

# La ganadería y las emisiones de GEI

Producción de Carne  
2023

Rolando Demanet Filippi  
Universidad de La Frontera

- ✓ Según la FAO las emisiones totales de la ganadería a nivel mundial son de 7,1 Gt de CO<sub>2</sub> 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
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: adaptado de FAO, 2020





## Aportes de las especies animales al total de las emisiones ganaderas del mundo

Producto	%
Leche bovina	41
Carne bovina	20
Carne cerdo	9
Leche y carne búfalo	8
Pollos y huevos	8
Carne rumiantes menores	6
Otras aves	8
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: adaptado de FAO, 2020





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

Producto	kg CO <sub>2</sub> 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

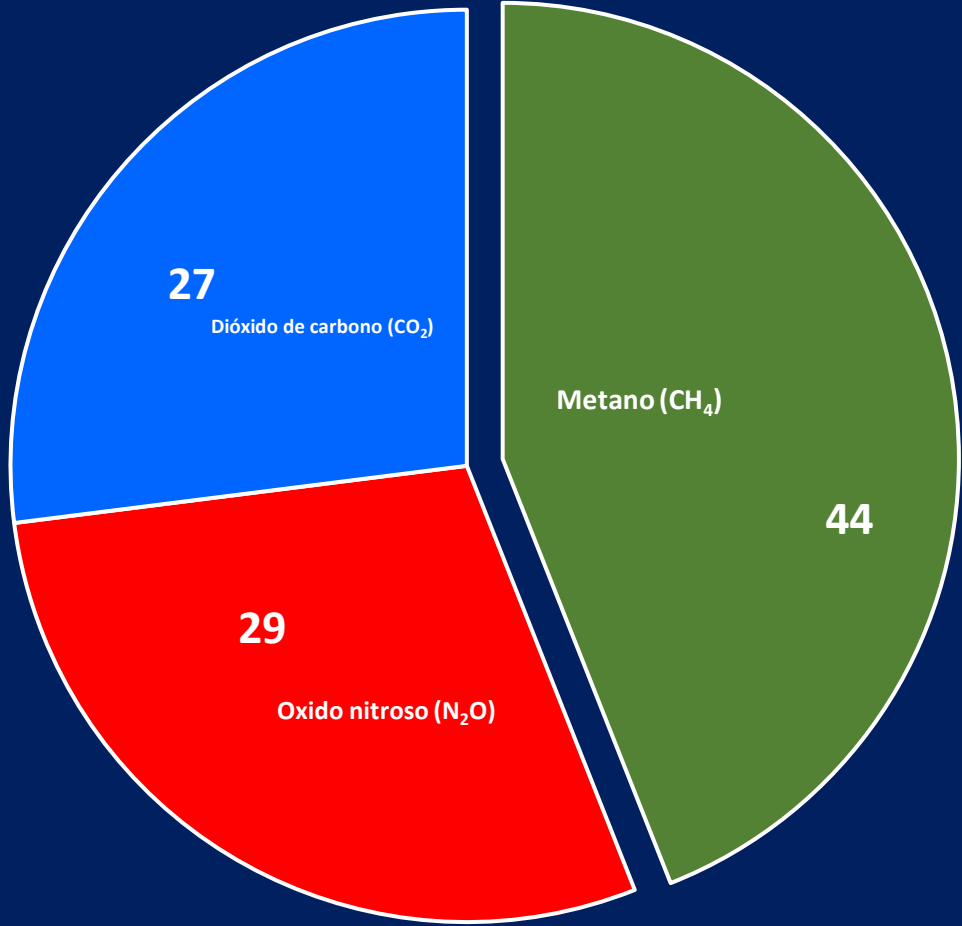




## Origen de las emisiones de las especies de animales domésticos

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





Aporte de los gases a las emisiones ganaderas en el mundo

Fuente: adaptado de IPCC, 2007



- ✓ 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

- ✓ 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





# Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

- ✓ La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC es una "Convención de Río", una de las dos abiertas a la firma en la "Cumbre de la Tierra de Río" en 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y tiene una membresía casi universal (197 países)
- ✓ En la convención de Río también salieron el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica y la Convención de Lucha contra la Desertificación

- ✓ El objetivo de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones de gases invernaderos en la atmósfera a un nivel que prevenga la interferencia antrópica (causado por el hombre) peligrosa al sistema climático
- ✓ Los países miembros de la CMNUCC deben elaborar, actualizar, publicar y facilitar inventarios nacionales de sus GEI (INGEI)



- ✓ Chile como miembro del sistema es considerado un país en desarrollo por lo cual debe presentar cada cuatro años los inventarios de GEI ante la CMNUCC como parte de las comunicaciones nacionales además de elaborar informes de actualización cada dos años



