reducir la brecha de intensidad de emisiones existente entre los distintos sistemas ganaderos del mundo es posible bajar las emisiones ganaderas en un 30%





✓ Pastoreo rotativo
donde los animales
consumen el pasto
en estado vegetativo
(3 a 4 hojas)



Acciones de mitigación - Dietas con Alto Contenido de Almidón

- ✓ La alimentación con dietas a base de cereales reduce las emisiones entéricas de CH_4 (g/kg de MS ingerida) en comparación con la alimentación con dietas a base de forrajes
- ✓ La fermentación del almidón promueve la producción de propionato en el rumen creando un sumidero de hidrógeno alternativo a la metanogénesis
- ✓ La fermentación del almidón reduce el pH ruminal e inhibe el crecimiento de metanógenos ruminales y disminuye el número de protozoarios ruminales, lo que limita la transferencia de hidrógeno de protozoos a metanógenos
- ✓ El margen para aumentar la cantidad de cereales que se alimenta a los rumiantes es limitado y la alimentación con cereales ignora la importancia de los rumiantes en la conversión de alimentos fibrosos



Acciones de mitigación - Homoacetógenos

- ✓ Las bacterias acetogénicas autótrofas que utilizan H_2 , también conocidas como homoacetógenos, pueden emplear H_2 como fuente de energía para el crecimiento, usándolo para reducir el CO_2 a acetato
- ✓ La redirección de la fermentación ruminal por la actividad de los homoacetógenos se ha postulado como una forma de aumentar la eficiencia en el uso del alimento
- ✓ En lugar de que la energía del alimento se pierda en forma de metano, la energía representada por el H_2 se desviaría hacia la formación de acetato y, por lo tanto, mejoraría la productividad animal
- ✓ Además, se produciría una reducción en la producción de metano



Acciones de mitigación - Alimentos y Metanogénesis

- ✓ Hay diversos alimentos dietéticos que pueden reducir las emisiones de metano: aceites, grasas, taninos, probióticos, nitratos, enzimas, algas marinas y vegetación nativa
- ✓ Hay diversos alimentos dietéticos que pueden reducir las emisiones de metano: aceites, grasas, taninos, probióticos, nitratos, enzimas, algas marinas y vegetación nativa
- ✓ Algunos aceites dietéticos pueden reducir la producción de metano entre 10 a 25% en el rebaño



- ✓ Compuestos secundarios de las plantas, como los taninos condensados, reducen la producción de metano entre un 13 y 16% a través del efecto tóxico que hacen sobre los microorganismos metanógenos
- ✓ Altas concentraciones de taninos condensados pueden reducir la ingesta voluntaria de alimento y la digestibilidad
- ✓ Las saponinas vegetales que son esteroides naturales que se producen en varias familias de plantas pueden reducir potencialmente el metano



Acciones de mitigación - Especies forrajeras y Metanogénesis

- ✓ Plantas forrajeras consumidas con menos fibra y mayor contenido de carbohidratos solubles pueden reducir la producción de metano
- ✓ Las fibras estructurales, celulosa y hemicelulosas fermentan más lentamente que los carbohidratos no estructurales y producen más metano por unidad de alimento digerido
- ✓ Las especies leguminosas producen menos metano debido al menor contenido de fibra (tasa más rápida de digestión) y, en algunos casos, a la presencia de taninos condensados





Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y Trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) son dos especies leguminosas utilizadas en sistemas de producción ganaderos de la zona templada



✓ Entre las múltiples propiedades que poseen las especies del género Lotus, se encuentra su buen nivel de **Taninos Condensados** que, junto con las antocianinas, se encuentran relacionados a los mecanismos de tolerancia al estrés abióticos y reducción de la producción de metano



- ✓ Las especies C3 características de las zonas templadas son consumidas en estados tempranos de desarrollo (vegetativos) reduciendo la opción de consumo de altos niveles de fibra en la dieta de los animales





✓ El maíz es una planta C4





✓ Gramíneas
templadas son
plantas C3



- ✓ Mejorar la calidad del forraje alimentando al ganado con forrajes con menos fibra y más carbohidratos solubles, cambiando de especies C4 a C3 o incluso pastoreando pastizales menos maduros, puede reducir la producción de CH₄ (Metano)
- ✓ Está demostrado que la producción de metano por unidad de celulosa digerida es tres veces mayor que la de la hemicelulosa, mientras que la celulosa y la hemicelulosa fermentan a velocidades más lentas que los carbohidratos no estructurales, produciendo así más CH₄ (metano) por unidad de sustrato digerido



