

Tres estrategias nutricionales para disminuir las emisiones de metano

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIA Remehue

CAMILA MUÑOZ

Osorno, 22 agosto de 2019



**CHILE LO
HACEMOS
TODOS**



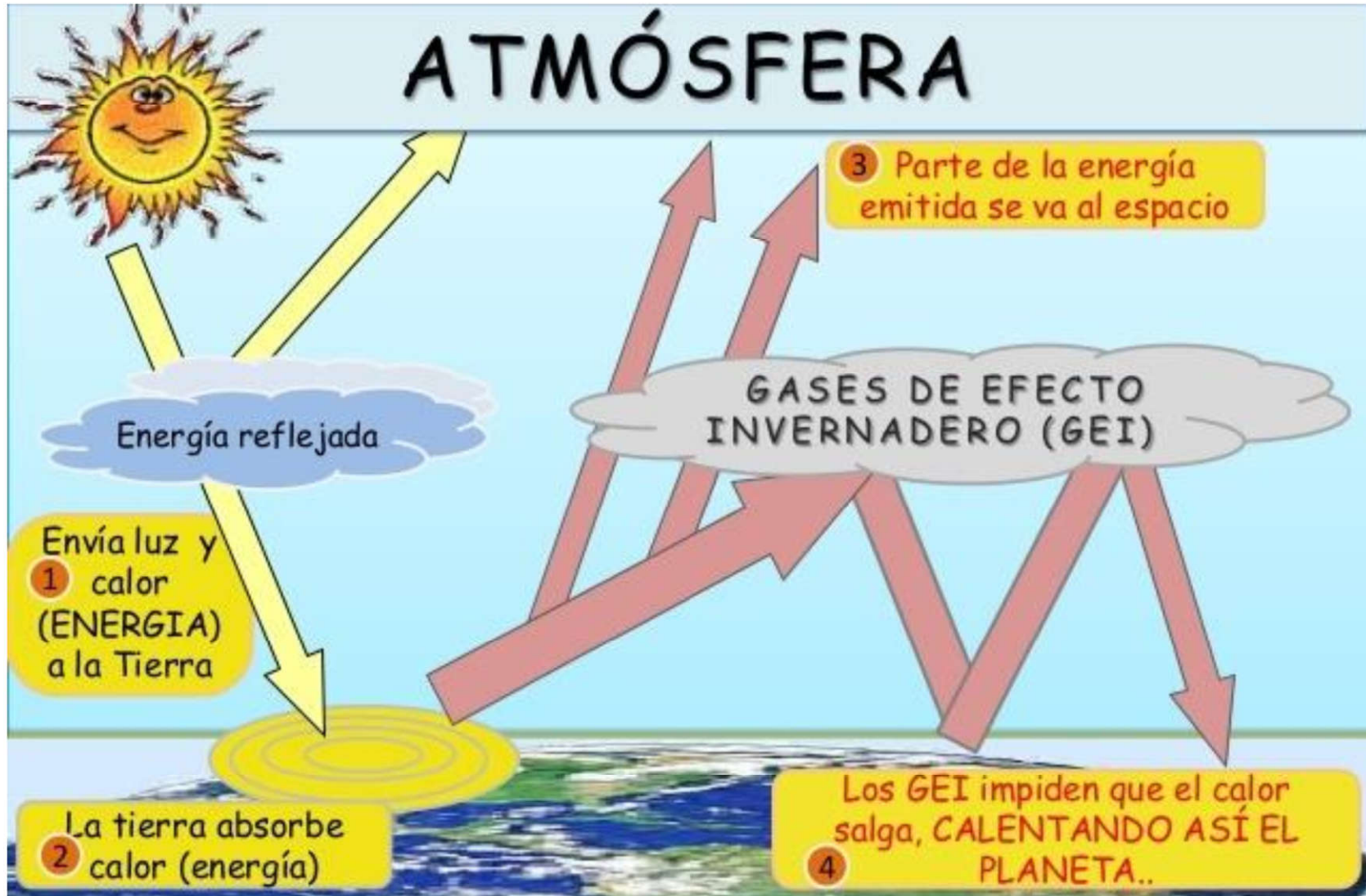
ESQUEMA PRESENTACIÓN

- Cambio climático y gases de efecto invernadero
- Producción de CH_4 en rumiantes
- Estrategias de mitigación de metano:
 1. Suplementación con concentrado
 2. Calidad de la pradera
 3. Suplementación con aceite
- Consideraciones finales