- ✓ En Chile la construcción de estos inventarios (INGEI) esta a cargo de la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (SNICHILE) que ha trabajado en este tema desde el año 2012
- ✓ En este ámbito trabajan los equipos técnicos del Ministerios del Medio Ambiente, Ministerios de Agricultura, Ministerio de Energía junto con entidades asociadas a ellos como son INIA, INFOR, CONAF

- ✓ Los inventarios de gases efecto invernaderos INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de cada gas efecto invernadero que sean atribuibles directamente a la actividad humana
- ✓ El inventario de gases efecto invernadero (INGEI) en Chile es elaborado con los antecedentes aportados por el IPCC del 2006



IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

- ✓ IPCC es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)



- ✓ Corresponde a una organización intergubernamental de las Naciones Unidas que tiene como misión proveer al mundo una opinión objetiva y científica sobre el cambio climático, sus impactos y riesgos naturales, políticos y económicos y las opciones de respuesta posibles
- ✓ Este grupo está activo desde el año 1988 y su sede se ubica en Ginebra, Suiza

- ✓ Los informes del **IPCC** presentan la información científica, técnica y socioeconómica más relevante que permite entender la base científica del riesgo del cambio climático inducido por el hombre, sus potenciales impactos y opciones para la adaptación y mitigación



- ✓ Los capítulos o informes del **IPCC** presentan secciones sobre las limitaciones y falta de conocimiento o investigación, y el anuncio de un informe especial puede catalizar la actividad de investigación sobre un área específica

Datos de la actividad \* Factor de emisión = Emisiones GEI

Emisiones GEI \* Potencial de calentamiento global (PCG) = Emisiones CO<sub>2</sub>eq

GEI		PCG
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	25
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	298
Hidrofluorocarbonos	HFC	124 - 9.810
Perfluorocarbonos	PFC	7.390 - 12.200
Hexafluoruro de Azufre	SF <sub>6</sub>	22.800

