



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



BASES ZOOTÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE ALIMENTARIO DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO

BOVINO

- LECHE
- NODRIZAS
- CEBO

A. Del Prado, J. Baucells, M. Fondevila, I. Casasús

- Temas
- Producción y mercados ganaderos
- Trazabilidad animal
- Sanidad animal e higiene ganadera
- Comercio exterior ganadero
- Etiquetado de la producción primaria
- Seguridad y medio ambiente
- Balances de nitrógeno e inventario de emisiones de gases**
- Cálculo de emisiones
- Instrumentos técnicos y publicaciones
- Alimentación animal - EILIM
- Zootecnia
- Laboratorios de Sanidad y Genética animal
- Resúmenes sectoriales
- Días mundiales y fechas destacadas
- Servicios
- Apayas y subvenciones
- Estadísticas
- Farmacia, congressos y jornadas
- Legislación
- Participación pública
- Planes y estrategias
- Proyectos de cooperación
- Publicaciones y documentación

Balances de nitrógeno e Inventario de emisiones de gases



Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes a la atmósfera. La fermentación entérica de los herbívoros libera directamente metano (CH₄), mientras que su excreta emite, además de metano, amoníaco (NH₃), óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NO_x) y otros compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM). Por otra parte, las tareas necesarias para la cría y manejo del ganado y de su excreta generan material particulado que permanece en suspensión aérea y que puede afectar a la salud humana y al balance radiativo del sistema Tierra-atmósfera.

El Sistema Español de Inventario (SEI) tiene la responsabilidad de calcular el total de emisiones de cada uno de los contaminantes citados, para cada una de las categorías y actividades ganaderas consideradas por el protocolo internacional y de la UE. Estas emisiones deben ser estimadas de acuerdo con directrices establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y el Programa Europeo de Evaluación y Control Ambiental (EMEP/EEA). Adicionalmente, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación debe elaborar anualmente un "Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española" (BNAE) para dar respuesta a los requerimientos de la UE.

La Subdirección General de Medios de Producción Ganadera, Punto Focal informativo de determinadas aspectos de las actividades ganaderas dentro del SEI, es responsable de la elaboración de las guías metodológicas para la determinación del balance de nitrógeno y fósforo de las especies animales que conforman la ganadería española, que proporcionan una información completa y detallada para actualizar las necesidades del SEI y del BNAE.

La metodología desarrollada actualiza los requisitos establecidos en las últimas ediciones de las guías IPCC (2006) y EMEP/EEA (2013), permitiendo la estimación de las emisiones de NH₃, NO, NO₂, NO_x, CH₄, COVNM, así como la materia particulada (PM_{2.5}, PM₁₀ y TSP) con un nivel de complejidad avanzado (EILIM).

A fin de garantizar la transparencia en la determinación de estas emisiones, se procede a la publicación de la metodología, parámetros y los datos utilizados, que serán de obligatoria revisión en el medio que avizore los conocimientos científicos y técnicos y, al menos, con una periodicidad quinquenal.

Enlaces para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo

-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en equinos.](#)
-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en porcino ibérico. Versión actualizada 9/03/2020.](#)
-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en aves de corral.](#)
-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en aves de pajar.](#)
-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en bovino.](#)
-  [Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en ovino.](#)

BASES ZOOTÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE ALIMENTARIO DE NITRÓGENO Y FOSFORO



Enlace imagen bovino

Documento disponible online

https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/baseszootecnicasparaelcalculodelbalancealimentariodenitrogenoyfosforoenbovino_tcm30-537001.pdf

Antecedentes y Objetivos

- Grupos de estudio de la contribución al calentamiento global a través de la **emisión de GEI de la ganadería española**, para contribuir al inventario nacional de emisiones antropogénicas

Ganado Vacuno

- Leche: Agustín del Prado (BC3), Joaquim Baucells (CVTONA,UAB)
- Nodrizas: Isabel Casasús (CITA-IA2)
- Cebo: Manuel Fondevila (UNIZAR-IA2)

José María Revuelta (Tragsatec)

- **Estimación de emisión de gases por fermentación entérica y por gestión de estiércoles (nitrógeno y fósforo):** P, NH₃, NO, NO₂, N₂O, CH₄, COVNM y materia particulada (PM_{2,5}, PM₁₀ y TSP)
- Serie histórica (1990 – 2015)
- Guías directrices de IPCC (2006)

