

Nutrición de Ganado de Leche e Impacto Ambiental

Estrategias para disminuir las emisiones de GEI por medio de la alimentación



Sofía Macaya Q.

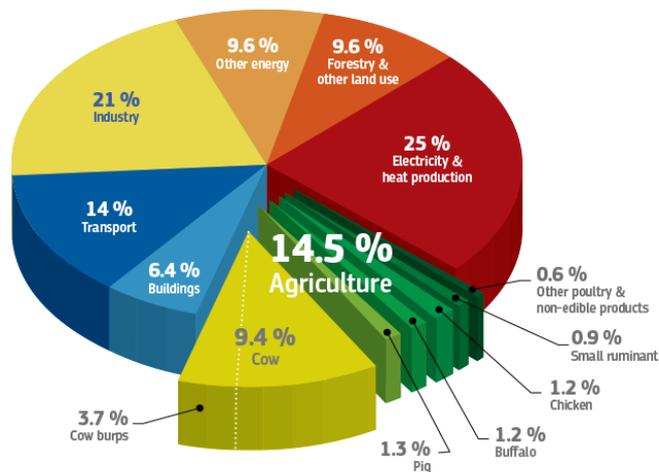
sofia.macaya@dsm.com



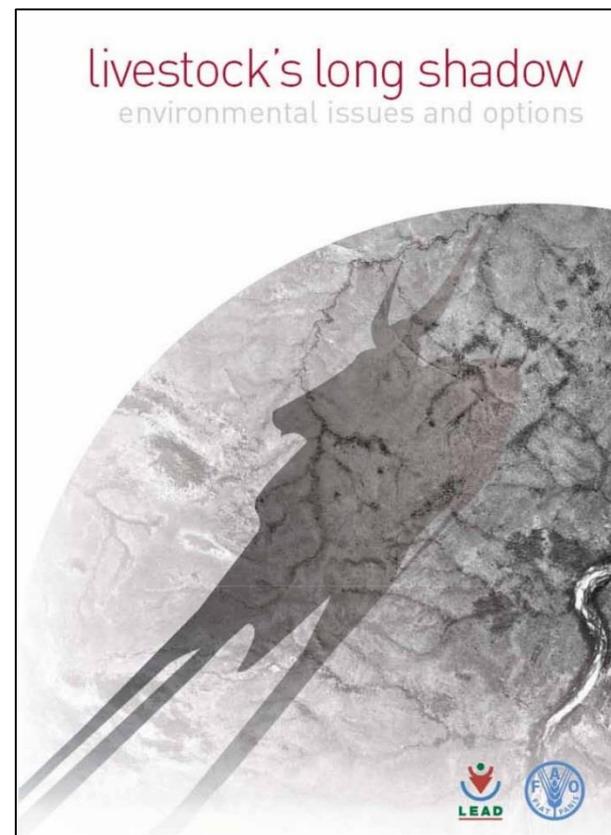
Contexto

- La producción animal responsable del 18.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (**FAO, 2010**)

Greenhouse gas emissions by economic sector



Fuente: FAO (2014)



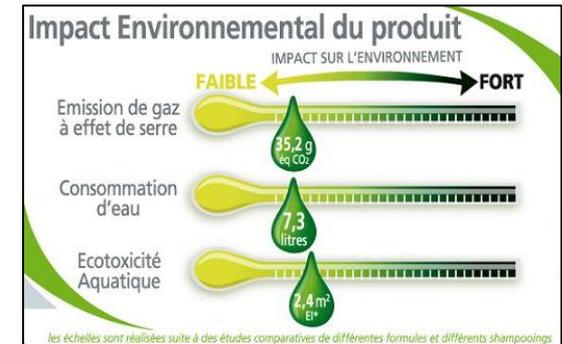
Contexto

- Políticas para crear conciencia en el consumidor y en el producto

➤ *Ej: Grenelle de l'Environnement*

- Críticas de la **sociedad** hacia los productos provenientes de la producción animal:

➤ solicitud de información



Produits Casné

| Valeurs énergétiques et nutritionnelles moyennes : | PAR POT (125 g) % des RNI* | POUR 100ml |
|--|----------------------------|------------------|
| Énergie | 121 kcal 6% | 97 kcal (407 kJ) |
| Protéines | 3,8 g 8% | 3,0 g |
| Glucides dont sucres | 17,5 g 6% 17,5 g 19% | 14 g 14 g |
| Lipides dont acides gras saturés | 4,0 g 6% 2,4 g 12% | 3,2 g 1,9 g |
| Fibres alimentaires | 0 g 0% | 0 g |
| Sodium équivalent en sel | 0,05 g 2% 0,13 g 2% | 0,04 g 0,10 g |

L'INDICE CARBONE de ce produit

305g de CO₂

Faible impact environnemental Fort impact environnemental

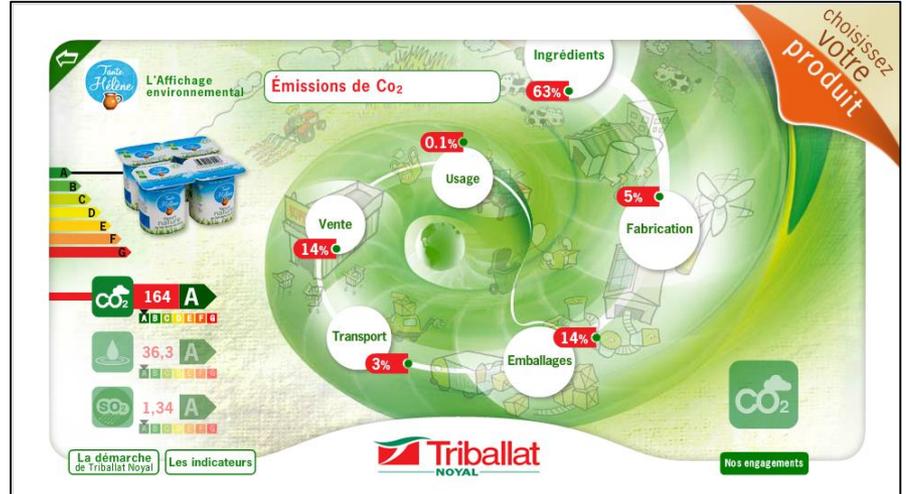
Plus d'informations : www.produits-casné.fr ou SERVICE CONSOMMATEURS

INGRÉDIENTS : Lait entier 89% - sucre 8,7% - lactose et protéines de lait - arôme naturel - ferments lactiques.

*Les Repères Nutritionnels Journaliers recommandés sont calculés pour un adulte avec un apport moyen de 2000 kcal par jour.

Contient ou est contaminé par des traces de produits laitiers

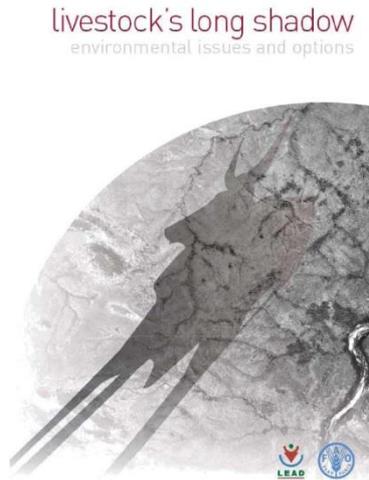
Produit en France



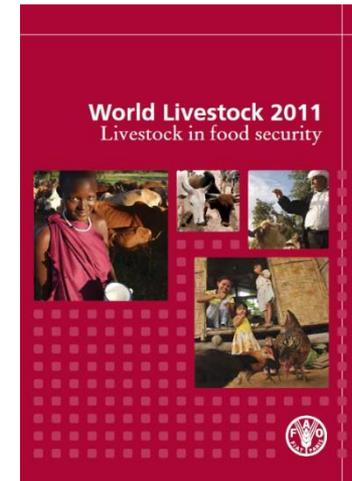
El contexto internacional

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Project Leap (FAO) |  | Homologación de metodologías de evaluación ambiental en producción animal |
| The Agenda of Action (FAO) |  | Coordinación de acciones del sector agropecuario para reducir su impacto ambiental |
| Global Dairy Agenda of Action |  | Inventario/Coordinación de acciones del sector lechero para reducir su impacto ambiental |
| Animal Change |  | Consorcio de proyectos de investigación para reducir el impacto del sector agropecuario en el cambio climático |
| Normas ISO |  | Estándar huella Carbono y Agua |

La Producción Animal Global está enfrentando nuevos retos



“El sector agropecuario es uno de los contribuidores **más** significativos en los problemas ambientales **más** serios, en **cualquier escala** desde local a global”



“En las condiciones actuales, **no hay alternativas** técnicas ni económicas viables a la producción intensiva para **satisfacer la demanda de productos pecuarios** de las poblaciones en crecimiento”

“Se espera una mayor intensificación y expansión de la producción animal”

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

- “ACV aborda los aspectos ambientales e **impactos ambientales** potenciales **a lo largo del ciclo de vida** de un producto desde la extracción y adquisición de materias primas, a través de la producción, utilización, reciclado y por último la disposición final (es decir, **cuna a la tumba**)”
 - ISO 14040:2006

ACV: Enfoque Evaluación de Impacto Ambiental

❖ Un criterio? Multicriterio?

- Cambio Climático (Gases de Efecto Invernadero)

➤ Huella de Carbono



- Acidificación (Amoniac)
- Eutrofización (Nitrógeno y Fósforo)

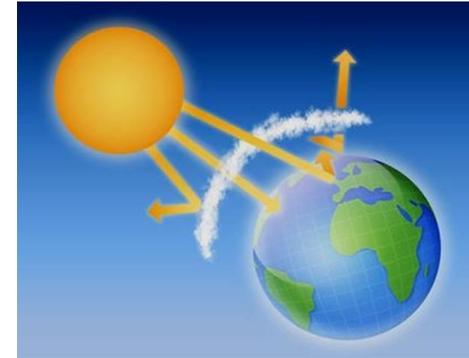


- Consumos de Energía (Combustible, Electricidad)



Gases Efecto Invernadero (GEI): Huella de Carbono

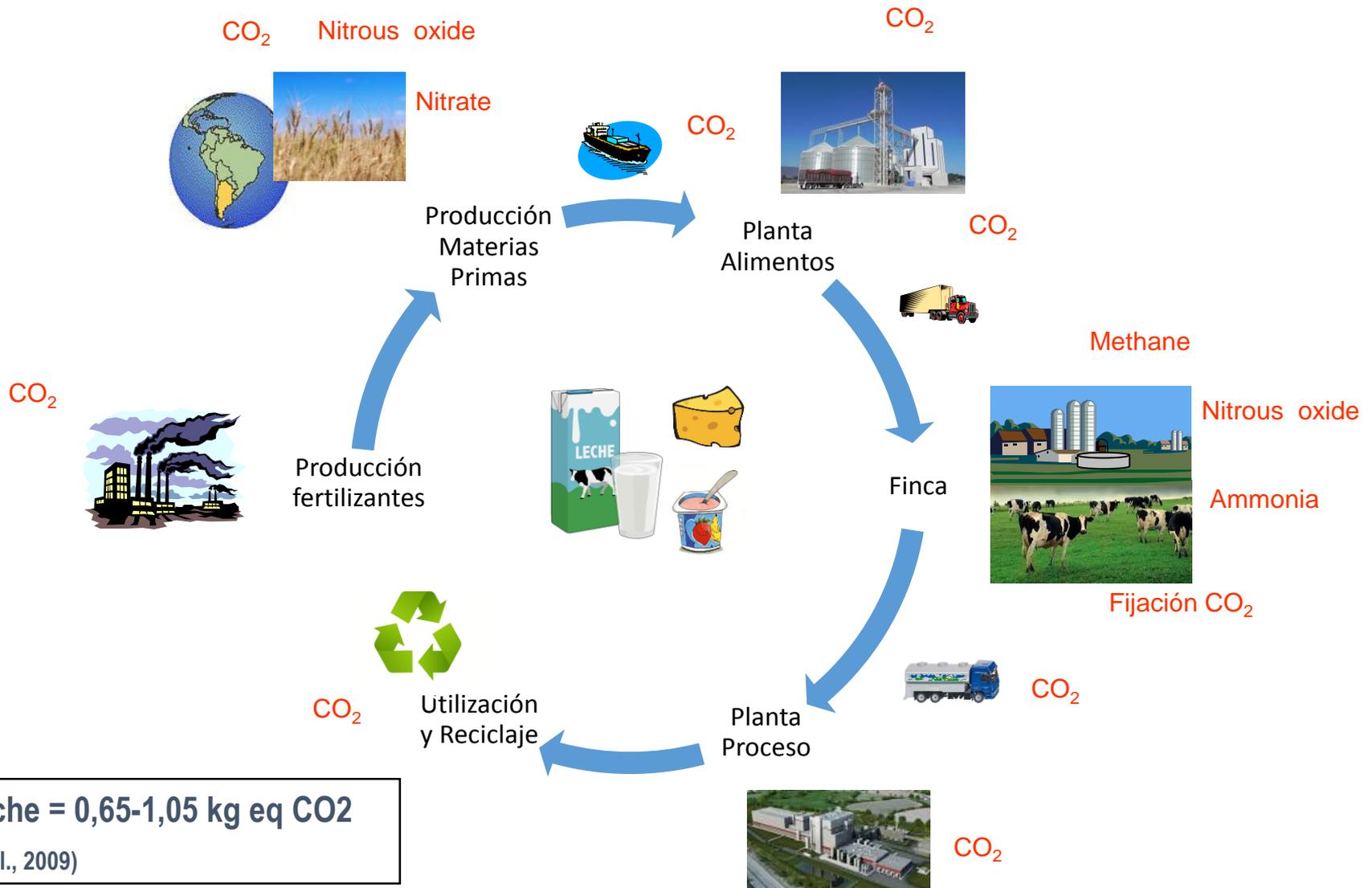
- Principales gases responsables:
 - Dióxido de Carbono (CO₂)
 - Metano (CH₄)
 - Óxido Nitroso (N₂O)
 - La contribución de cada gas al efecto invernadero es variable
 - Expresado por su potencial de calentamiento global (GWP)
- **kg eq. CO₂**