CAMBIO CLIMÁTICO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO

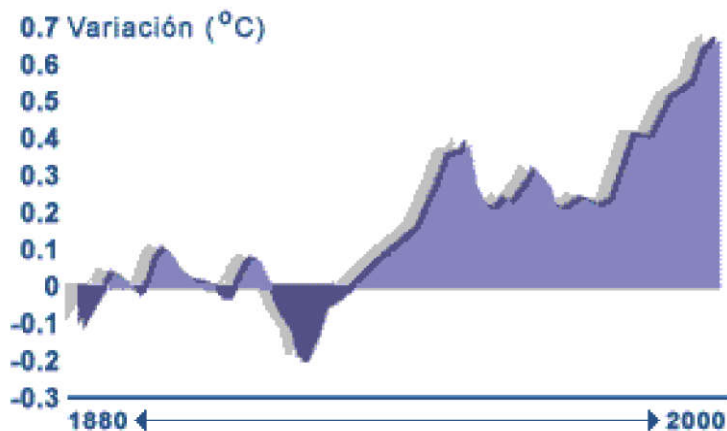
¿QUÉ ES EL EFECTO INVERNADERO?





¿CUÁLES SON LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

Aumento de temperatura



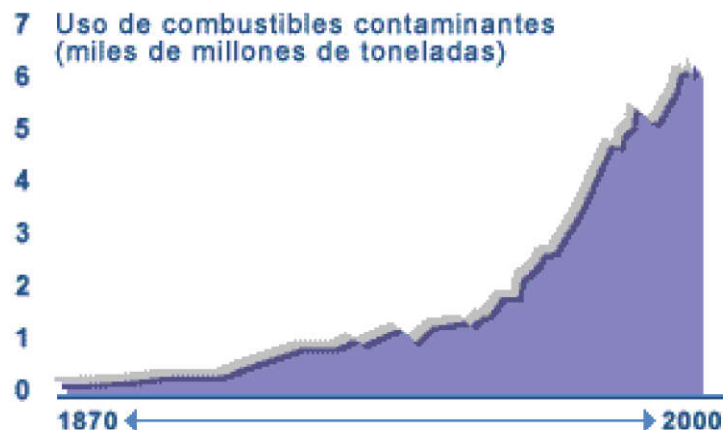
Nivel de las aguas



Hielos polares

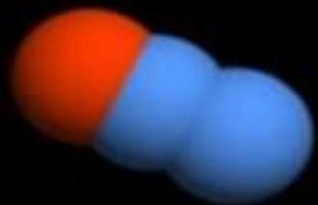