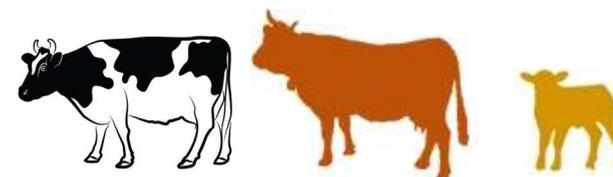
Procedimiento

1. Caracterización del sector bovino:

censo provincial, raza y orientación productiva

➔ categorías productivas y rendimientos

- SITRAN
- encuestas ganaderas
- consulta a expertos



lactación, gestación, reposición, crecimiento

2. Balance alimentario por tipo productivo

raciones durante el ciclo anual

➔ Σ necesidades = Σ aportes



3. Estimación de emisiones

N, P: Σ aportes - Σ retenciones = emisiones

CH₄: ajuste de Y_m (CH₄/EB) según dieta



Unidad de análisis: **PROVINCIAL (1990 – 2015)**

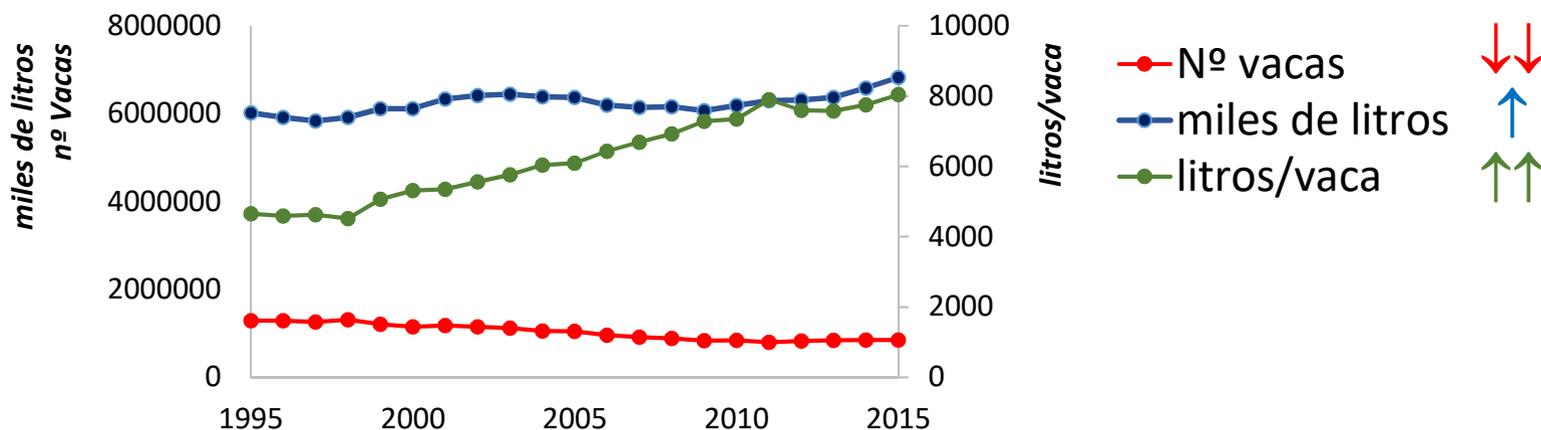
1. Caracterización del sector bovino (1990-2015)



1a. Caracterización del sector bovino lechero

Evolución 1990-2015

reducción de la cabaña (explotaciones pequeñas): - 40% (1,4 a 0,8 millones)
aumento producción de leche (mejor rendimiento)