| Gas | Coefficiente GWP |
|------------------|------------------|
| CO ₂ | 1 |
| CH ₄ | 25 |
| N ₂ O | 298 |

(IPCC, 2007)

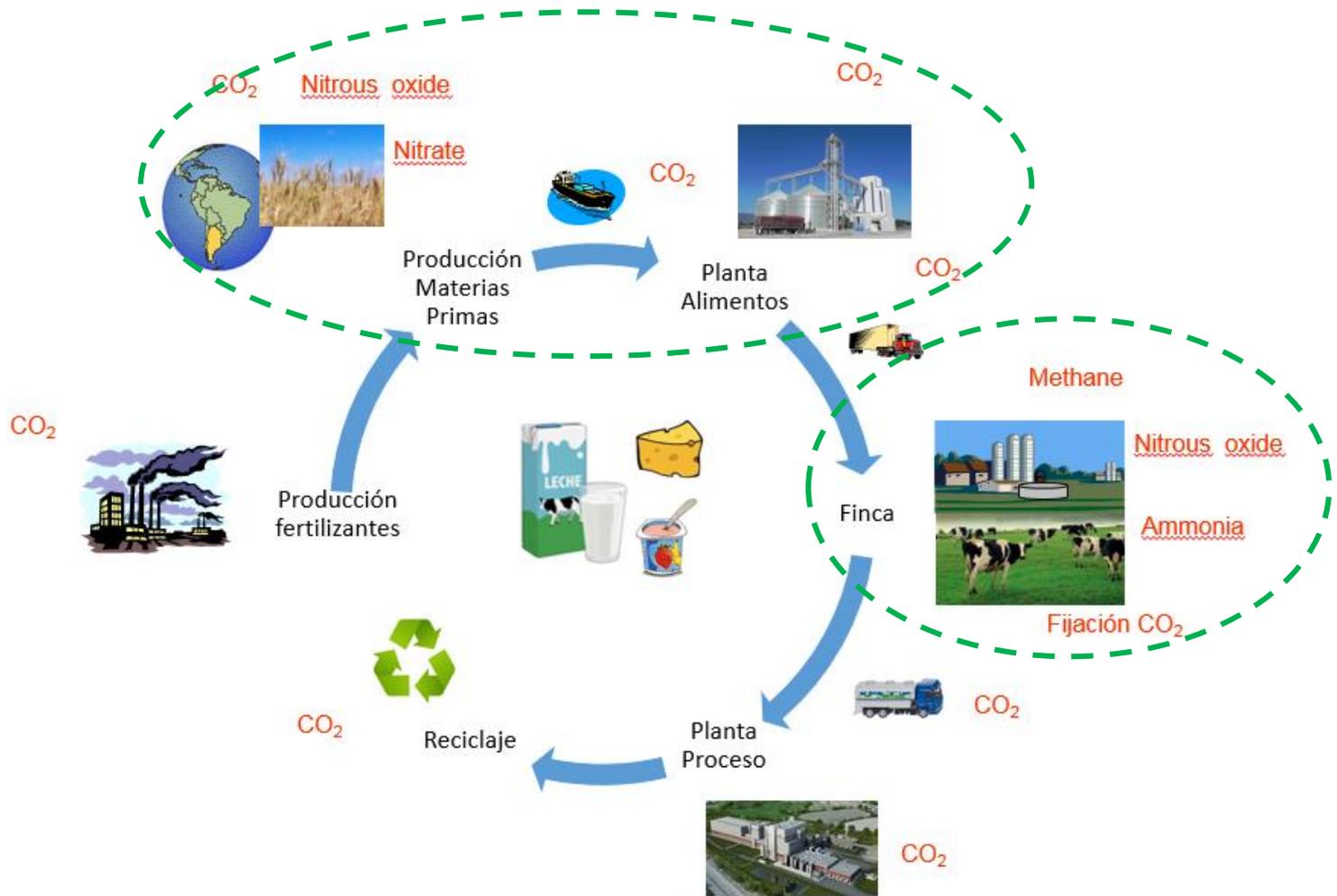
ACV para productos lácteos



1 kg leche = 0,65-1,05 kg eq CO_2

(Dollé et al., 2009)

¿Cómo reducir Huella de Carbono por medio de la Nutrición?



Huella de Carbono de Materias Primas utilizadas en Nutrición Animal

- Materias primas no transformadas
- Subproductos
- Forrajes (stock de Carbono)



Materias Primas/Subproductos

ETAPA AGRICOLA



TRATAMIENTO TECNOLÓGICO



TRANSPORTE



- Fertilización
- Siembra
- Trat. Fitosanitario
- Maquinaria
- Riego

- Secado
- Deshidratación
- Extrusión
- Molinos
- Destilación
- Azucarera

Distancia recorrida, medio de transporte, combustible:

- Explotación - Almacén – Fabrica Alimento
- Explotación - Almacén – Planta Transformación - Fabrica Alimento

Forrajes

ETAPA AGRICOLA



TRATAMIENTO TECNOLÓGICO

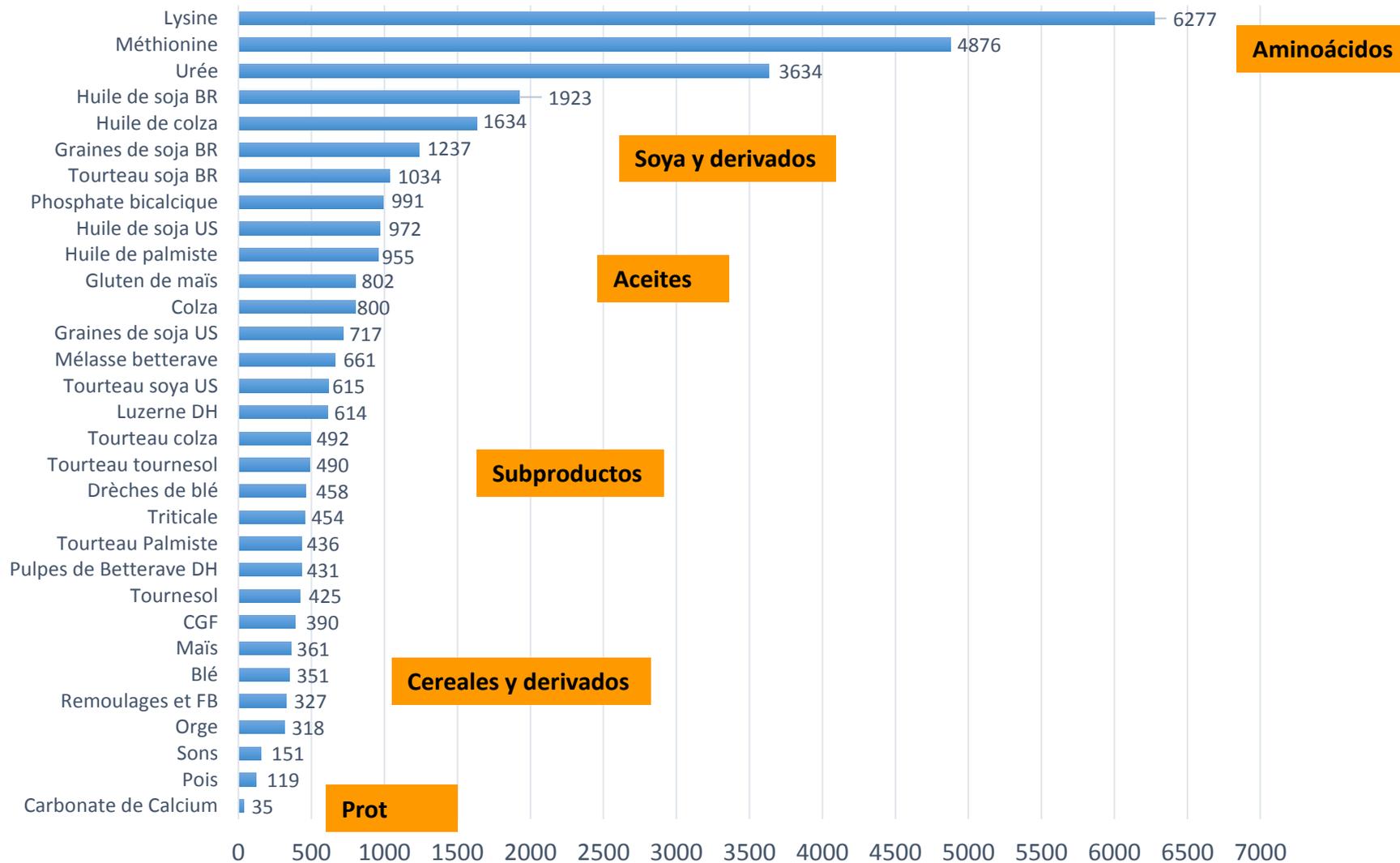


STOCK CARBONO



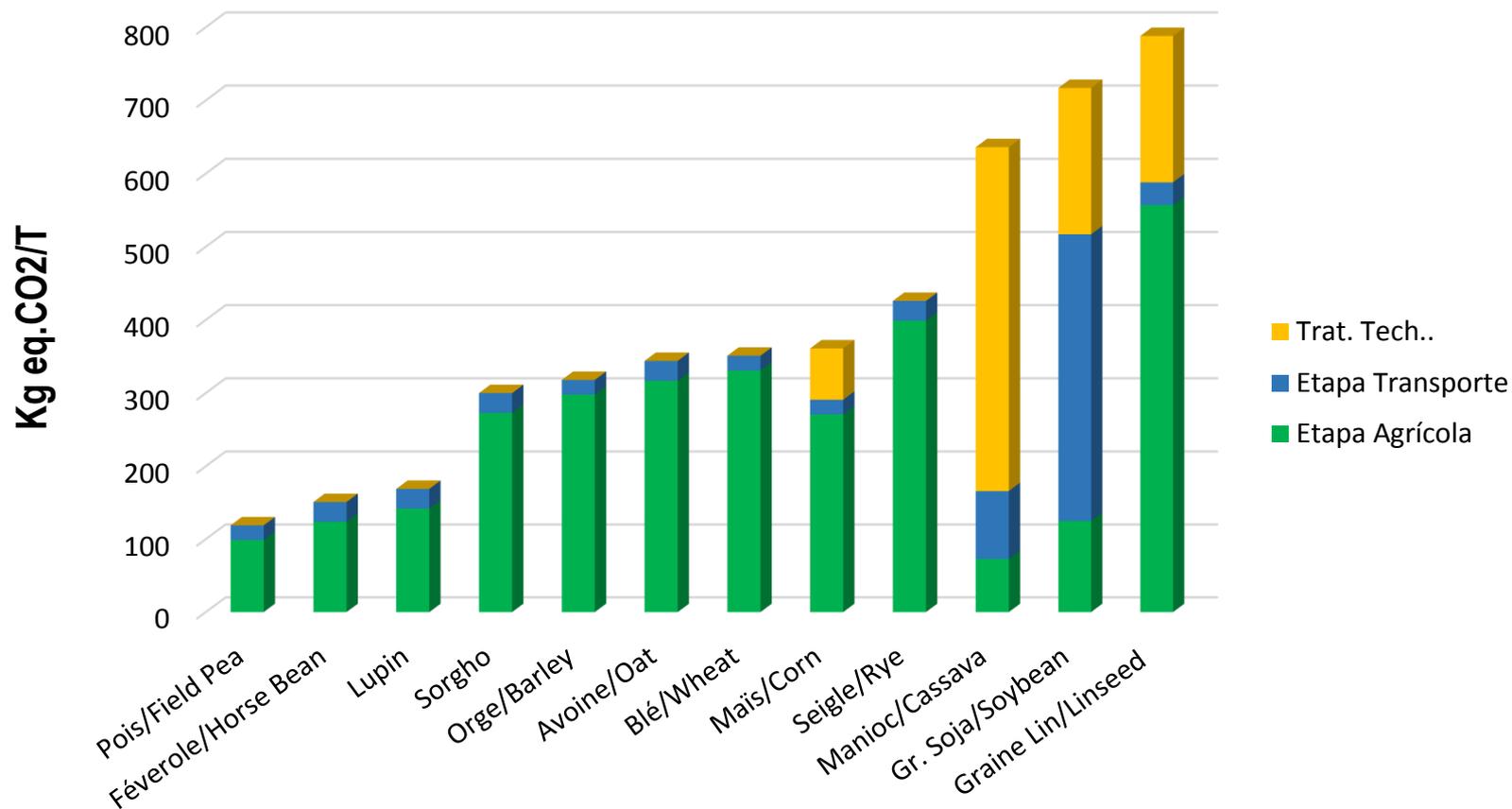
Fijación de Carbono en los potreros
(temporales o permanentes)