# Cálculo de emisiones



Emisiones en Chile

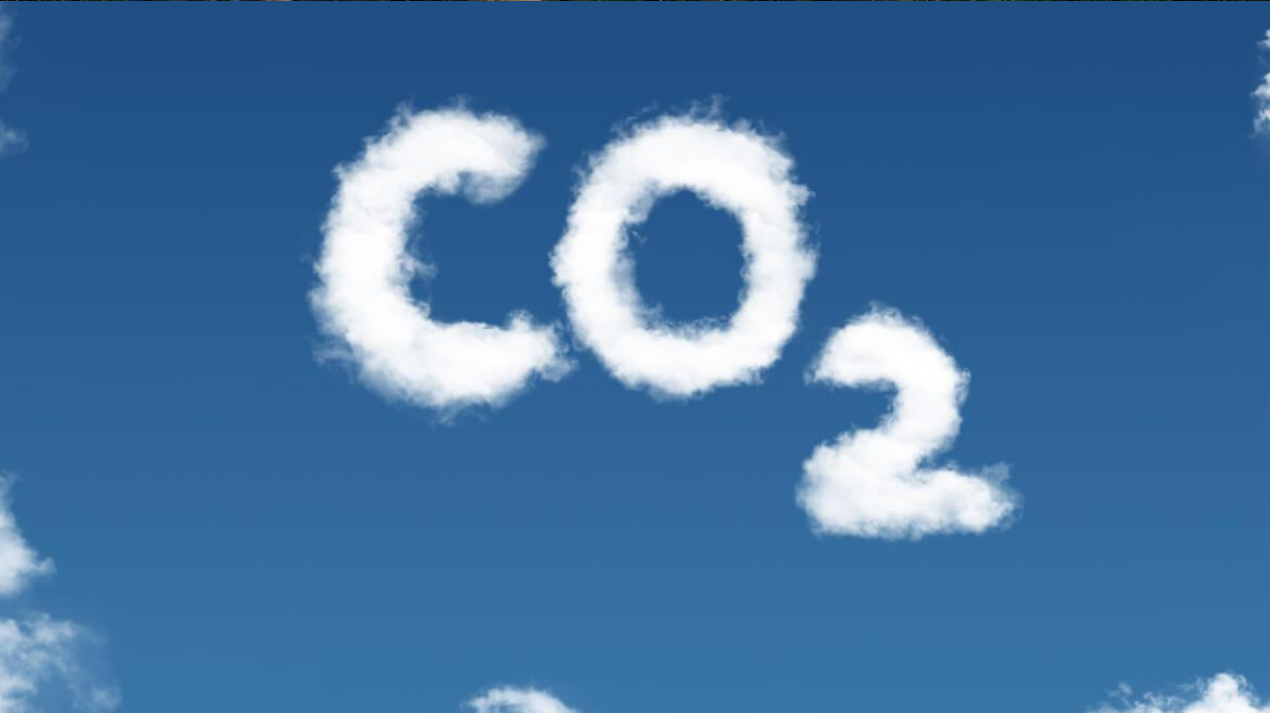


- ✓ En el 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo UTCUTS) fueron de 112.313 kt CO<sub>2</sub>eq, incrementándose en un 128% desde 1990 y en un 2% desde 2016. El principal GEI emitido fue el CO<sub>2</sub> (78 %), seguido del CH<sub>4</sub> (13 %), N<sub>2</sub>O (6 %), y los Gases fluorados (3 %)
- ✓ El sector Energía es el principal emisor de GEI representando el 77 % de las emisiones totales en 2018, mayoritariamente por las emisiones producto de la quema de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica; y de combustibles líquidos para el transporte terrestre

- ✓ El sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) es el único que absorbe GEI en el país, y se mantiene como sumidero durante toda la serie temporal
- ✓ En el 2018, el balance de GEI contabilizó 63.992 kt CO<sub>2</sub>eq debido principalmente al incremento de la biomasa en renovales de bosque nativo y en plantaciones forestales

- ✓ Se destaca un máximo de emisiones del sector en 2017 cuando fueron afectadas 570.000 ha por incendios en tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales
- ✓ El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile (incluyendo UTCUTS) alcanzó los 48.321 kt CO<sub>2</sub>eq