CO₂ por uso de combustibles fósiles

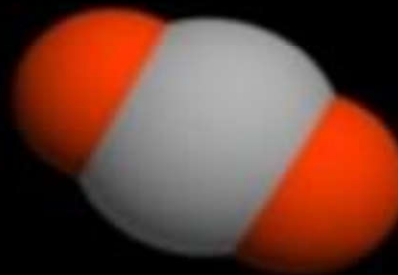


Fuente: Centro Hadley, Oficina Meteorológica

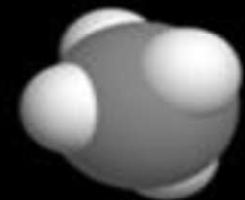
Gases de Invernadero



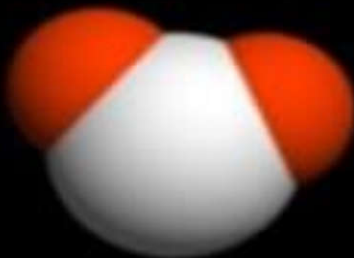
Óxido nitroso



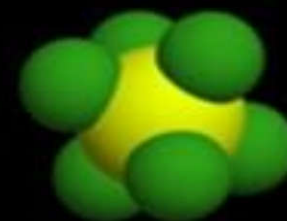
CO₂



Metano

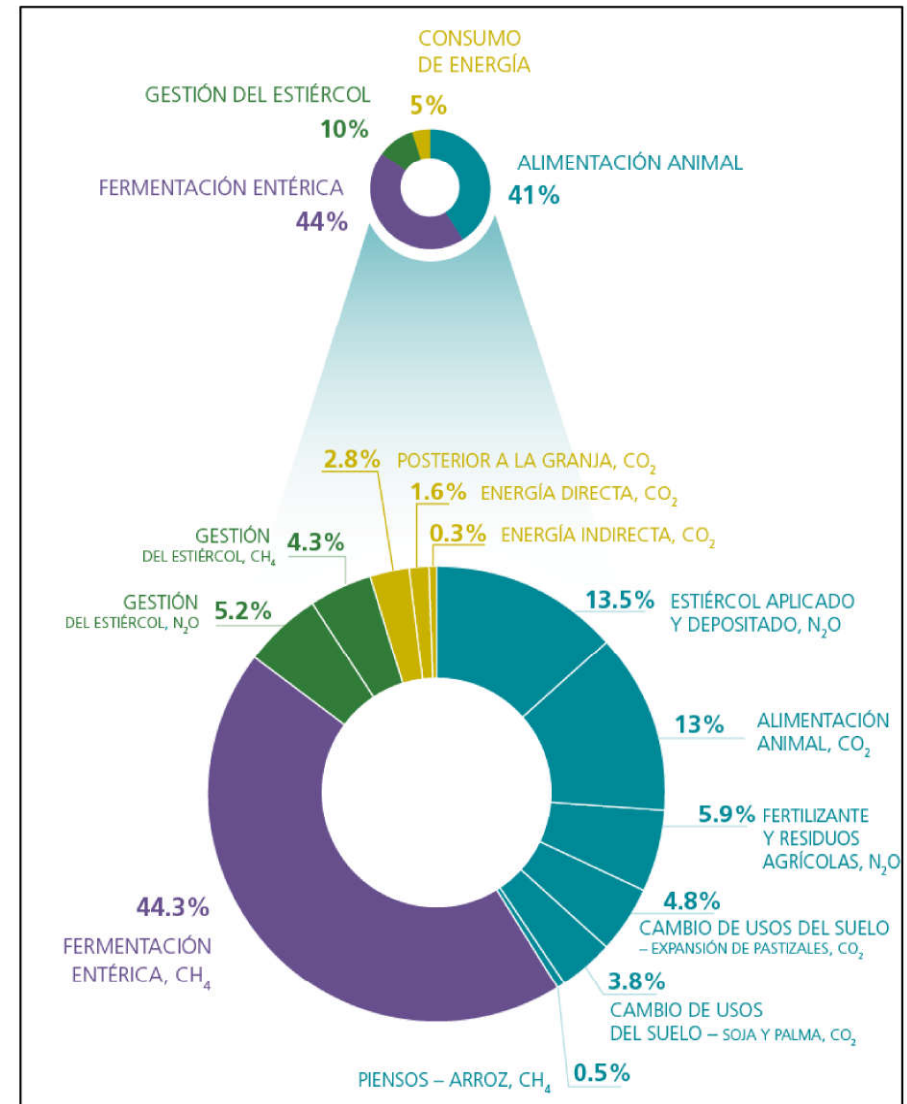
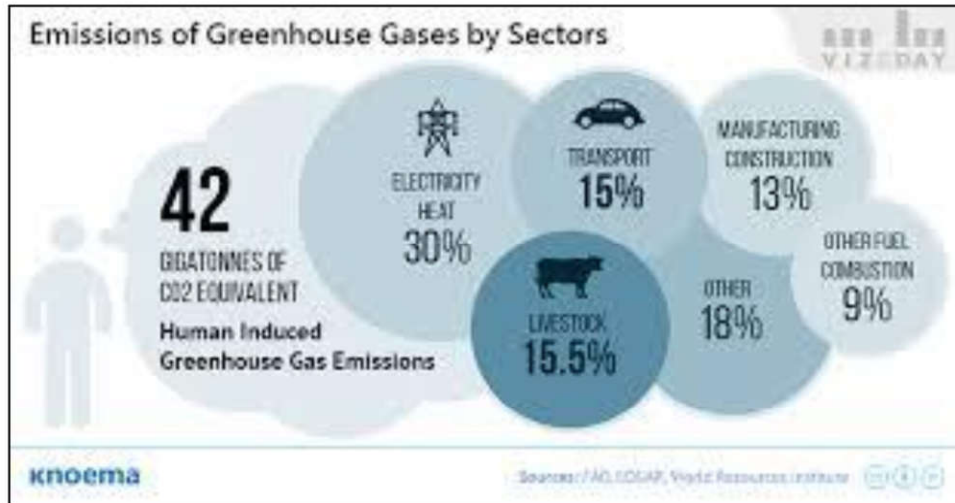