Huella de Carbono de MP utilizadas en Nutrición Animal (kg eq CO2/T MP)



fuelle: MDD (2010)

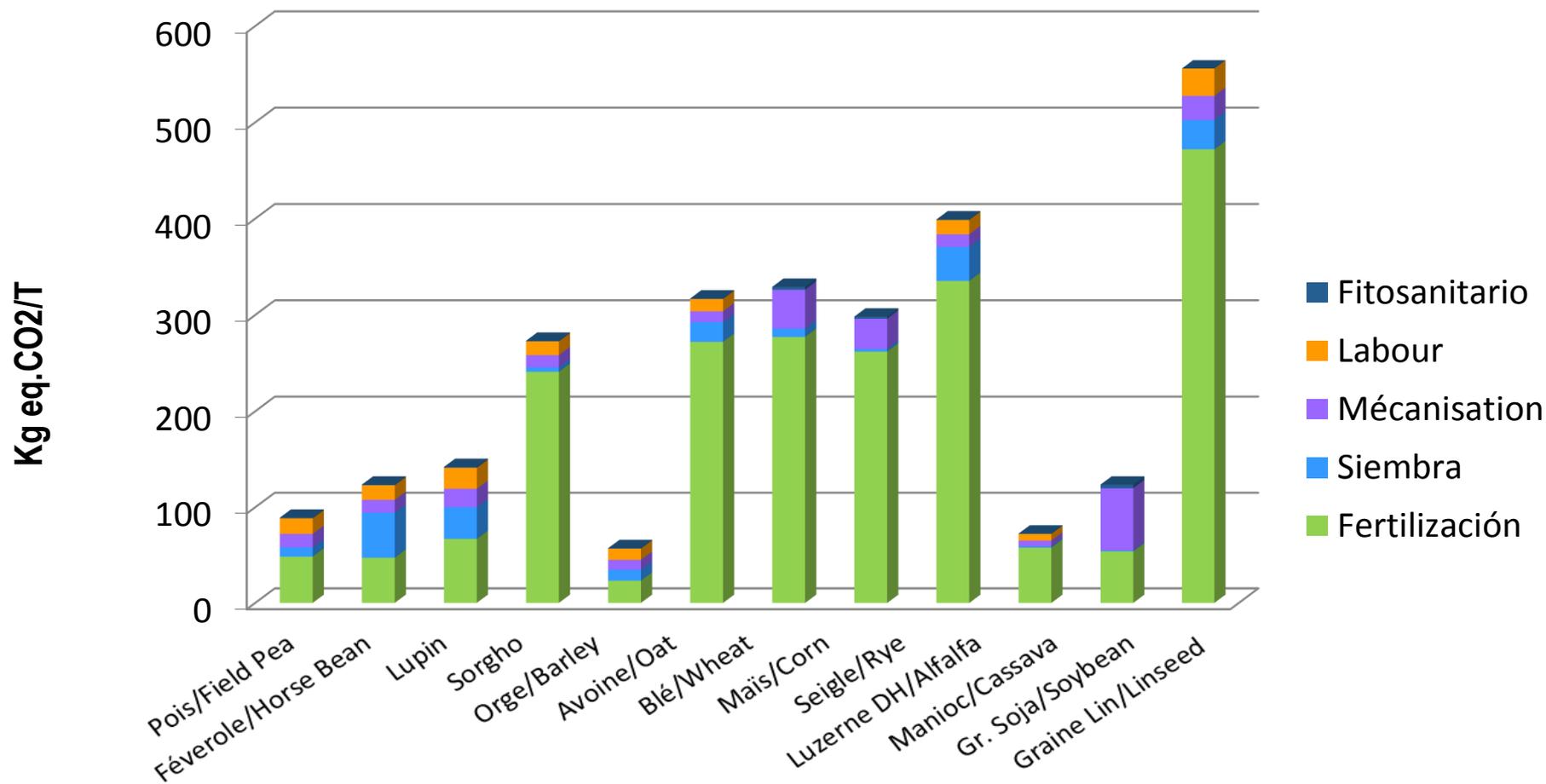
Balance GEI (kg eq. CO2/T) de Materias Primas



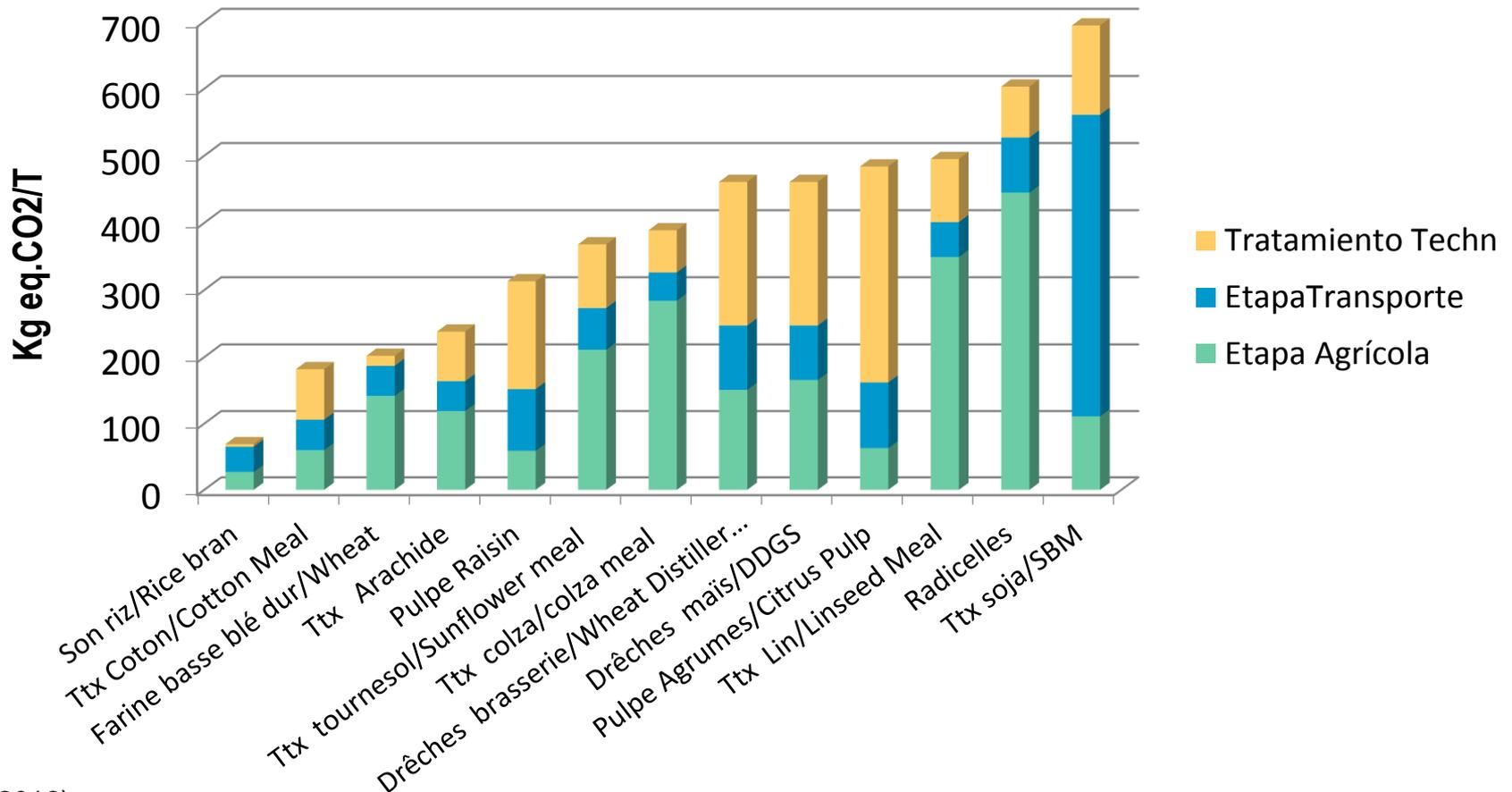
(Macaya, 2012)

- Etapa Agrícola contribución grande al impacto GEI
- Transporte poco impacto excepto en MP importadas (Soya)
- Tratamiento tecnológico poco impacto excepto en deshidratados

Emisiones «Etapa Agrícola» muy dependientes de la Fertilización (Nitrogenada) !



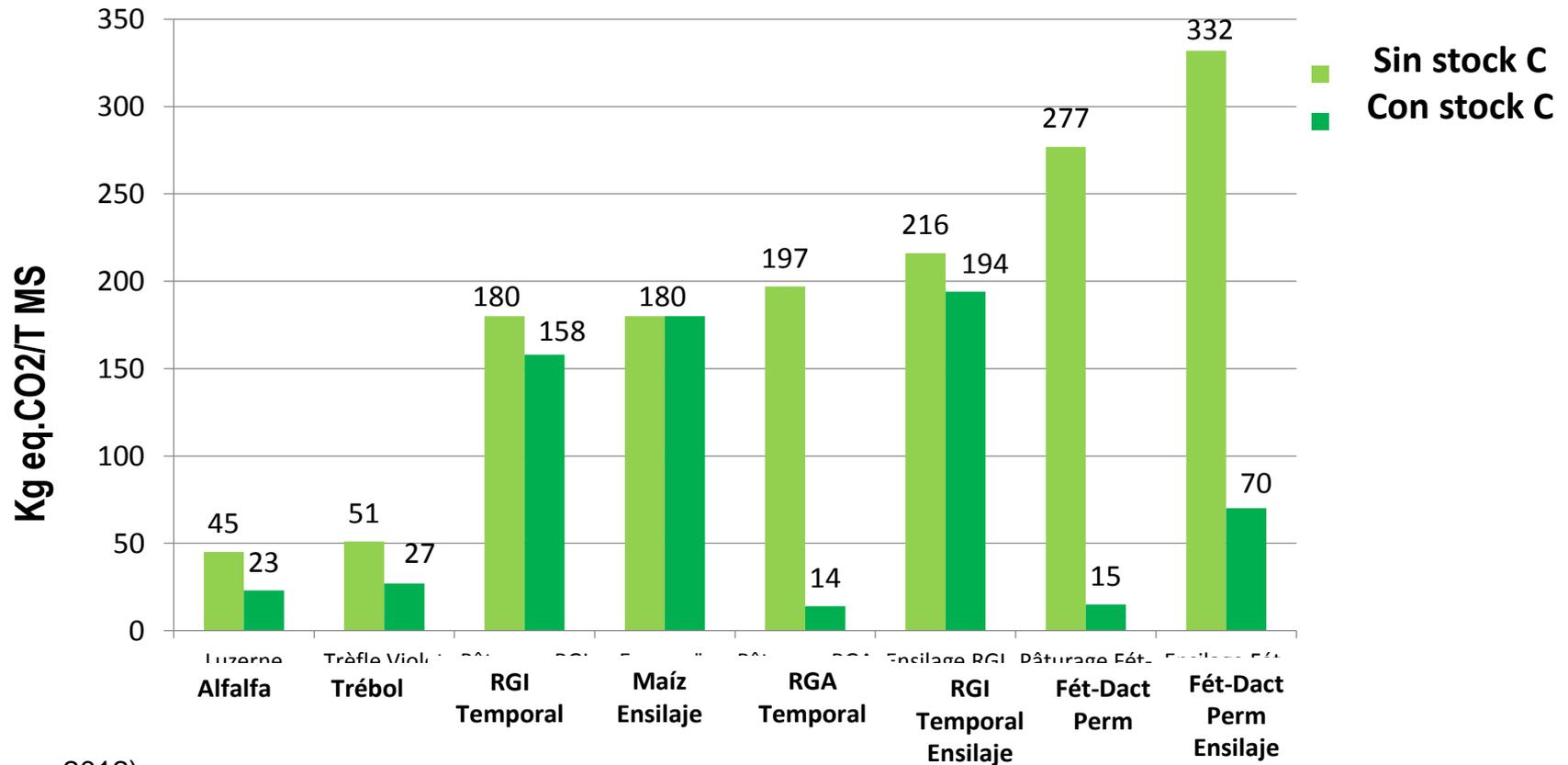
Balance GEI (kg eq. CO₂/T) de Subproductos