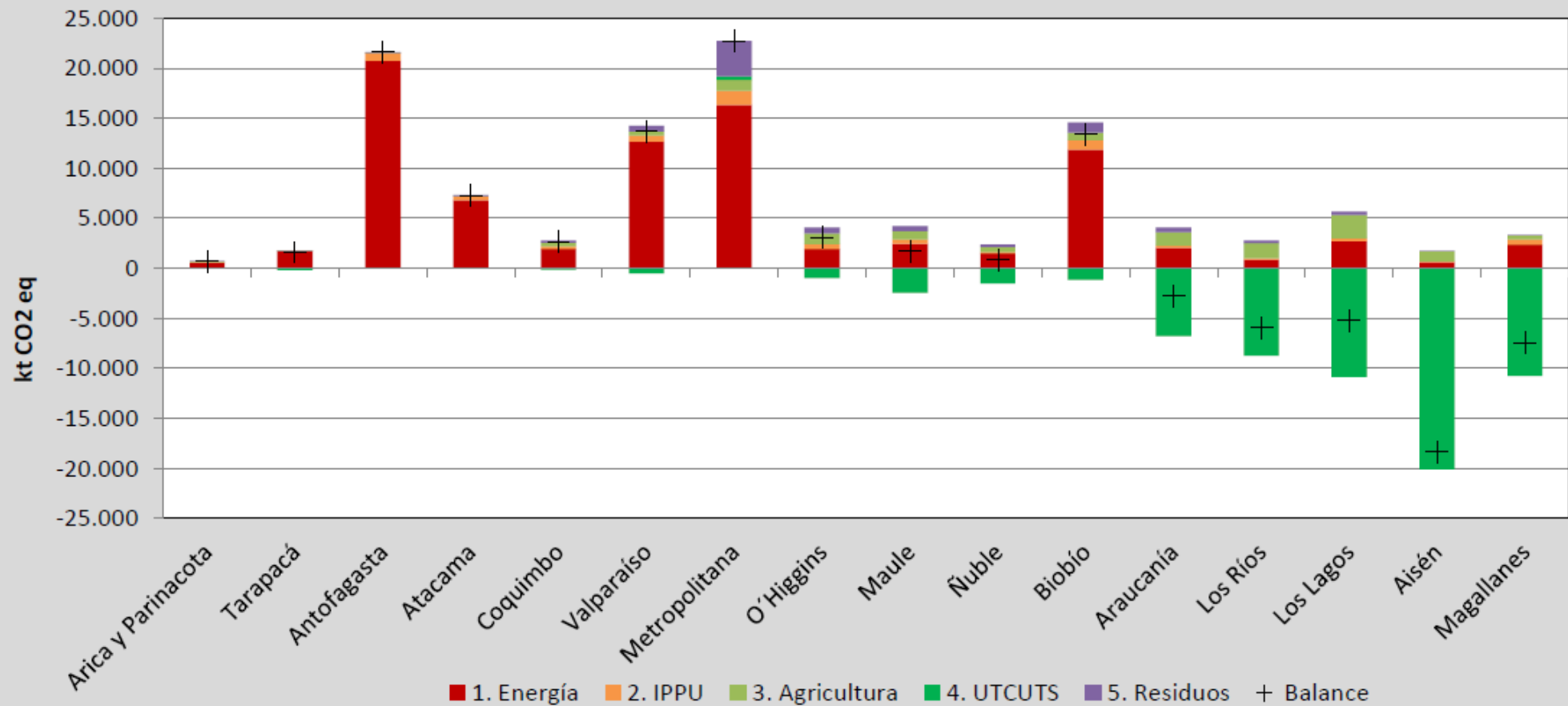




## Principales fuentes de emisiones en Chile

Área de emisiones	%
Generación de electricidad	29
Transporte terrestre	22
Consumo combustible de la minería	7
Comercial, público y residencial	7
Disposición de residuos sólidos	4
Industrias no especificadas	4
Fermentación entérica del ganado	4
Refrigeración y aire acondicionado	3
Tratamiento y descarga de aguas residuales	2
Aviación nacional	2

Fuente: Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile 1990-2018 SIN Chile y MM, 2020



## Balance de GEI por Región administrativa y sector de emisión en Chile

- ✓ El balance de GEI realizado en el país indican que es difícil modificar la estructura productiva de la agricultura pero que su aporte al global de las emisiones es inferior a las actividades industriales y de generación eléctrica



- ✓ Existe una necesidad urgente de modificar los sistemas productivos agropecuarios que permitan aumentar los sumideros de carbono cuidando el suelo y el contenido de materia orgánica
- ✓ Los bosques son un ambiente esencial al momento de elaborar un balance ya que son ellos los que cumple un rol mitigador del cambio climática gracias a su capacidad de almacenamiento de carbono incluso después de talada y transformado en madera

- ✓ Según CONAF un bosque es un sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 0,5 ha con un ancho mínimo de 40 m con cobertura de copa arbórea que supere el 10% en condiciones áridas y semi áridas y del 25% en +áreas templadas y otras con circunstancias más favorables

- ✓ Según esta definición CONAF indica que en Chile hay un total de 19,4 millones de hectáreas de bosques de los cuales el 57% está sometido a algún plan de manejo y el 43% carece de algún tipo de gestión
- ✓ En un estudio realizado por CONAF en la zona de Osorno determinó que la captura de carbono anual que realiza un bosque nativo alcanza en promedio a  
11,3 t CO<sub>2</sub>eq



- ✓ Es necesario producir una separación entre el bosque y los sectores de pastoreo para permitir la regeneración del bosque y con ello mantener o mejorar el potencial de captura de carbono
- ✓ En áreas de cultivo se deben eliminar las quemas de rastrojos que afectan a los árboles aislados reduciendo su potencial de crecimiento o simplemente generando su muerte
- ✓ Se deben promover los procesos de forestación con nuevas masas boscosas generando bosques o bosquetes en los potreros destinados a la producción agropecuaria



Acciones de mitigación en los sistemas ganaderos

- ✓ 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 nitros 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

- ✓ Desarrollar técnicas de pastoreo que permitan a los pastizales ser un área de almacenamiento de carbono que permita mitigar las emisiones del sector ganadero





- ✓ Según estimaciones globales los pastizales podrían contribuir al secuestro de carbono en aproximadamente 0,6 Gt eq. CO<sub>2</sub>/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%





# Rumiantes y el Metano

- ✓ 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 cambios que se hacen para mejorar la digestión entérica tienen involucrado un aumento en la eficiencia digestiva y en la productividad del ganado



- ✓ Una forma tradicional de reducción de las emisiones de metano es la reducción del número de animales
- ✓ Esta solución es contraria al pensamiento de los agricultores ya que muchas comunidades locales en el mundo viven de la ganadería



# 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



# 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
- ✓ 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 metanógeno
- ✓ 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



# 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





- ✓ Las especies C3 producen menos metano que las especies C4 que rápidamente logran altos niveles de fibra en su composición
- ✓ 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



# Carga animal y Emisiones de Metano



- ✓ 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





- ✓ El pastoreo infrecuente intenso es la clave para lograr secuestro de carbono



# Control biológico y Emisiones de Metano

- ✓ 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



# Cálculo de Emisiones



- ✓ En la actualidad es posible calcular la huella de carbono en los predios utilizando el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero “*Greenhouse Gas Protocol*”
- ✓ Los límites operacionales del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero deben ser definidos previo al inicio del estudio considerando los alcances pertinentes