Agua



Hexafluoruro de azufre

GEI Y SECTOR GANADERO



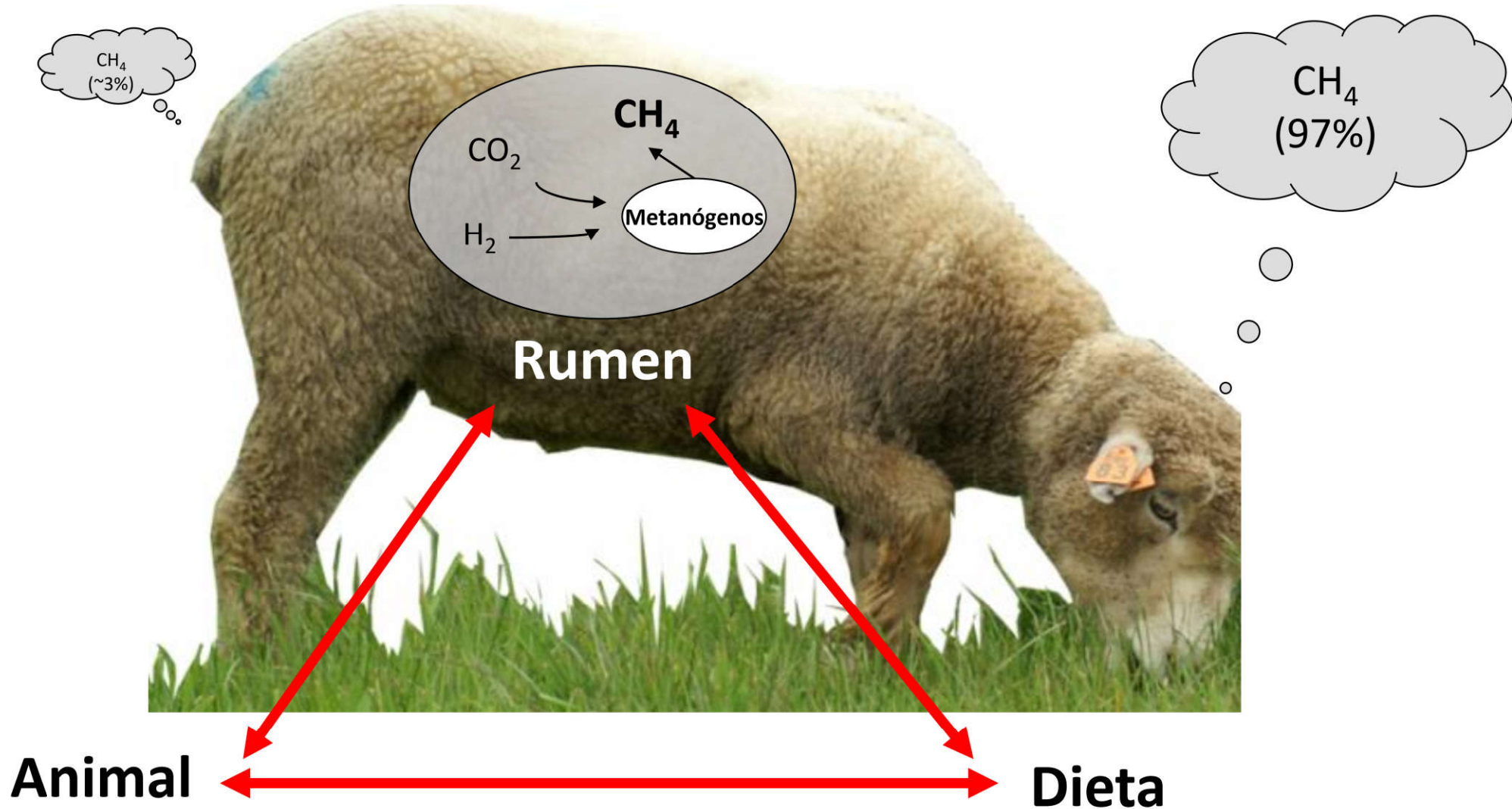
Contribución de las principales fuentes de emisiones de GEI de las cadenas de producción ganadera.