(Macaya, 2012)

- Etapa transporte impacto importante
- Tratamiento tecnológico contribuye a una gran parte del balance GEI

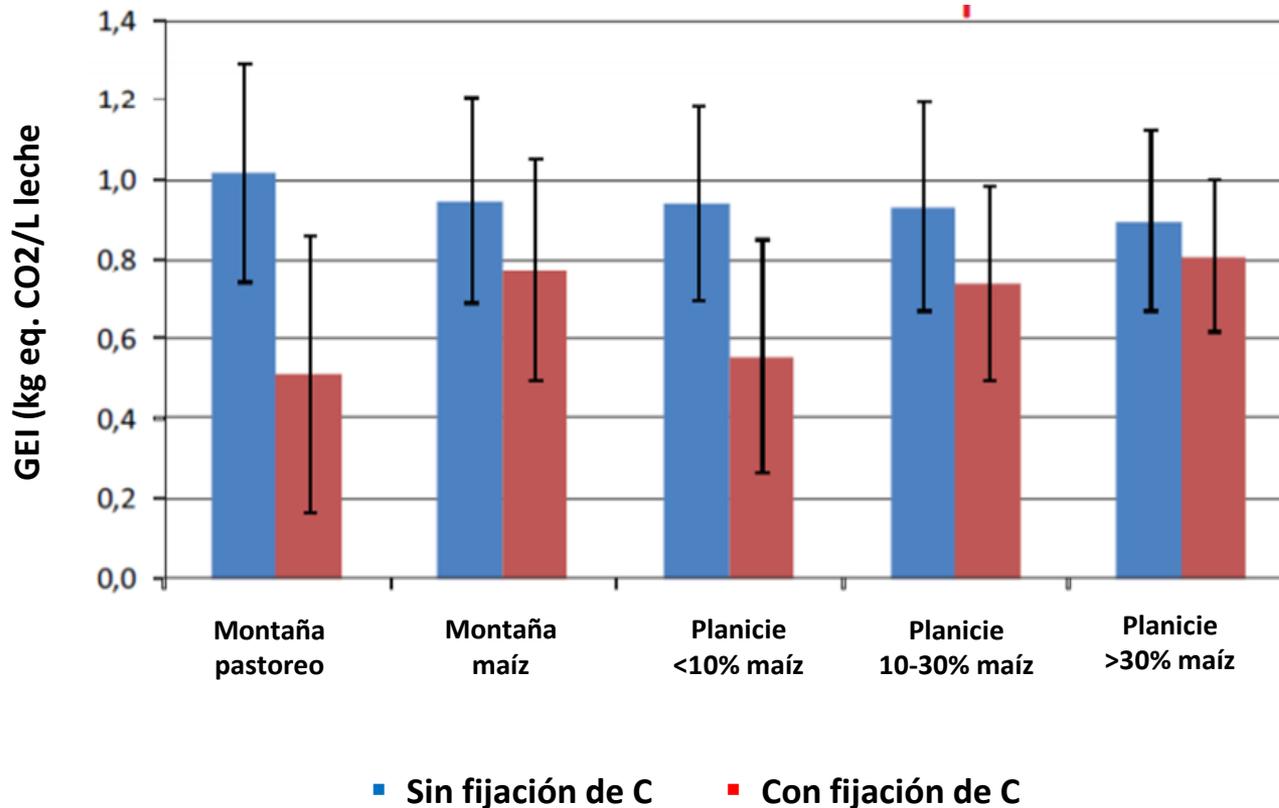
Balance GEI (kg eq. CO₂/T) de Forrajes



(Macaya, 2012)

- Rendimiento del cultivo tiene una gran influencia
- Leguminosas presentan un bajo balance GEI (fijación de N)
- Stock C juega un papel crucial en los resultados: Temporal, permanente

- En general, la producción lechera compensa entre el 5% y el 40% de sus emisiones GEI por litro de leche, gracias a sus potreros
(Institut de l'Élevage, 2013)



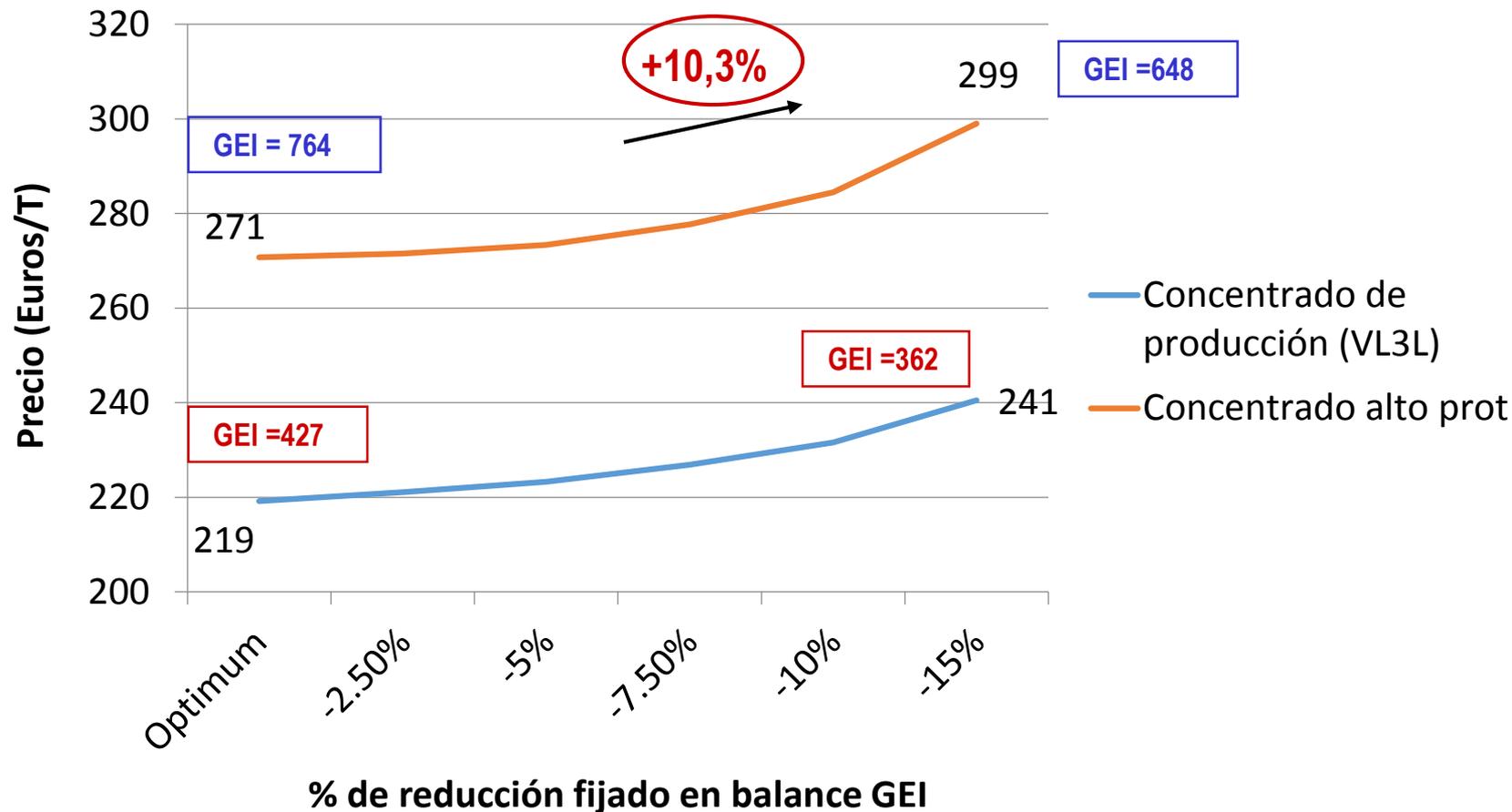
(Institut de l'Élevage, 2013)

De manera general...

| Contribución en el Balance total GEI | Materias Primas | Subproductos | Forrajes |
|---|-----------------|--------------|----------|
| ETAPA AGRICOLA (Fertilización y Rendimiento) | + + + | + + + | + + + |
| ETAPA TRANSPORTE | + | + + | |
| TRATAMIENTO TECN | | + + + | |
| FIJACIÓN CARBONO | | | + + + |