Un ejemplo de lo significan los alcances en un sistema ganadero se muestran a continuación:

- ✓ **Alcance 1:** Emisiones directas de GEI
- ✓ **Alcance 2:** Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad
- ✓ **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas

## Alcance 1: Emisiones directas de GEI

### Combustión de fuentes móviles

- ✓ Consumo de gasolina y petróleo en fuentes móviles tales como faenas en el predio

### Procesos de producción:

- ✓ Fermentación entérica producto de la digestión en el ganado
- ✓ Descomposición del estiércol del ganado bajo condiciones aeróbicas
- ✓ Uso de fertilizantes nitrogenados (orgánicos e inorgánicos) en praderas y cultivos
- ✓ Encalado de tierras



## Alcance 1: Emisiones directas de GEI

### Combustión de fuentes móviles

- ✓ Consumo de gasolina y petróleo en fuentes móviles tales como faenas en el predio

### Procesos de producción:

- ✓ Fermentación entérica producto de la digestión en el ganado
- ✓ Descomposición del estiércol del ganado bajo condiciones aeróbicas
- ✓ Uso de fertilizantes nitrogenados (orgánicos e inorgánicos) en praderas y cultivos
- ✓ Encalado de tierras

**Alcance 2:** Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

**Consumo de energía eléctrica adquirida**

- ✓ Consumo eléctrico del Sistema Interconectado Central (SIC) en las operaciones bajo control operacional del predio en estudio y dentro de los límites establecidos

## Alcance 3: Otras emisiones indirectas

### Insumos y servicios comprados (Manufactura)

- ✓ Cal
- ✓ Fertilizantes nitrogenados
- ✓ Fertilizantes fosfatados
- ✓ Fertilizantes de potasio
- ✓ Fungicidas
- ✓ Herbicidas

### Manufactura de combustibles

- ✓ Emisiones asociadas con la extracción, refinamiento y transporte



- ✓ Para determinar la Huella de Carbono dentro de los alcances estipulados principalmente se utilizan ecuaciones y factores de emisión entregados por la **IPCC 1996 y 2006**

Gases efecto invernadero		Potencial de Calentamiento Global
Dioxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	25
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	298
Hidrofluorocarbonos	HFC	124 - 9.810
Perfluorocarbonos	PFC	7.390 - 12.200
Hexafloruro de Azufre	SF <sub>6</sub>	22.800

Hidrofluorocarburos: refrigeración y aire acondicionado

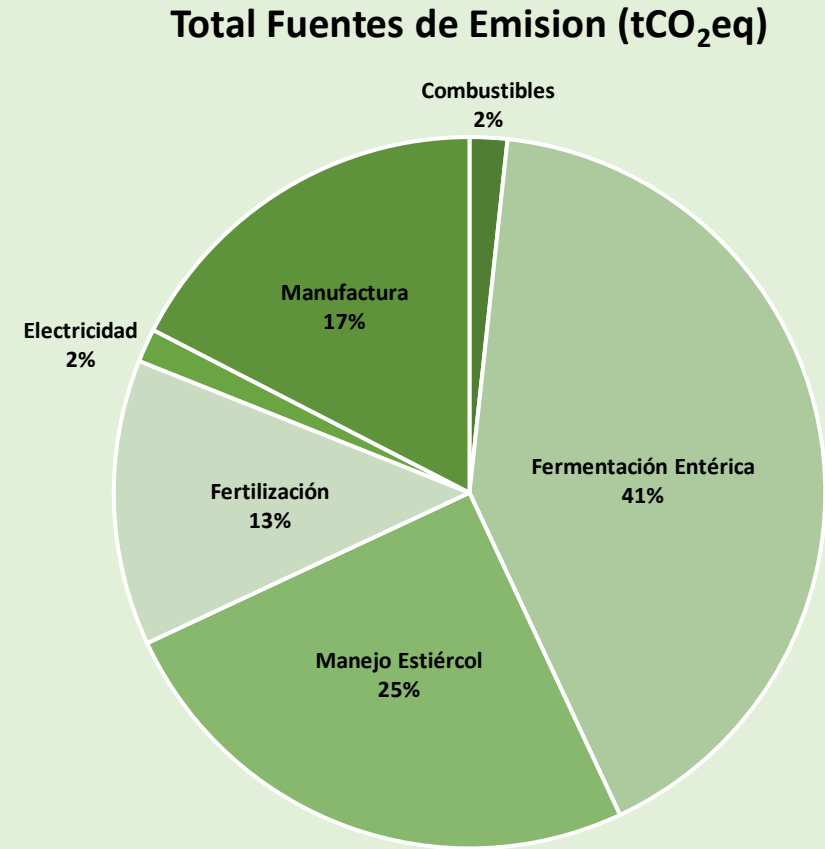
Perfluorocarbonos: refrigeración y extintores