PRODUCCIÓN DE METANO EN RUMIANTES



METANO (CH_4) ES UN PRODUCTO DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL



Fuente: Pinares-Patiño et al., 2011



FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE METANO

FACTORES DE LA DIETA

- Consumo de materia seca
- Digestibilidad
- Composición química
 - Carbohidratos soluble
 - Fibra
 - Grasa
 - Proteína

FACTORES DEL ANIMAL

- Consumo de materia seca
- Peso vivo
- Microbioma ruminal

PROBLEMA PRODUCTIVO



- La producción de CH₄ representa una ineficiencia energética
- 2 a 12% de la energía bruta ingerida se pierde como gas metano



Técnica de Gas Hexafluoruro de Azufre (SF_6)

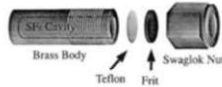
COMO SE MIDEN LAS EMISIONES DE METANO

Técnica Hexafluoruro de Azufre (SF₆)

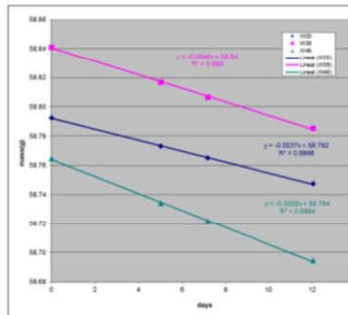
Tubos de permeación SF₆

- TP con gas SF₆ inserto en el rumen
- TP libera gas SF₆ a tasa constante conocida

PREPARATION OF SF₆ PERMEATION TUBE



The permeation tube body consists of brass, a brass electrode (1.27" long), a frit (1/8" thick) made by Balluff & a metal tube about 1" in size and of the end. On the open end, the frit of the end is bonded to allow attachment of a nut along with the Teflon washer and a resistor shield.



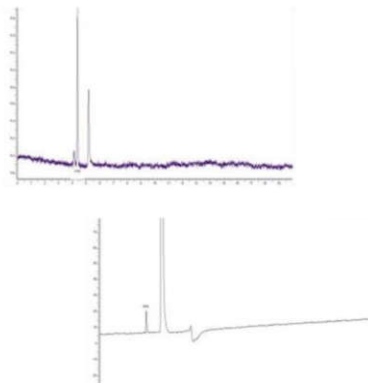
Muestreo de aire

- Gases exhalados y eructados se recogen en collares al vacío por periodo de 24 h
- Muestreo de gases SF₆ y CH₄ ambientales



Análisis por cromatografía de gases

En el laboratorio, determinación de concentraciones de gas SF₆ y CH₄ collar



Calculo emisiones de metano

$$CH_4 \text{ (g/d)} = \frac{[CH_4 \text{ collar} - CH_4 \text{ ambiente}]}{[SF_6 \text{ collar} - SF_6 \text{ ambiente}]} * SF_6 TP$$

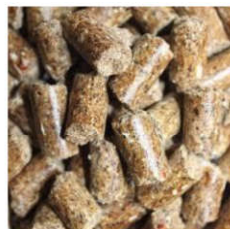
TÉCNICA DE GAS HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF_6)