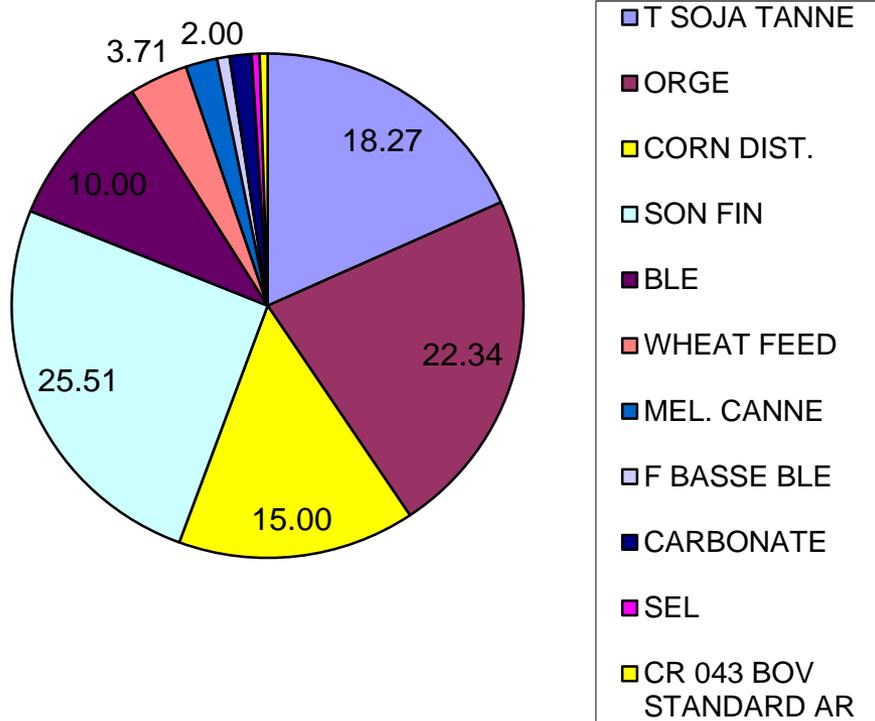
Formulación de Alimentos Balanceados

Evolución del precio de la fórmula según el valor fijado para la variable GEI

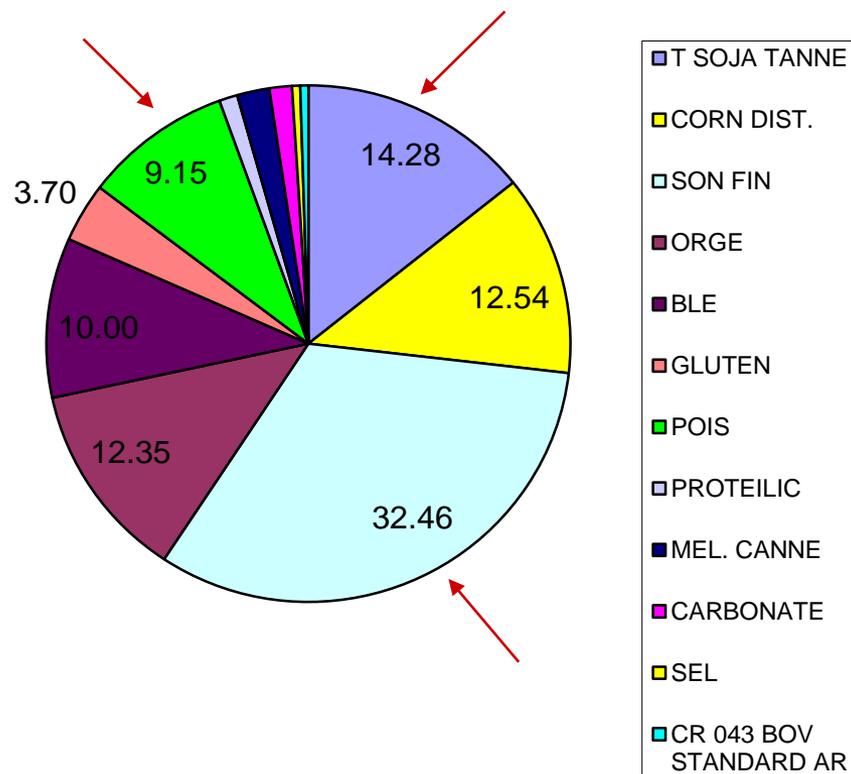


Participación de MP en fórmula de concentrado de producción para VL

Fórmula Optimo Económico



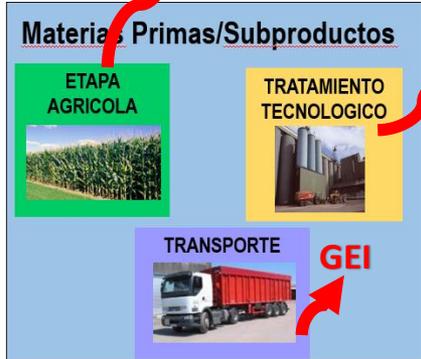
Fórmula con variable GEI fijada a -15%



Evaluación del balances GEI en dietas de ganado de leche

| DESCRIPCION | GEI (kg eq CO2/TMS) | GEI Kg eq CO2/L lait |
|---|------------------------|-------------------------|
| Pastoreo (montagne + AOC) | 124 | 0,11 |
| Pastoreo + ensilaje maíz | 144 | 0,11 |
| 100% heno + MP de la finca Bio | 232 | 0,18 |
| 100% ensilaje pasto (montagne) | 254 | 0,19 |
| Pastoreo (montagne + AOC) | 276 | 0,21 |
| 100% heno (montagne + AOC) | 278 | 0,21 |
| 2/3 ensilaje maíz 1/3 ens. pasto | 289 | 0,22 |
| 100% heno (montagne + AOC) | 293 | 0,22 |
| 100% ensilaje maíz (ouest) | 302 | 0,23 |
| Pastoreo + ensilage maíz | 305 | 0,23 |

GEI

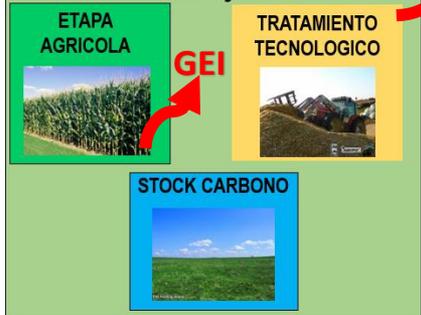


GEI



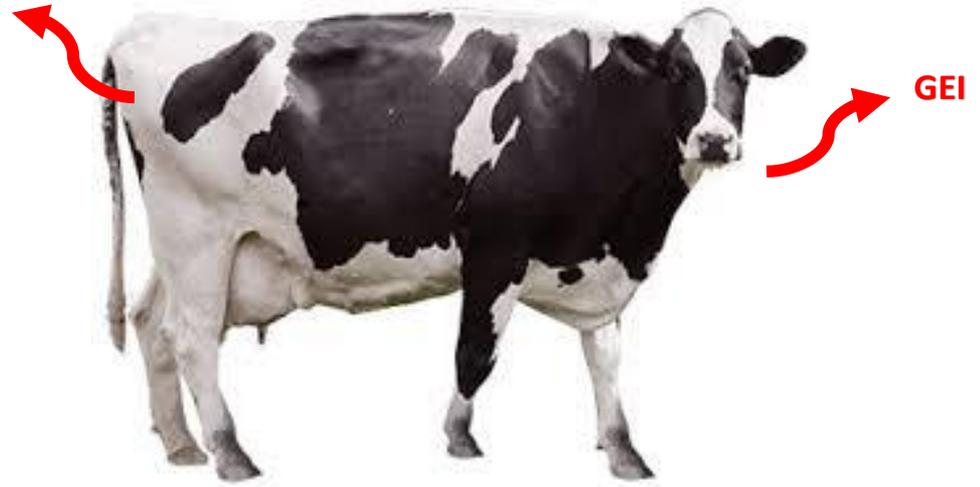
GEI

Forrajes



GEI

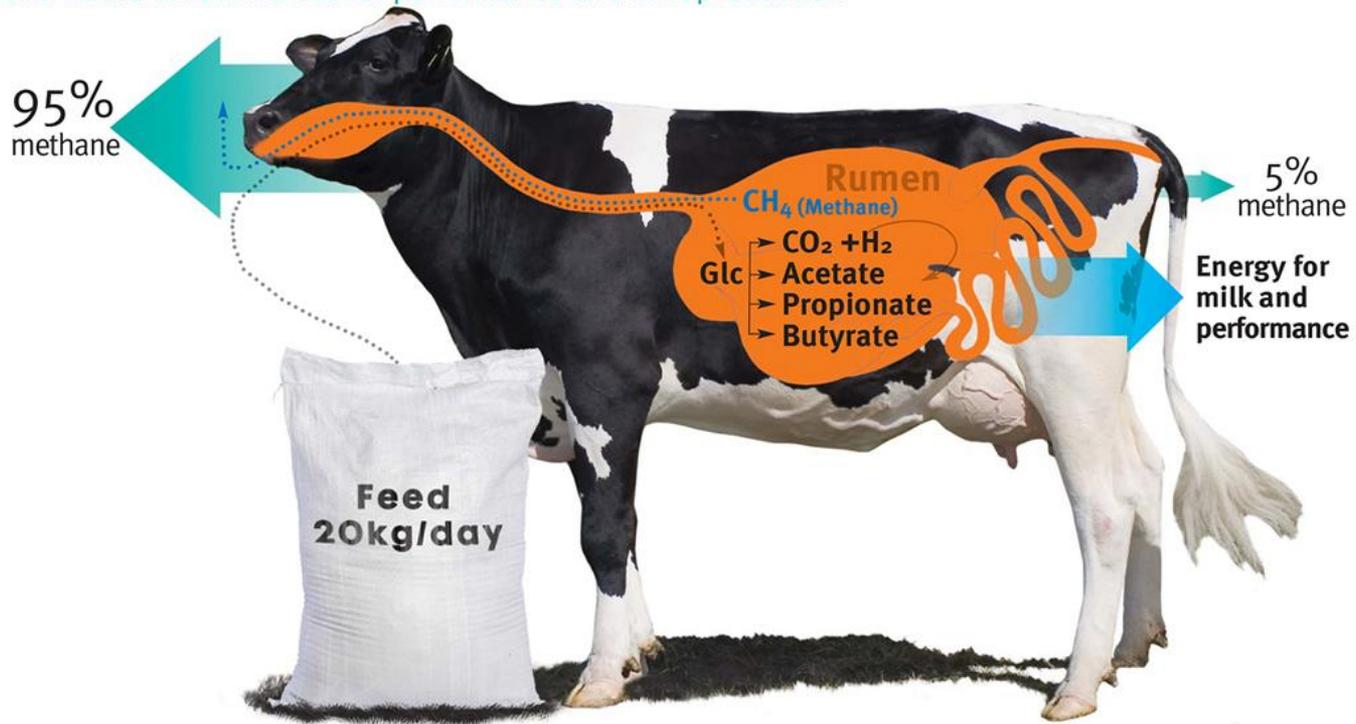
GEI



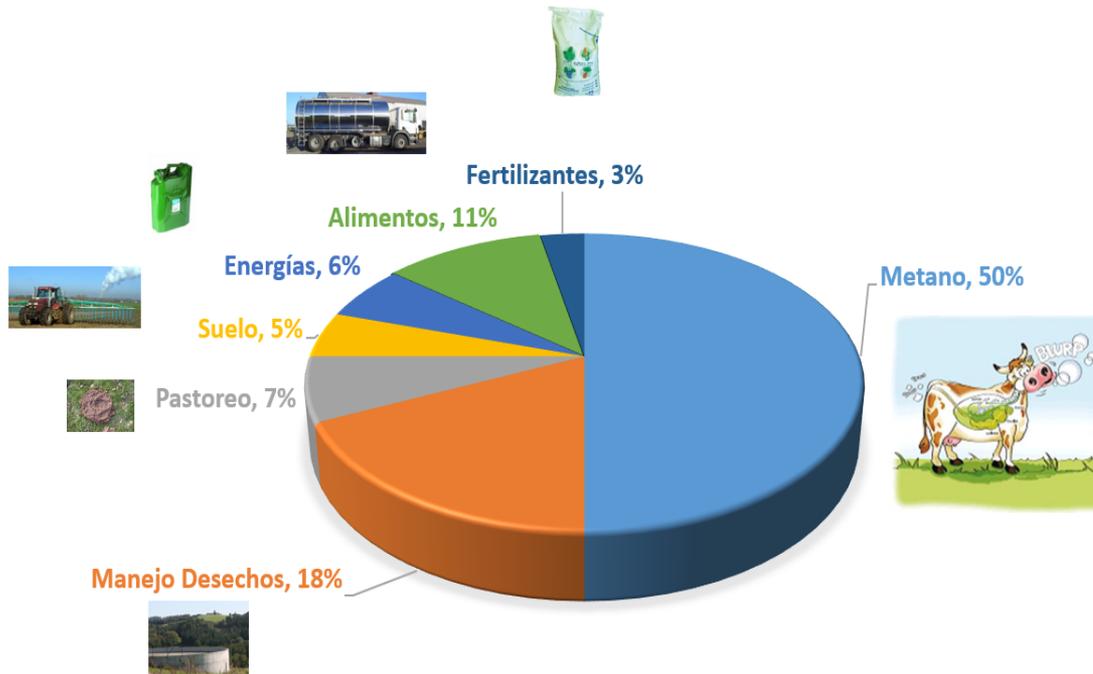
GEI

Producción de Metano Entérico

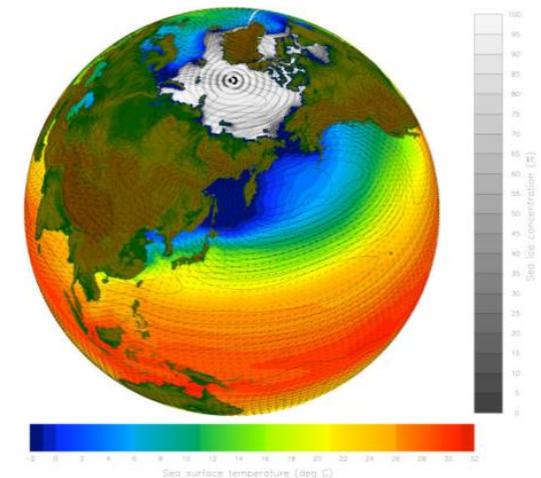
A cow emits 500l of methane per day, which is equivalent to 10% of the energy she would otherwise use for performance and milk production



Metano contribuye en un 50% a las emisiones de todo el sistema de producción!