Hexafloruro de Azufre: gas aislante en equipos eléctricos

# Equivalencias

Fuentes de Emisión	Total (tCO <sub>2</sub> eq)	%
Combustibles	20	2
Fermentación Entérica	495	41
Manejo Estiércol	299	25
Fertilización	156	13
Electricidad	18	2
Manufactura	209	17
<b>Todas emisiones</b>	<b>1.198</b>	<b>100</b>

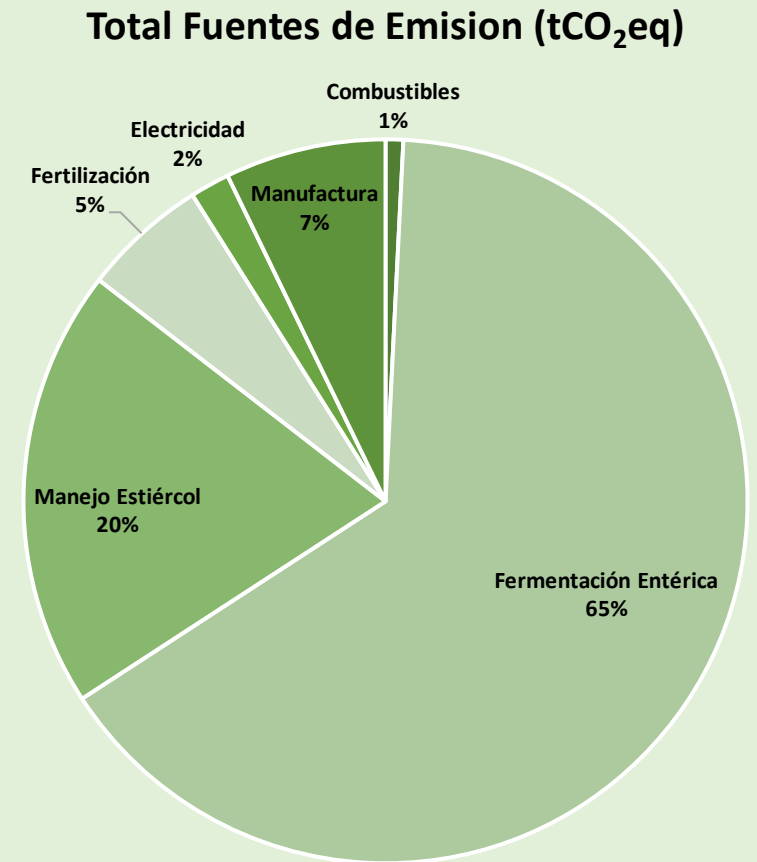
<b>kg CO<sub>2</sub>e/l leche</b>	<b>1,213</b>
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg leche</b>	<b>1,178</b>
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg FPCM</b>	<b>1,130</b>



**Productor I**

Fuentes de Emisión	Total (tCO <sub>2</sub> eq)	%
Combustibles	26	1
Fermentación Entérica	2.172	65
Manejo Estiércol	656	20
Fertilización	187	6
Electricidad	59	2
Manufactura	240	7
<b>Todas emisiones</b>	<b>3.341</b>	<b>100</b>

<b>kg CO<sub>2</sub>e/l leche</b>	<b>1,241</b>
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg leche</b>	<b>1,204</b>
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg FPCM</b>	<b>1,155</b>