Acciones de mitigación - Genética y Metanogénesis



Diversidad genética bovina

- ✓ Entre los animales que consumen pasto hay evidencia que pueden existir diferencias heredables en metanogénesis que sugieren la posibilidad de reducir entre 10 y 20% las emisiones de metano
- ✓ No hay claridad que esta heredabilidad sea compatible con otros aspectos de crecimiento de los animales, pero si sobre la eficiencia de uso del forraje que permitiría reducir las emisiones



Acciones de mitigación - Control de la Carga Animal



✓ La carga animal es el número de animales por unidad de superficie (cabezas animales/ha)



- ✓ El aumento de la eficiencia productiva puede reducir las emisiones de GEI. En algunos países se ha trabajado en la reducción del número de animales improductivos en los rebaños y paralelamente se ha incrementado la eficiencia alimenticia factores que han permitido reducir las emisiones sin perder la producción de carne generada anualmente
- ✓ La estrategia de lactancia prolongada en las lecherías, donde las vacas paren cada 18 meses en lugar de anualmente, reduce la demanda de energía del rebaño en un 10% y, por lo tanto, reducen potencialmente las emisiones de metano
- ✓ Con el término de la engorda más temprano de los machos destinados a la producción de carne, los pesos de sacrificio se alcanzan a menor edad, con emisiones durante la vida más reducidas





✓ Rebaño lechero
consumiendo bajo
un sistema de
pastoreo rotativo





✓ Sistema de engorda en pastoreo





✓ Engorda en corral
(*feedlot*)



Acciones de mitigación Control Biológico

- ✓ Existen estudios que relacionan el uso de algunos virus para el control de microorganismos que producen metano en el rumen
- ✓ Uso de microorganismos metanotrofos que emplean como fuente de carbono y energía el metano a nivel ruminal transformándolos en otras sustancias
- ✓ Existen estudios que relacionan el uso de algunos virus para el control de microorganismos que producen metano en el rumen
- ✓ Uso de microorganismos metanotrofos que emplean como fuente de carbono y energía el metano a nivel ruminal transformándolos en otras sustancias



Compromiso de Reducción de Emisiones de GEI

- ✓ Todos los segmentos de la sociedad, incluidas las industrias agrícolas, tienen el desafío de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales para 2050 (IPCC, 2018, 2019)
- ✓ Las emisiones netas cero se definen como una etapa en la que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, ponderadas métricamente, se equilibran con su eliminación
- ✓ Se estima que limitar el calentamiento global a un máximo de 1,5 °C requiere alcanzar cero emisiones netas a nivel mundial para 2050 y, al mismo tiempo, lograr reducciones profundas en las emisiones de metano (CH₄) donde la agricultura es un componente necesario para la mitigación de emisiones



- ✓ Más de 130 países y muchas empresas del sector privado, han asumido un compromiso neto cero para 2050
- ✓ Se debe destacar que diversas grandes empresas de agronegocios y organizaciones de cadenas de valor han establecido objetivos voluntarios ambiciosos para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero



- ✓ **Nestlé** es una empresa multinacional suiza de alimentos y bebidas con sede en Vevey, Suiza y ha sido por años la compañía de alimentos más grande del mundo
- ✓ Su compromiso voluntario es lograr ser carbono neutral para 2050



- ✓ **Danone** compañía multinacional agroalimentaria española que tiene su sede en París y se dedica a la producción de lácteos y agua embotellada
- ✓ Su compromiso voluntario es lograr emisiones netas cero para 2050



- ✓ **Cargill** es una corporación multinacional privada de origen estadounidense dedicada a la agroindustria y su sede central es en Minnesota. Sus actividades comerciales incluyen la compra, venta, procesado y distribución de granos y otras mercancías agrícolas y la venta de ingredientes para la industria farmacéutica
- ✓ Su compromiso voluntario es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada de producto vendido en un 30 % para 2030 (línea de base de 2017)



- ✓ **Coca-Cola Company** es una corporación multinacional estadounidense de bebidas con sede en Atlanta, Georgia
- ✓ Su compromiso voluntario es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 25% para 2030 (línea de base de 2015)



- ✓ **PepsiCo, Inc.** es una empresa multinacional estadounidense dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de bebidas y aperitivos donde los productos principales son Pepsi-Cola, Gatorate, Tropicana y Quaker entre otros
- ✓ Su compromiso voluntario es lograr emisiones netas cero para 2040 reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en las operaciones directas en un 75% y en la cadena de valor en un 40% para 2030 (línea de base de 2015).