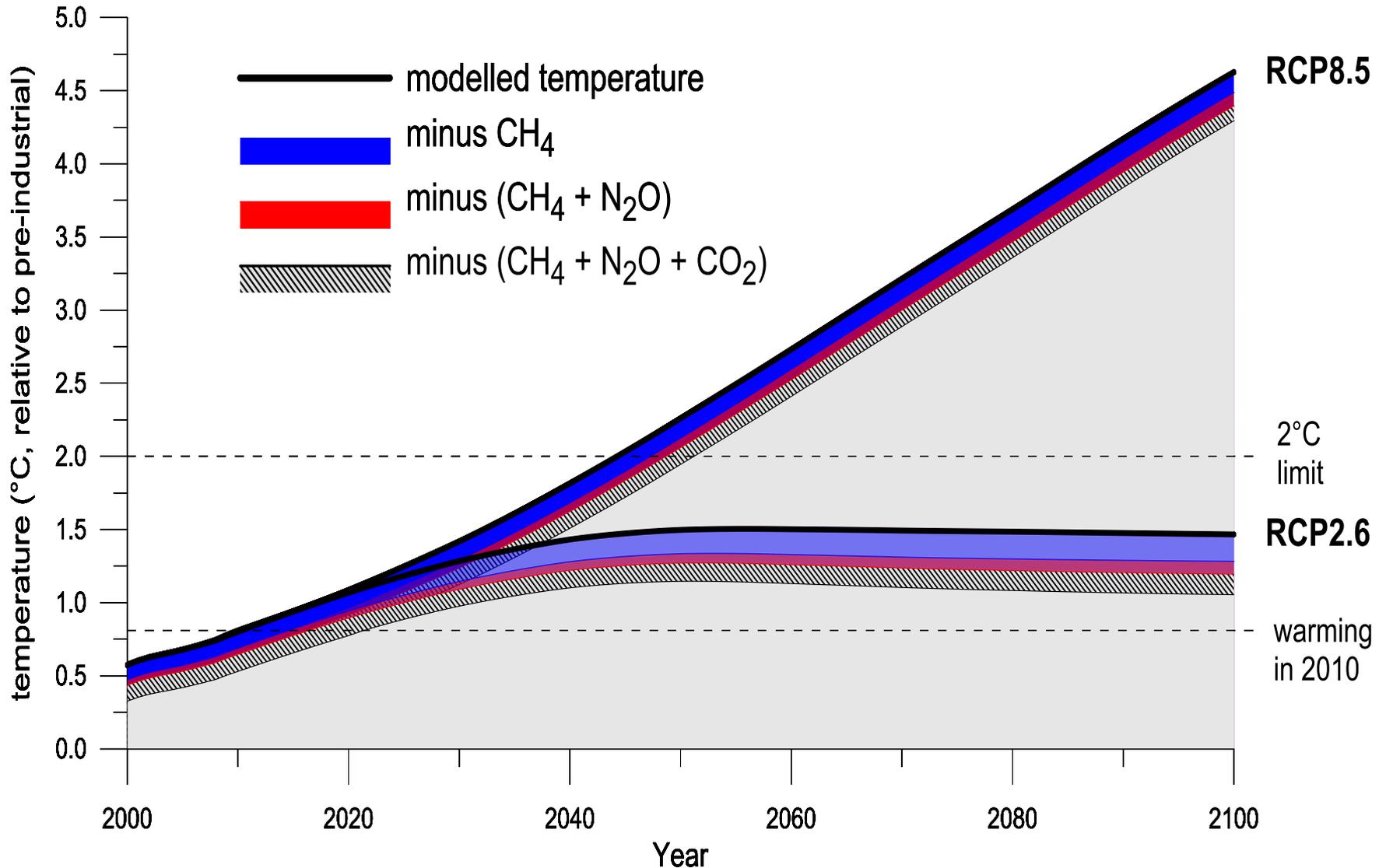


Metano GWP alto y duración en atmósfera corta!!



Fuente: Gac, 2014

Livestock contribution to future warming



Diferentes ecuaciones de predicción para estimar las emisiones de metano entérico

| | Fuente | Ecuación |
|----|-----------------------------|--|
| 1 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 8.56 + 0.139 * \text{fourrage (\%)}$ |
| 2 | Giger-Reverdin et al., 2000 | $CH_4 \text{ (L/kg MS)} = 24 + 0,233 \text{ Concentré (\%)} - 0,0037 \text{ Concentré}^2 \text{ (\%)}$ |
| 3 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 3.23 + 0.809 * \text{MS ingerée (kg/j)}$ |
| 4 | Mills et al., 2003 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 5.93 + 0.92 * \text{MS ingerée (kg/j)}$ |
| 5 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 2.16 + 0.493 * \text{MS ingerée (kg/j)} - 1.36 * \text{ADF (kg/j)} + 1.97 * \text{NDF (kg/d)}$ |
| 6 | Mills et al., 2003 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 1.06 + 10.27 \text{ Fourrage} + 0.87 \text{ MS ingerée (kg/j)}$ |
| 7 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 4.08 + 0.0678 * \text{EM ingerée (MJ/d)}$ |
| 8 | Mills et al., 2003 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 8.25 + 0.07 * \text{EM ingerée (MJ/d)}$ |
| 9 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 1.21 + 0.0588 * \text{EM ingerée (MJ/d)} + 0.0926 * \text{fourrage (\%)}$ |
| 10 | Ellis et al., 2007 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 1.64 + 0.396 * \text{EM ingerée (MJ/d)} + 1.45 * \text{NDF (kg/d)}$ |
| 11 | Mills et al., 2003 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 7.30 + 13.13 \text{ N (kg/d)} + 2.04 \text{ ADF (kg/d)} + 0.33 \text{ Amidon (kg/d)}$ |
| 12 | Moe et Tyrell, 1979 | $CH_4 \text{ (MJ/j)} = 3,38 + (0,51 * \text{Glucides non pariétaux (kg)} + (2,14 * \text{hemicellulose (kg)}) + ((2,65 * \text{cellulose (kg)})$ |
| 13 | Chilliard et al., 2009 | $CH_4 \text{ (g/j)} = 9.46 * 16:0 - 97.6 * \text{trans-16+cis-14 18:1} + 13.3 * \text{fourrage ingeré} - 78.3 * \text{cis-9 14:1} + 77.4 * 18:2n-6 - 21.2$ |
| 14 | Chilliard et al., 2009 | $CH_4 \text{ (g/j)} = -100.8 * \text{trans-16+cis-14 18:1} + 6.78 * 16:0 + 13.1 * \text{fourrage ingeré} - 80.1$ |
| 15 | Valorex, 2001 | $CH_4 \text{ (g/L lait)} = (\text{AG} \leq \text{C16} / \text{AG totaux}) * (11,368 * \text{Production de lait (kg/j)})^{-0,4274}$ |

Ecuaciones de predicción para estimar las emisiones de CH4 entérico

| Source | En función de... | Predicción | Practicidad |
|------------------------|-----------------------------|------------|-------------|
| Ellis et al., 2007 | MSI, ADF, NDF | +++ | ++ |
| Mills et al., 2003 | MSI, % forraje | ++ | +++ |
| Moe et Tyrell, 1979 | NFC, hemicelulosa, celulosa | ++ | + |
| Chilliard et al., 2009 | AG leche | +++ | + |

Factores ligados a alimentación que influyen en la producción de Metano

- **Nivel de consumo**

- ✓ Aumento en consumo, reduce emisiones de CH₄: aumento tasa pasaje, reduce tasa de fermentación ruminal

- **Tipo de carbohidratos**

- ✓ Tipo de CHOs influye en la proporción de AGV formados: cantidad de CH₄ producido.
- ✓ Fermentación de carbohidratos de pared celular > azúcares solubles > almidón

- **Tipo de forrajes**

- ✓ Producción CH₄ aumenta con madurez del forraje ingerido
- ✓ Producción de CH₄ de fermentación de leguminosas es menor que de gramíneas.
- ✓ Trituración de forrajes para asegurar mejor utilización por rumiantes, disminuye producción CH₄

Clean Cow:

Estrategia para mitigación de metano (3-NOP)

Desarrollo de aditivo para:

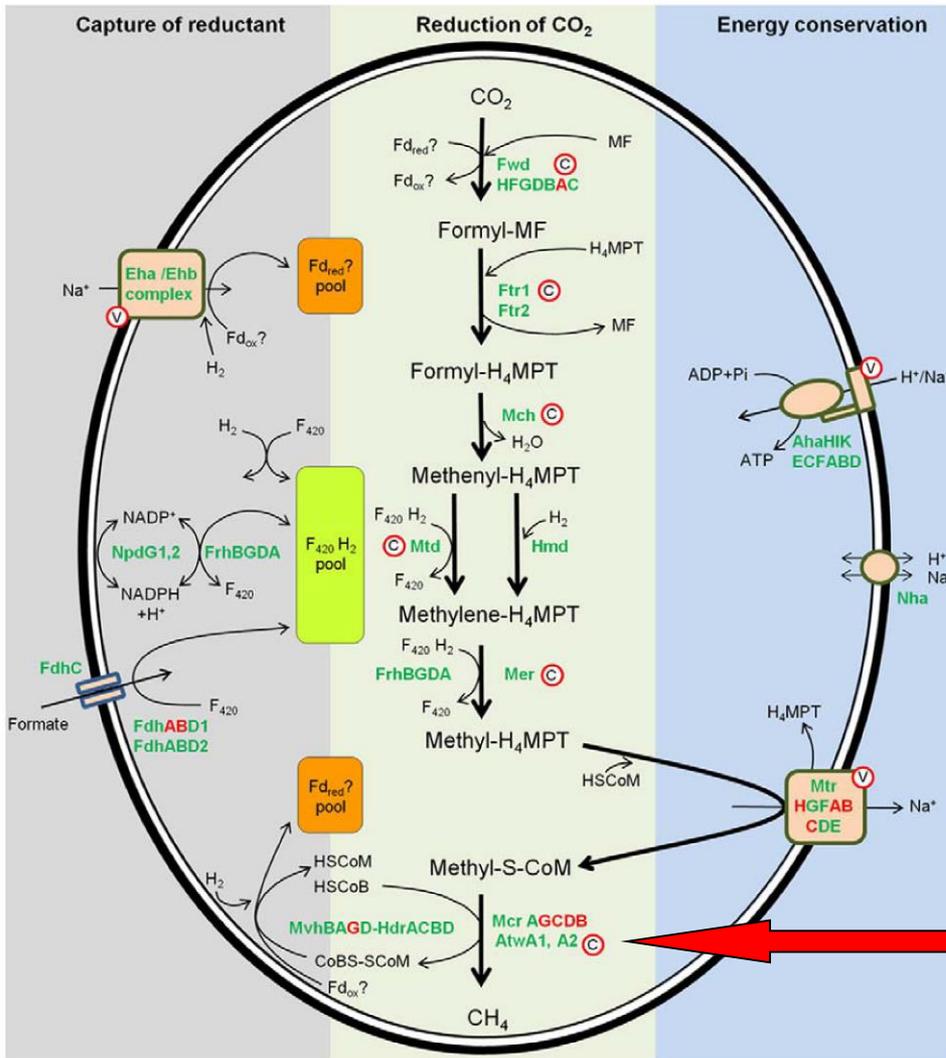
1. Reducir metano en 25-30% *in vivo*
2. Con el potencial para mayor performance

(Mayor producción de leche, ganancia peso diaria, etc.)