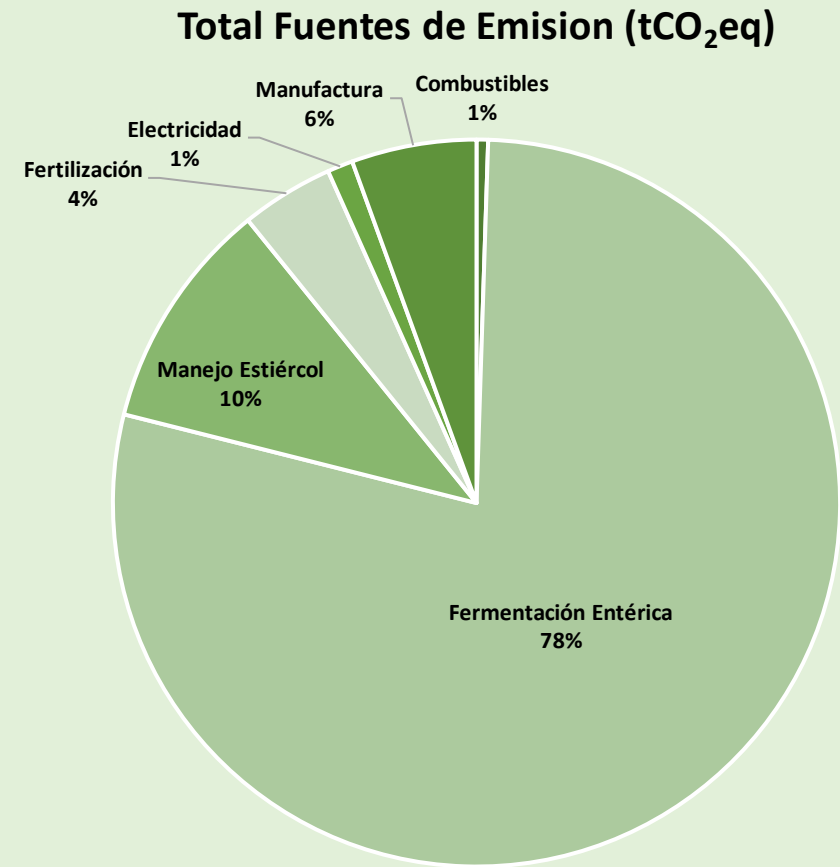


**Productor II**



Fuentes de Emisión	Total (tCO <sub>2</sub> eq)	%
Combustibles	87	1
Fermentación Entérica	13.313	78
Manejo Estiércol	1.742	10
Fertilización	700	4
Electricidad	193	1
Manufactura	943	6
<b>Todas emisiones</b>	<b>16.979</b>	<b>100</b>

<b>kg CO<sub>2</sub>e/l leche</b>	1,922
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg leche</b>	1,866
<b>kg CO<sub>2</sub>e/kg FPCM</b>	1,790



**Productor III**



Balance de carbono

### Captura de CO<sub>2</sub>eq (ton)

Área	Leche	Carne	Total
Praderas	3.072	6.328	9.400
Maíz	2.160	640	2.800
Alfalfa	330		330
Cereales	1.050	450	1.500
Bosques	4.080	4.424	8.504
<b>Total</b>	<b>10.692</b>	<b>11.842</b>	<b>22.534</b>

### Balance de Carbono

Área de producción	ton CO <sub>2</sub> eq
Emisión leche	16.979
Emisión carne	4.231
<b>Total emisión</b>	<b>21.210</b>
<b>Captura</b>	<b>22.534</b>
<b>Balance</b>	<b>+1.324</b>

**Sin los bosques el balance sería negativo**

# Manejo de la Materia Orgánica de los Suelos



- ✓ La cantidad de materia orgánica de los suelos define el balance de carbono (ingreso/pérdidas)
- ✓ La incorporación de residuos, guanos, raíces, exudados radicales y materiales vegetales diversos son los principales ingresos de carbono al suelo
- ✓ Las pérdidas de carbono están relacionadas con la descomposición de la MO que hacen los microorganismos y los procesos de erosión

- ✓ La descomposición de la MO libera el carbono orgánico a la forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- ✓ En suelos donde no se incorpora materia orgánica en forma permanente la cantidad almacenada en el suelo disminuye

- ✓ Los suelos poseen una capacidad limitada de almacenar carbono y depende del contenido tipos de arcillas, densidad, profundidad y condiciones climáticas
- ✓ Otros factores que influyen en la capacidad de almacenamiento de carbono son las prácticas de manejo y fertilización, sistemas de siembra, movimiento de suelos, incorporación de rastrojos, riego y drenaje

- ✓ Las pérdidas de materia orgánica de los suelos están relacionadas con el cambio del uso de los suelos, en especial, de áreas de bosque y pastizales a tierras de cultivo
- ✓ Esta acción de cambio es una de las principales causas del incremento del calentamiento global y que ha causado la pérdida de carbono de los suelos
- ✓ Otro de los factores importantes de la pérdida de carbono son los procesos de erosión, la quema de rastrojo, la deforestación y el sobre pastoreo