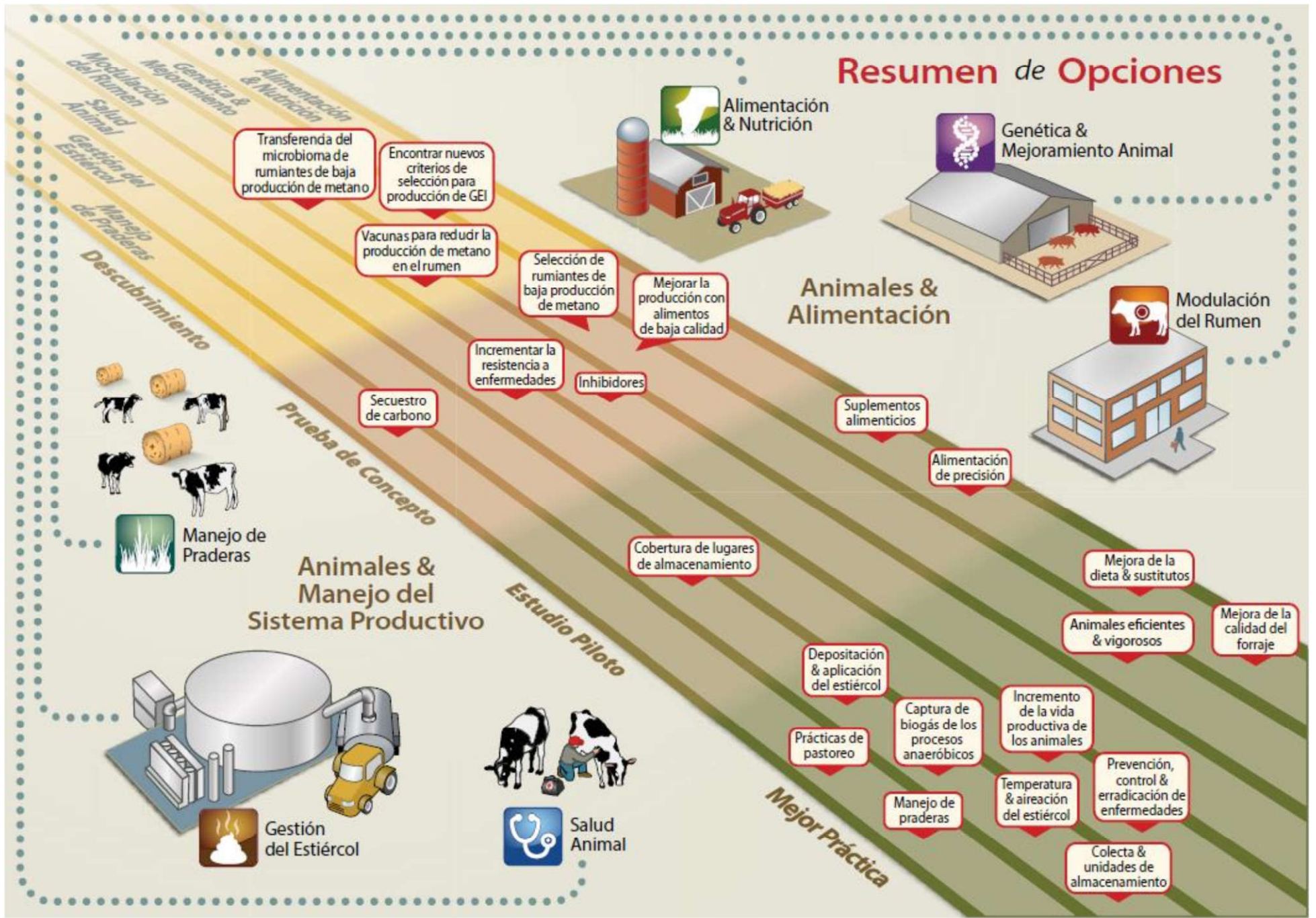
LA EXPERIENCIA DE INIA MIDIENDO EMISIONES DE CH₄ DE VACAS LECHERAS

AÑO EXPERIMENTO	ESTRATEGIA MITIGACION EVALUADA
2011	Implementación técnica SF ₆
2012	Suplementación con concentrado en pastoreo
2013	Mejoramiento del manejo de pastoreo
2014	Suplementación con concentrado en lactancia tardía
2015	Suplementación con semillas oleaginosas
2016 - 2017	Suplementación con semillas oleaginosas a pastoreo y por largo tiempo
2018	Inhibidor de metanogénesis y dos fuentes de nitrógeno





ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LAS EMISIONES DE METANO DE SISTEMAS PASTORILES





Estrategia N° 1

SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO



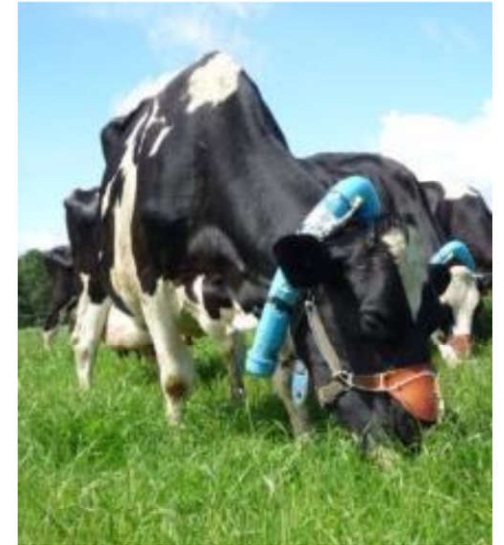
SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO EN VACAS EN LACTANCIA TEMPRANA

- Mayor nivel de concentrado disminuye la intensidad de emisiones de metano
 - Cambio en el perfil de AGV en rumen, favoreciendo la producción de propionato sobre acetato
 - Aumentos de pH ruminal inhiben a metanógenos y protozoos
 - Dilución de los requerimiento de mantención por incremento en la producción de leche
- Métodos:
 - 24 vacas Holstein Friesian a pastoreo
 - 2 tratamientos :
 - 1 kg/d de concentrado
 - 5 kg/d de concentrado



RESULTADOS SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO

	Concentrado		SE	P =
	1 kg	5 kg		
Consumo de materia seca, kg/d	18.6	19.1	0.23	0.16
Leche, kg/d	25.4	27.8	0.91	0.01
Metano, g/d	374	423	13.5	0.02
Metano, g/kg de leche	15.0	15.4	0.53	0.73





SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO SOBRE LAS EMISIONES DE CH₄ DE VACAS EN LACTANCIA TARDIA

Tratamientos y Dieta

- Tratamientos:
 - 4 kg concentrado/día
 - 8 kg concentrado/día
- Dieta diaria:
 - 2 kg MS pradera
 - 8 kg heno de pradera (TCO)
 - Tratamiento asignado





Resultados Suplementación con Concentrado en Lactancia Tardía

	Concentrado		ES	P =
	4 kg	8 kg		
Consumo de materia seca, kg/d	12.3	15.6	-	
Leche, kg/d	9.6	11.1	0.97	0.29
Metano, g/d	290	321	9.08	0.03
Metano, g/kg leche	35.8	33.7	5.66	0.80





CONCLUSIÓN CONCENTRADOS

- Desde el punto de vista de las emisiones de CH₄, la suplementación con concentrado se recomienda solo si existe una respuesta en producción de leche y si los otros componentes de la dieta tienen baja digestibilidad.
- Consideraciones
 - Efecto de sustitución
 - Menor digestión fibra (<pH)
 - Mitigación evidente con niveles de concentrado >40% MS dieta
 - Costos
 - Impacto ambiental global





Estrategia N° 2

MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE PASTOREO



EFFECTO DE LA BIOMASA FORRAJERA PRE-PASTOREO SOBRE LAS EMISIONES DE CH₄

ALTA

NORMAL

5100 kg MS/ha (>3 cm)

2300 kg MS/ha (>3 cm)



BIOMASA PRE-PASTOREO Y EMISIONES DE METANO

	Biomasa		ES	P =
	Normal	Alta		
Consumo de materia seca, kg/d	15.5	13.9	0.36	<0.001
Producción leche, kg/d	24.4	21.6	0.61	<0.001
Metano, g/d	323	321	10.0	0.85
Metano, g/kg leche	13.6	15.3	0.64	0.01

Fuente: Muñoz et al. 2016. JDS 99:7945-7955





CONCLUSIÓN MANEJO PASTOREO

- El mejoramiento del manejo de pastoreo sería una estrategia de interés en la reducción de emisiones de CH_4
- Contribuye a acortar las brechas de eficiencia tanto productivas como ambientales



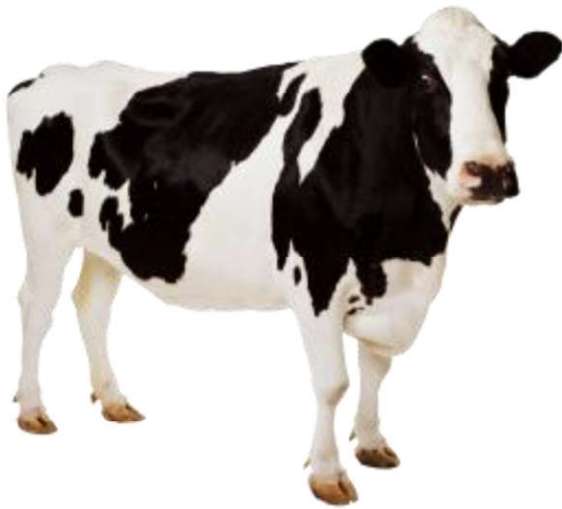


Estrategia N° 3

SUPLEMENTACIÓN CON ACEITES



SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLAS OLEAGINOSAS



HIPOTESIS

Los aceites de las semillas oleaginosas:

- Reducir emisiones metano
- Mejorar perfil ácidos grasos en leche
- Mantener nivel producción leche

• Tratamientos:



Raps



Algodón



Linaza



Control



SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLAS OLEAGINOSAS

	Grasa inerte	Raps	Algodón	Linaza	P =
Consumo de materia seca, kg/d	18.0 ^b	20.2 ^a	17.8 ^b	17.9 ^b	0.02
Leche, kg/d	19.3	20.4	18.8	19.5	0.49
Metano, g/d	396 ^{bc}	465 ^a	361 ^c	427 ^{ab}	<0.001
N orina/N ingerido (g/g)	0.33 ^{ab}	0.28 ^c	0.37 ^a	0.32 ^{bc}	<0.001
Metano, g/kg leche	20.8	23.1	19.5	22.3	0.11

Fuente: Muñoz C., et al. 2019. Anim. Feed Sci. Tech. 249: 18-30

- No hubo diferencias entre tratamientos en la producción de leche
- La suplementación con semillas de algodón:
 - disminuyó las emisiones de metano entérico
 - aumentó la excreción de nitrógeno en la orina



CONCLUSION ACEITES

- La semilla de algodón fue mas efectiva en mitigar metano, sin embargo incremento excreción N
- Es necesario evaluar los resultados de las estrategias de mitigación de metano en relación a todos los aspectos ambientales, productivos, y de calidad de los productos
- Actualmente se continúa trabajando sobre:
 - Efectos a largo plazo de la suplementación con semillas de oleaginosas en sistemas pastoriles

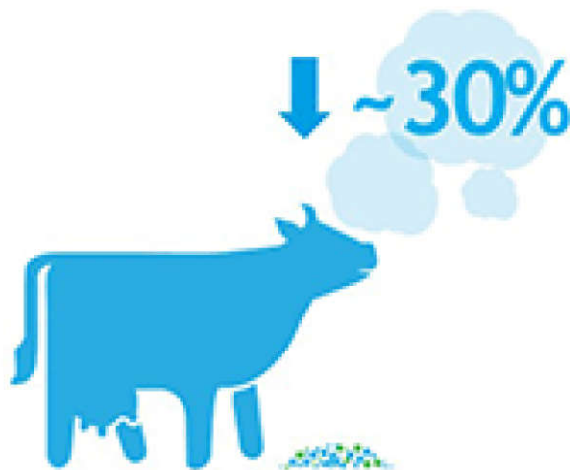


DIRECCIONES FUTURAS DE LA INVESTIGACIÓN

- Otras estrategias nutricionales de mitigación de CH₄ para condiciones de pastoreo:
 - Suplementación con leguminosas
 - Combinación de estrategias nutricionales de mitigación de metano
 - Suplementación con algas
- Contribuir a una evaluación ambiental holística en los sistemas ganaderos (LCA)



Mitigación de 30% de la producción de metano



Cargar 127.000
celulares



Sacer de circulación 1
auto tamaño familiar



Plantar un bosque de 43
millones de arboles

Fuente: DSM



ESTUDIANTES Y EQUIPO DE TRABAJO





CONSIDERACIONES FINALES

- Estrategias nutricionales para disminuir metano están en etapa de investigación
- Las efectivas han disminuido la producción de metano en ~15%
- Respuestas deben medirse evaluando:
 - Impacto ambiental global
 - Productividad y eficiencia animal
 - Costo/beneficio
- Cualquiera alternativa de mitigación requiere Análisis del Ciclo de Vida (LCA) de productos para tener en cuenta los efectos completos



GRACIAS

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INIA Remehue**

camila.munoz@inia.cl



**Ministerio de
Agricultura**

Gobierno de Chile