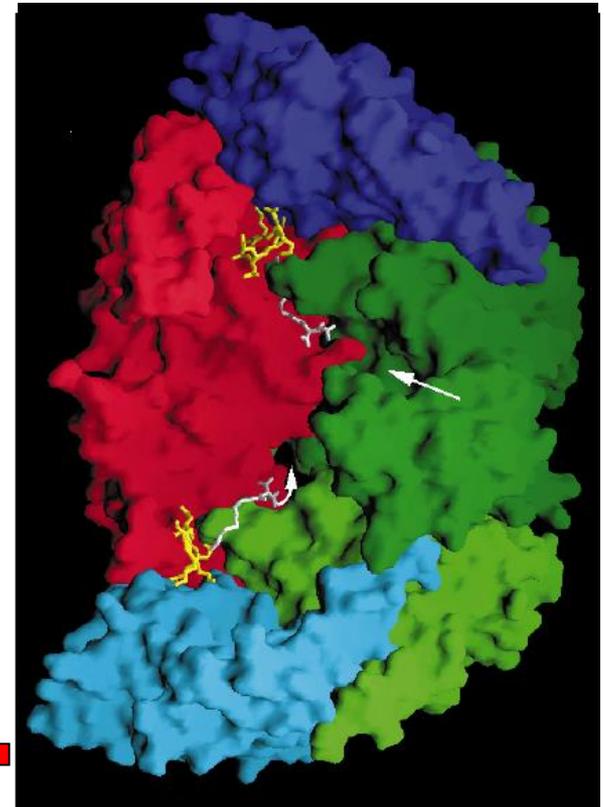


(DSM, 2016)

Enfocándose en la ruta de la metanogénesis en Archaea



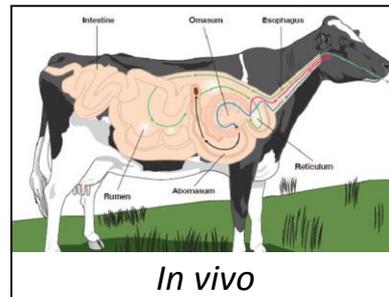
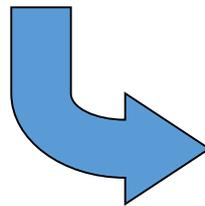
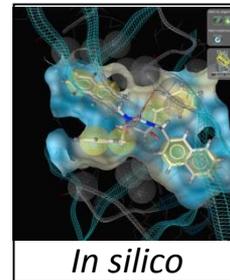
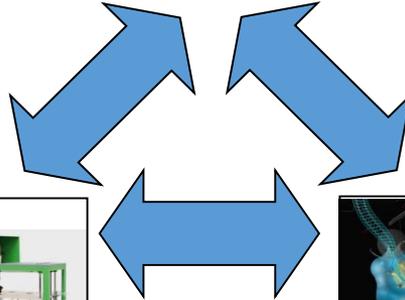
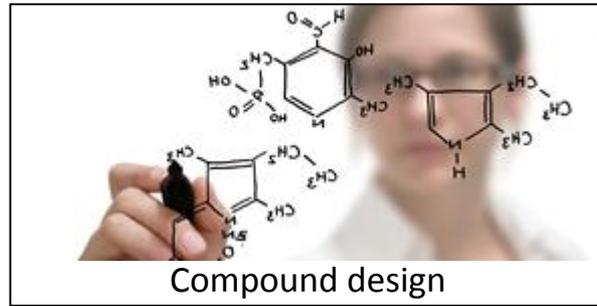
Objetivo:
Methyl Coenzyme M Reductase



Leahy SC, Kelly WJ, Altermann E, Ronimus RS, Yeoman CJ, et al. (2010) The Genome Sequence of the Rumen Methanogen *Methanobrevibacter ruminantium* Reveals New Possibilities for Controlling Ruminant Methane Emissions. PLoS ONE 5(1): e8926. doi:10.1371/journal.pone.0008926

Protein Data Bank code 1HBN (46).
U. Ermler et. al. *Science*, 1997, 278, 1457.

Diseño del 3-Nitrooxypropanol



05000000



00000500



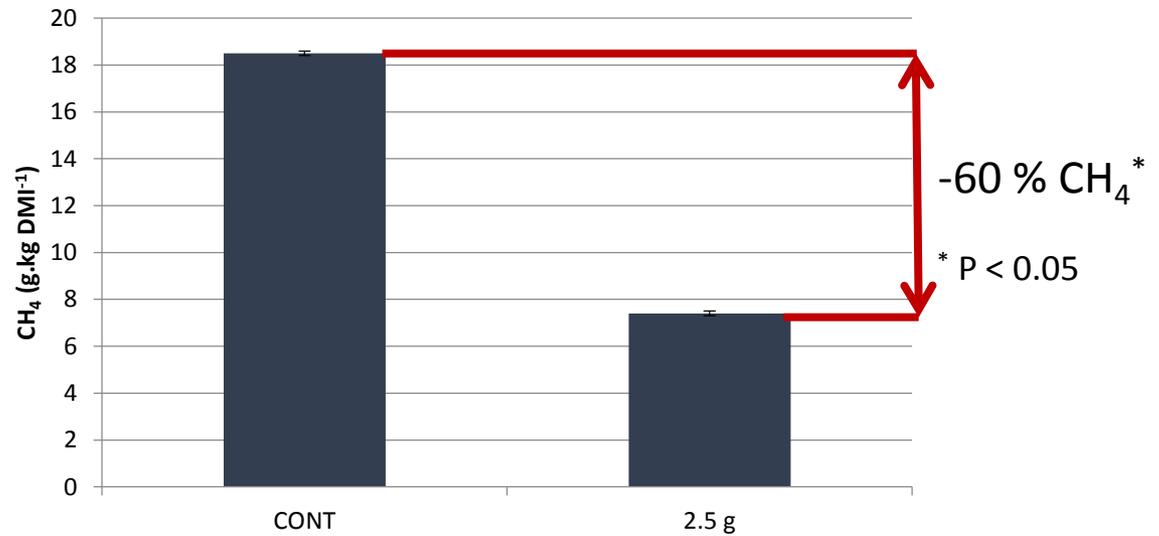
00000006



00000003

Efecto de Nitrooxypropanol en Ganado de leche

– Masahito Oba – University of Alberta (1)



Efecto de Nitrooxypropanol en Ganado de leche

– Masahito Oba – University of Alberta (1)

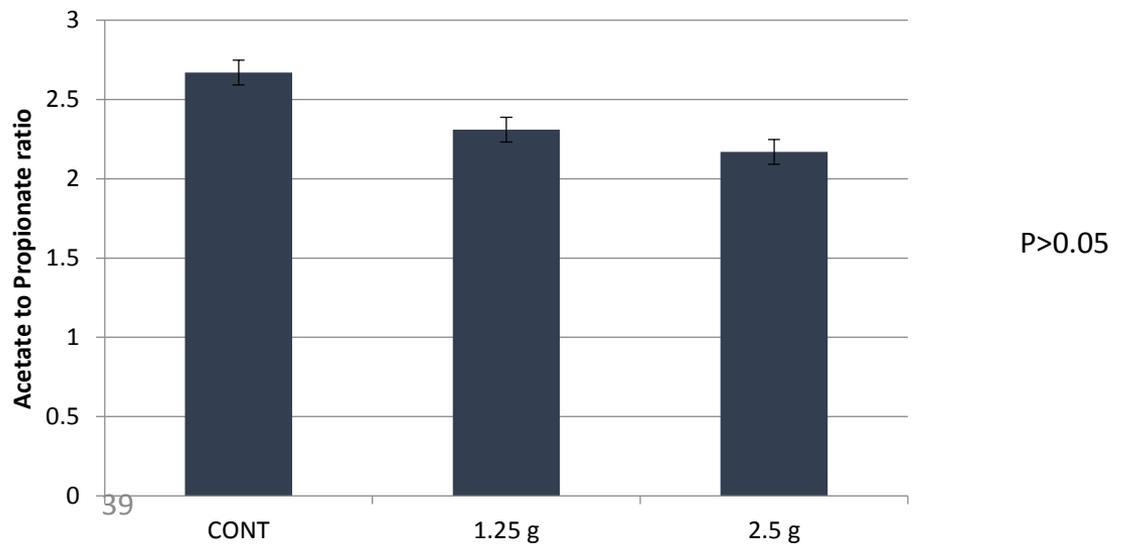
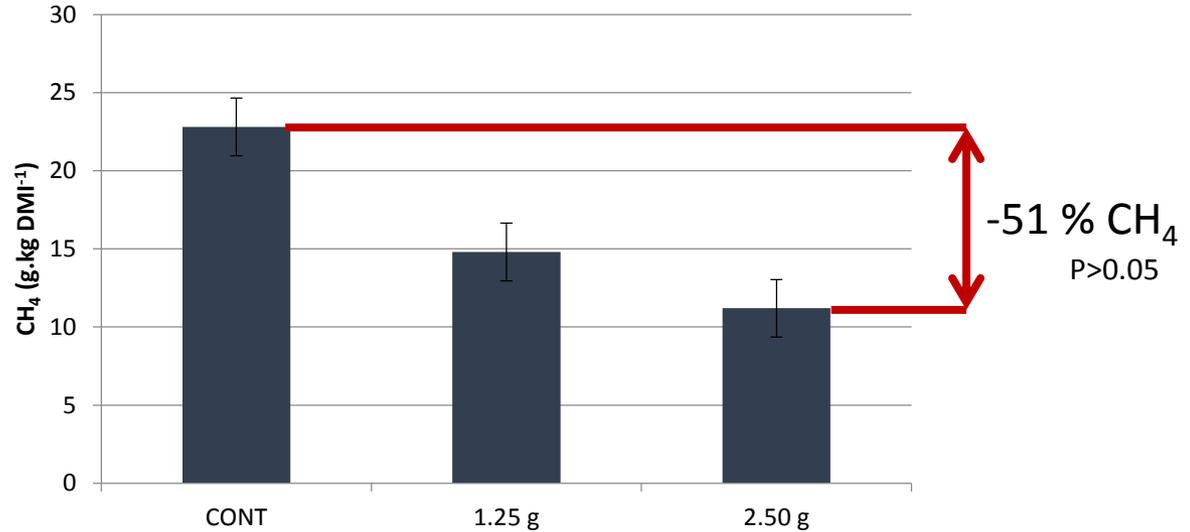
Entonces, dónde fue la energía?



| | Control | 2.5 g Nitrooxypropanol | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| | 34.6 kg.day ⁻¹ | 35.0 kg.day ⁻¹ | P>0.05 |
| | + 0.30 kg.day ⁻¹ | + 1.07 kg.day ⁻¹ | P<0.05 |

Efecto de Nitrooxypropanol en Ganado de Leche

– Masahito Oba – University of Alberta (2)



Efecto de Nitrooxypropanol en Ganado de Leche

– Masahito Oba – University of Alberta (2)

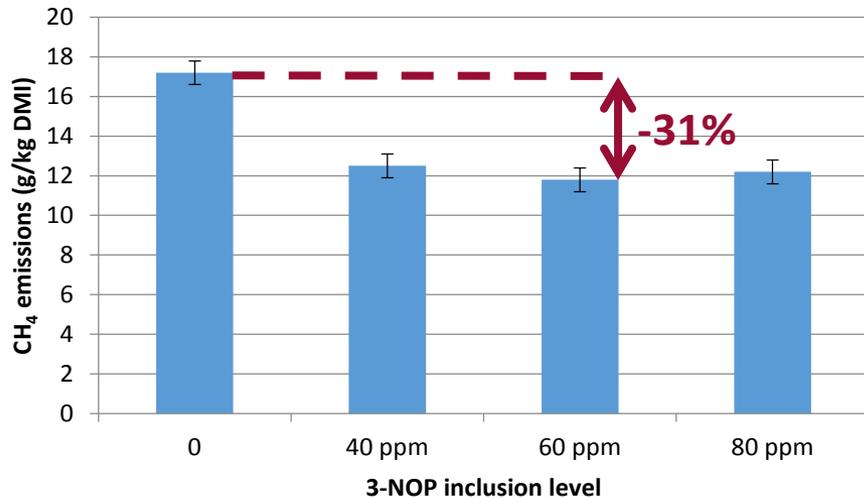


| | Control | 1.25 g Nitrooxypropanol | 2.5 g Nitrooxypropanol | |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| Milk | 25.4 kg.day ⁻¹ | 23.5 kg.day ⁻¹ | 24.4 kg.day ⁻¹ | P>0.05 |
| Meat | + 0.51 kg.day ⁻¹ | + 0.79 kg.day ⁻¹ | + 0.90 kg.day ⁻¹ | P>0.05 |

Qué pasa con los animales de alta producción?