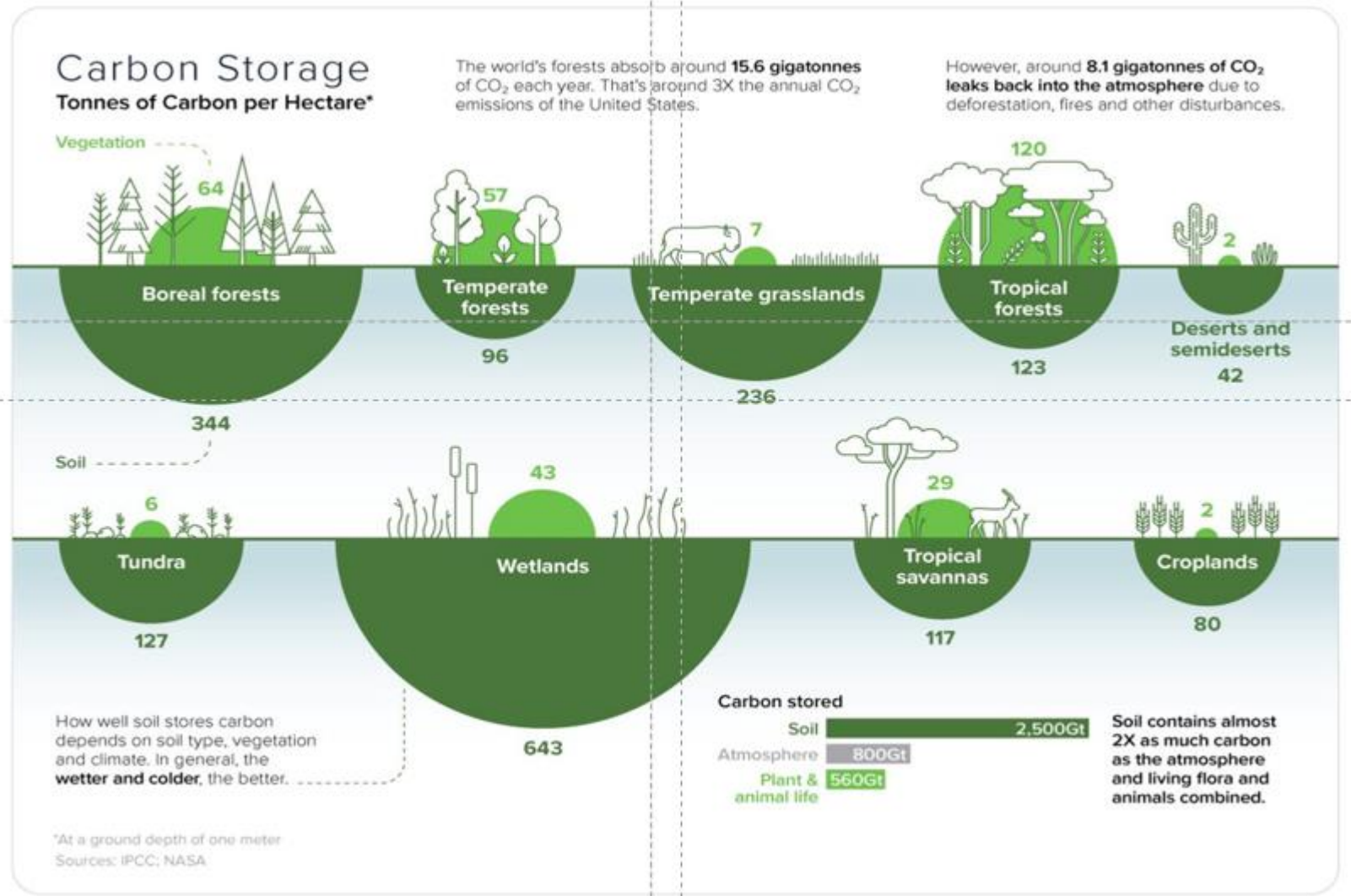


- ✓ Los beneficios que trae el alcanceamiento de carbono en el suelo es el mejoramiento de la estructura y agregados del suelo permitiendo una mejor aireación y mayor resistencia a la compactación
- ✓ Además, el incremento de la MO permite el mejoramiento de la infiltración y retención de humedad además de incrementar los niveles de fertilidad
- ✓ Aumenta de diversidad biológica y reduce el riesgo de erosión



Secuestro de carbono

# Almacenamiento de carbono en el ecosistema de la Tierra



- ✓ Reducción de las prácticas de cultivación
- ✓ Eliminación de las quemas de residuos
- ✓ Reducción del uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos
- ✓ Aplicar enmiendas orgánicas, compost, guanos, abono verde
- ✓ Incorporación de rastrojos al suelo bajo un sistema amigable con el ambiente



- ✓ Desarrollo de la agroforestería y silvipastoreo
- ✓ Establecimiento de pasturas permanentes polifíticas y desarrollo de cubiertas vegetales
- ✓ Aumento del uso de fertilización biológica, aumento de FBN e incorporación de micorrizas y otros
- ✓ Manejo de un sistema pastoril infrecuente intenso







# La ganadería y las emisiones de GEI

Producción de Carne  
2023

Rolando Demanet Filippi  
Universidad de La Frontera