- ✓ **Unilever** la empresa multinacional británica que además de sus marcas de alimentos más conocidas como son Maizena, Lipton, Knorr, Hellmann's, Starlux, Malloa, JB (Chile) y Doña Clara está enfocada a la producción de detergentes y artículos de belleza y salud
- ✓ Su compromiso voluntario es reducir las emisiones del ciclo de vida de sus productos en un 50% por uso del consumidor para 2030



- ✓ **Kellogg's** es una compañía multinacional agroalimentaria estadounidense que elabora principalmente alimentos para el desayuno, cereales y galletas entre los cuales se encuentran: Choco Krispis, Corn Flakes, Zucaritas, Pringles, Toasted Honey Crunch entre otras
- ✓ Su compromiso voluntario es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los proveedores en un 50 % para 2050 (línea de base de 2015)



- ✓ **McDonald's** es una franquicia de restaurantes de comida rápida estadounidense y sus principales productos son las hamburguesas, papas fritas, menús para el desayuno y los refrescos
- ✓
- ✓ Su compromiso voluntario es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 31% para 2030 (línea base 2015)



- ✓ Las 35 mayores empresas cárnicas y lácteas del mundo son responsables del 14% de las emisiones totales de GEI provenientes de la ganadería y, como sus cadenas de suministro representan una parte importante de sus emisiones totales, sus objetivos de mitigación de las emisiones de GEI afectarán a los productores ganaderos que, por lo tanto, necesitarán reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero para vender sus productos



- ✓ Disminuir las emisiones de GEI provenientes de la producción de rumiantes es un objetivo desafiante dado el aumento proyectado para las próximas décadas de la demanda de carne y leche de rumiantes y las limitadas opciones de mitigación disponibles actualmente para los productores



- ✓ El desafío de disminuir las emisiones de GEI y al mismo tiempo seguir aumentando la producción se ha enfrentado tratando de reducir la intensidad de las emisiones de GEI, es decir, reducir las emisiones por unidad de producto, mediante la intensificación de la producción para aumentar la productividad animal
- ✓ Esta estrategia de disminución de la intensidad de las emisiones mediante el aumento de la productividad animal puede ser una opción atractiva porque en teoría podría aumentar la rentabilidad de los agricultores



- ✓ Hay que recordar que a medida que la producción de leche y carne de cada animal aumenta debido al mejoramiento genético, la nutrición, la salud y el manejo, las emisiones totales o absolutas de CH₄ y CO₂e entéricos por animal aumentan en paralelo debido a una mayor ingesta de alimento y digestión, producción de estiércol, además de las mayores emisiones de N₂O y CO₂ generado por combustibles fósiles, necesarios para producir los alimentos e insumos agrícolas



- ✓ Pero debemos considerar que las emisiones de CH₄ y de CO₂eq por unidad de producto que equivale a la intensidad de las emisiones, disminuyen debido a la dilución de los requerimientos de mantenimiento de los animales, mejoramiento de los sistemas de pastoreo, gestión de los rebaños, salud animal y productividad de los cultivos forrajeros
- ✓ Estudios desarrollados en más de 155 países ha demostrado que la intensidad de las emisiones de CO₂eq disminuía con el aumento de la producción de leche
- ✓ Sin embargo, es poco probable que la disminución de la intensidad de las emisiones por sí sola disminuya las emisiones totales de CO₂eq si la producción animal continúa expandiéndose



- ✓ Se prevé que la producción de carne bovina, cordero y leche en los países en desarrollo crecerá un 8, 15 y 26%, respectivamente, entre 2021 y 2030



- ✓ Si las futuras disminuciones en la intensidad de las emisiones de CO₂eq son similares a las tasas de aumento de la producción, las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la producción animal se mantendrán constantes, es decir, sin ningún tipo de mitigación



Reflexión Final

- ✓ Las exigencias actuales en producción de leche no solo están relacionadas con el cumplimiento de los requerimientos del crecimiento población, sino que tiene un componente que es más difícil de resolver como es la reducción de los elementos contaminantes que genera la ganadería



Pastizales y Producción de Leche

Emisiones de GEI

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente
Universidad de la Frontera

Cátedra de Producción de Leche
2024