- Institution: Pennsylvania State University
- Objetivos
 - Efecto de nityrooxypropanol en parámetros de producción
 - Efecto de NOP en periodos prolongados (84 días)
 - Comparar entre dos didtemas de detección de CH₄ (SF₆ vs Greenfeed)
- Experimento
 - 48 vacas en producción
 - 60-120 DIM
 - 12 animals/tratamiento
 - Nivel de producción esperado: 40 kg leche/día
 - Tratamiento
 - 0 vs 40 vs 60 vs 80 ppm de NOP en alimento
- Dietas
 - TMR típica de Norteamérica (corn silage + alfalfa haylage) - *ad libitum*

Efecto de 3-NOP en metano y parámetros de producción en Ganado de leche



| | Control | 40 ppm | 60 ppm | 80 ppm |
|------------------|---------|-------------|-------------|--------|
| DMI (kg/d) | 27.6 | 27.9 | 27.5 | 26.8 |
| ECM (kg/d) | 41.2 | 42.5 | 44.9 | 40.9 |
| Milk protein (%) | 3.04 | 3.12 | 3.09 | 3.10 |
| Milk Fat (%) | 4.06 | 3.95 | 3.98 | 4.17 |
| Milk lactose (%) | 4.80 | 4.80 | 4.83 | 4.79 |
| BW change (kg) | 17.6 | 29.6 | 37.9 | 27.7 |



An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production

Alexander N. Hristov^{a,1}, Joonpyo Oh^a, Fabio Giallongo^a, Tyler W. Frederick^a, Michael T. Harper^a, Holley L. Weeks^a, Antonio F. Branco^b, Peter J. Moate^c, Matthew H. Deighton^c, S. Richard O. Williams^c, Maik Kindermann^d, and Stephane Duval^e

^aDepartment of Animal Science, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802; ^bDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, PR 87020-900, Brazil; ^cAgriculture Research Division, Department of Economic Development Jobs Transport and Resources, Ellinbank Centre, Ellinbank 3821, Victoria, Australia; ^dAnimal Nutrition and Health, DSM Nutritional Products, Basel CH-4002, Switzerland; and ^eResearch Centre for Animal Nutrition and Health, DSM Nutritional Products France, Saint Louis Cedex 68305, France

Efecto de 3-nitrooxypropanol (3NOP) en las emisiones de CO₂, CH₄, H₂ en vacas en lactación

| | Tratamiento | | SEM | P-value |
|---------------------------------|-------------|--------|-------|---------|
| | CON | 3NOP | | |
| CO ₂ , g/d | 14,303 | 14,905 | 623.5 | 0.15 |
| CH ₄ , g/d | 487 | 335 | 40.1 | <0.001 |
| CH ₄ , g/kg de DMI | 20.7 | 13.6 | 1.40 | <0.001 |
| CH ₄ , g/kg de leche | 18.0 | 11.9 | 2.35 | <0.001 |
| H ₂ , g/d | 0.0 | 1.3 | 0.13 | <0.001 |

Fuente: Lopes et al (2016)

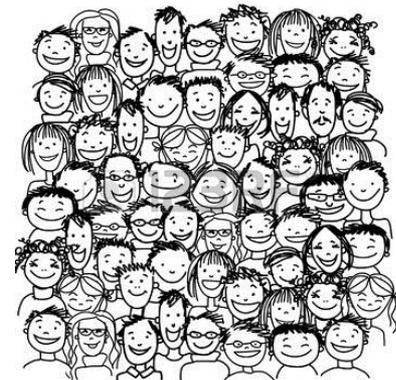
Ejemplo: Disminución Emisiones CH4 en finca de producción leche

- 100 vacas en producción:
 - 661 985 kg eq. CO₂/año
 - 657000 L leche/año (18 L leche/vaca/día)
- Qué pasa si reducimos el 25% de esas emisiones??
25%= 165 500 kg eq. CO₂
- **Qué significa 165 500 kg eq CO₂?**

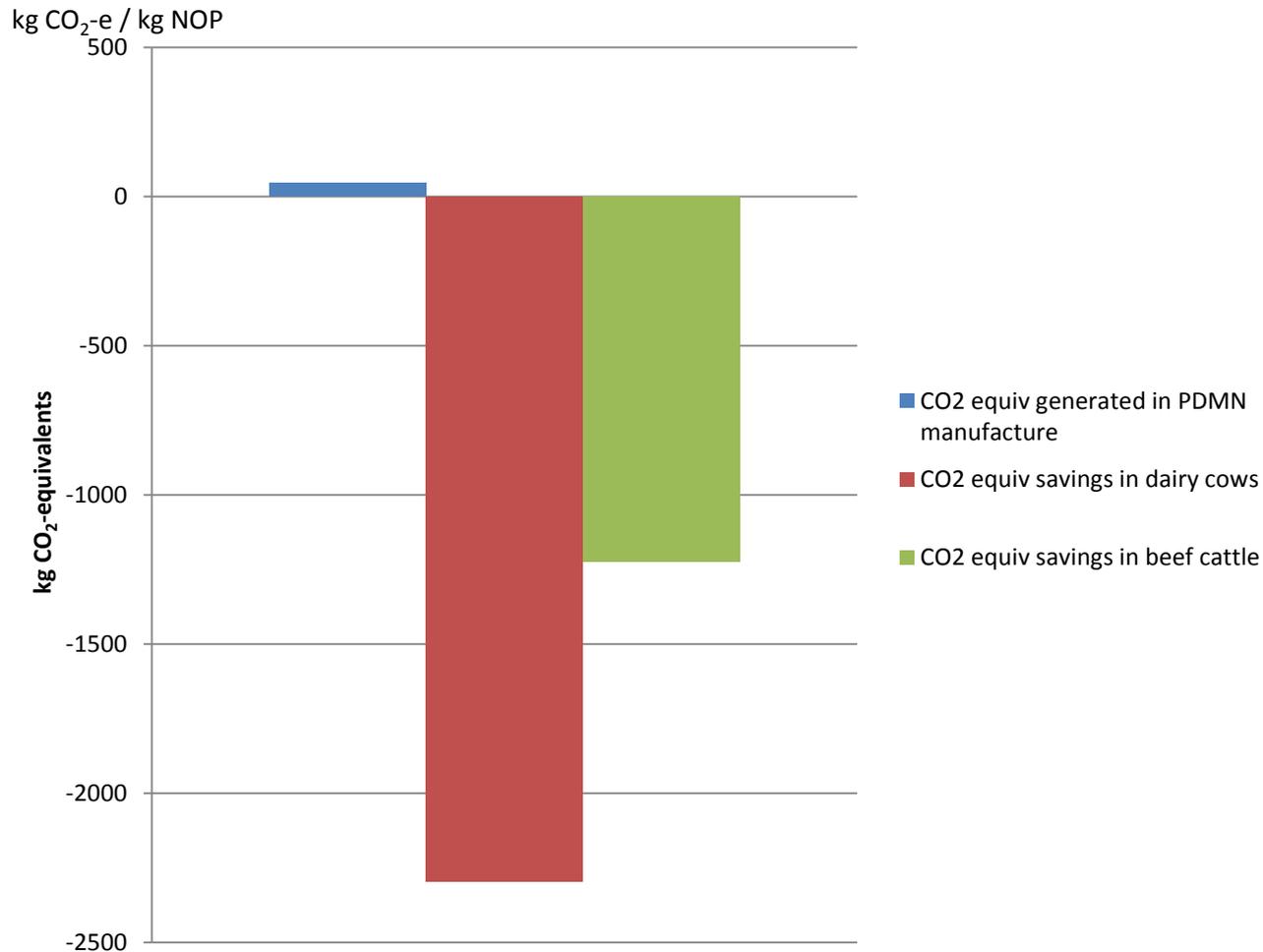
Sacar de circulación ~ 60 carros



Emisiones GEI ~ 33 personas en un año



Pero, qué pasa con el impacto ambiental que genera la síntesis de 3-NOP?



*Calculation: SimaPro 8.0.5.13, method: IPCC GWP 100a, according to DSM SHE-policy



J. Dairy Sci. 97:3110–3119
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7834>
 © American Dairy Science Association®, 2014.

The effects of feeding 3-nitrooxypropanol on methane emissions and productivity of Holstein cows in mid lactation

J. Haisan,^{*} Y. Sun,^{*} L. L. Guan,^{*} K. A. Beauchemin,[†] A. Iwaasa,[‡] S. Duval,[§] D. R. Barreda,^{*} and M. Oba^{*1}

Sustained reduction in methane production from long-term addition of 3-nitrooxypropanol to a beef cattle diet¹

A. Romero-Perez,^{*†} E. K. Okine,[†] S. M. McGinn,^{*} L. L. Guan,[†] M. Oba,[†] S. M. Duval,[‡] M. Kindermann,[§] and K. A. Beauchemin^{*2}

An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production

Alexander N. Hristov^{a,1}, Joonpyo Oh^a, Fabio Giallongo^a, Tyler W. Frederick^a, Mich Antonio F. Branco^b, Peter J. Moate^c, Matthew H. Deighton^c, S. Richard O. William and Stephane Duval^e

^aDepartment of Animal Science, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802; ^bDepartament Maringá, PR 87020-900, Brazil; ^cAgriculture Research Division, Department of Economic Development Job Ellinbank 3821, Victoria, Australia; ^dAnimal Nutrition and Health, DSM Nutritional Products, Basel CH-4002 Nutrition and Health, DSM Nutritional Products France, Saint Louis Cedex 68305, France

May 31, 2016 | vol. 133 | no. 22 | pp. 6083–6318

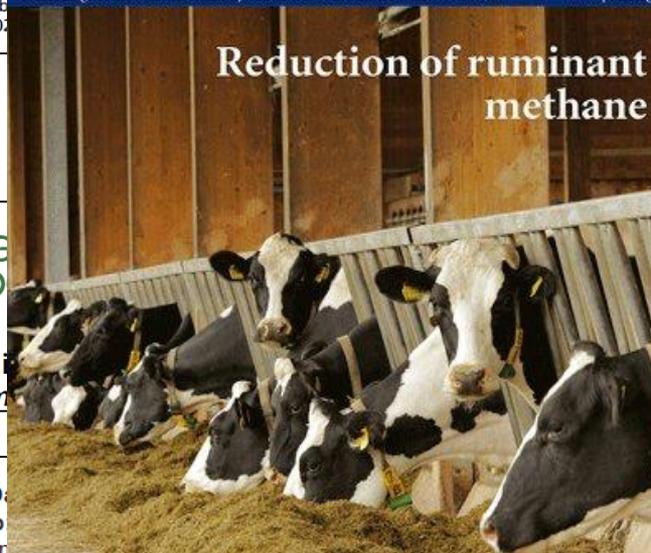
PNAS

SCIENCE
 Perspective in Animal Science

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

www.pnas.org

Reduction of ruminant methane



methane emissions from beef

M. Oba, S. M. Duval, M.

September 2, 2014

Letter

pubs.acs.org/JAFC

evibacter

igestion,
 WS

nd W. Steinberg^{†1}

Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol

Evert C. Duin^a, Tristan Wagner^b, Seigo Shima^a, Divya Prakash^a, Bryan Cronin^a, David R. Yáñez-Ruiz^a, Stephane Duval^d, René T. Stemmler^a, Rudolf K. Thauer^{b,1}, Maik Kindermann^{a,2}

^aAuburn University, Department of Chemistry and Biochemistry, 129 Chemistry Building, Auburn AL 36830, USA; ^bHelmholtz Institute for Terrestrial Microbiology, Karl von Friedl-Strasse 10, D-35043 Marburg, Germany; ^cEstación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Alameda 1, 18008 Granada, Spain; ^dDSM Nutritional Products France, Research Centre for Animal Nutrition and Health, Saint Louis, France; ^eDSM Nutritional Products, Research and Development, 4002 Basel, Switzerland; ^{*}Current address: Pennsylvania State University, Department of Biochemistry and Molecular Biology, Altoona Laboratory, University Park, PA 16802, USA.

Submitted to Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America



J. Dairy Sci. 97:3790–3799
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7398>
 © American Dairy Science Association®, 2014.

Effects of ethyl-3-nitrooxy propionate and 3-nitrooxypropanol on ruminal fermentation, microbial abundance, and methane emissions in sheep

G. Martínez-Fernández,^{*} L. Abecia,^{*} A. Arco,^{*} G. Cantalapiedra-Hijar,^{*1} A. I. Martín-García,^{*} E. Molina-Alcaide,^{*} M. Kindermann,[†] S. Duval,[‡] and D. R. Yáñez-Ruiz^{*2}



Contents lists available at ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/animfeedsci



Effects of 3-nitrooxypropanol on methane production using the rumen simulation technique (Rusitec)[†]

A. Romero-Pérez^{a,b}, E.K. Okine^b, L.L. Guan^b, S.M. Duval^c, M. Kindermann^d, K.A. Beauchemin^{a,*}



Effects of 3-nitrooxypropanol on methane and energy

C. K. Reynolds

J. D.
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7834>
 © American Dairy Science Association®, 2014.

Conclusiones

- Existen diferentes estrategias para reducir el impacto ambiental de un sistema de producción por medio de alimentación animal:
 - Actuando a nivel de la dieta (MP, prácticas de alimentación)
 - Soluciones nutricionales para reducir las emisiones producidas por los animales (inhibidores de CH₄)

Conclusiones

Pero...

- Nunca perder de vista la finalidad:
 - **Reducción de huella de carbono por litro de leche**

Entonces...

- Tener criterio para poner en marcha estrategias maximizando la productividad
- Productores comprometidos a reducción del impacto ambiental de su sistema si la rentabilidad económica es mejorada o mantenida

Muchas Gracias!



sofia.macaya@dsm.com