Base racial: Frisona / Holstein

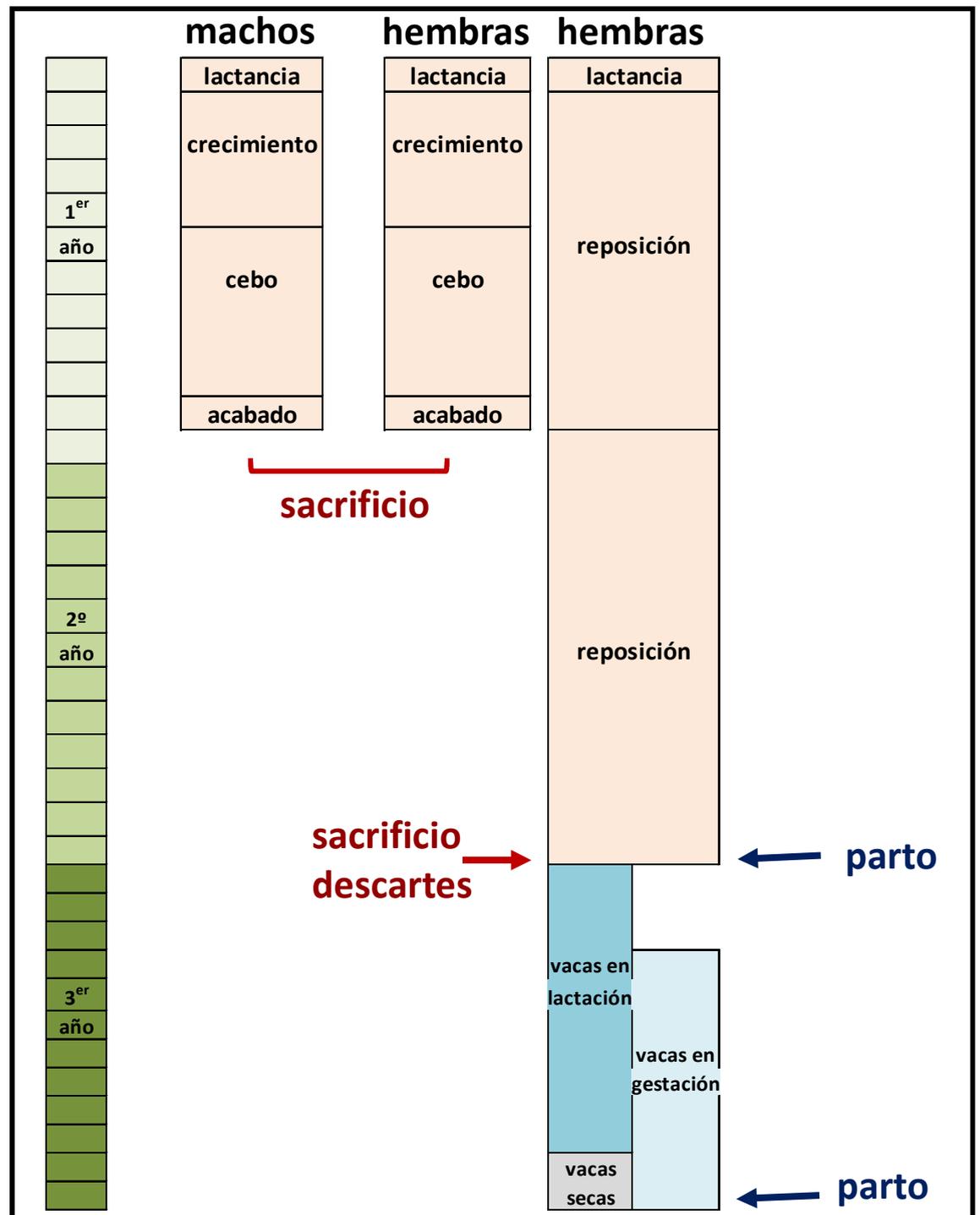
Sistema: estabulación; 50-60% forrajes + 40-50% concentrado
reposición 25%-35%, 1^{er} parto a 24-26 m; 2,7-3 lactaciones/vaca
356 d lactación + 70 d periodo seco



- **ZONA A:** (N) granjas pequeñas y tradicionales, con forraje propio
- **ZONA B:** granjas más grandes, escaso forraje propio

Tipos productivos: reposición; vacas en producción; vacas secas

Esquema del ciclo productivo en producción de leche



1b. Caracterización sector vaca nodriza



Evolución 1990-2015: incremento en el censo +80%

Castilla-León, Extremadura, Andalucía, Galicia: 2/3 ♀

Razas autóctonas (Rubia Gallega, Asturiana, Retinta)
o integradas (Limusin, Charolés)

Manejo extensivo/semiextensivo

Sistema



Dehesa: grandes superficies; pastoreo continuo

Montaña: estacionalidad; traslado; invierno estabulado

Galicia: cierta estacionalidad; pastos, ensilados y subproductos

Tamaño medio de 23 ♀ + 2 ♂ (15 cabezas en Norte, 63 en Dehesa)

reposición: 13% ♀, 15% ♂

1,87 millones nodrizas, 0,13 millones sementales

1c. Caracterización sector cebo terneros



Evolución 1990-2015: incremento en el censo +75%

Castilla-León, Castilla-la Mancha, Cataluña, Aragón

Sistema intensivo: alimentación 90% concentrado + 10% paja

Tipos productivos:

- **mamones:** de explotaciones lecheras (frisones o cruces), destete a 10-14 d
1 m lactancia artificial, adaptación, crecimiento, cebo
sacrificio 8-12 m (450 kg ♂, 73%; 370 kg, 27%) → **tipo ternera**
- **pasteros:** razas autóctonas, europeas (Charolesa, Limusina) o cruces;
desde 5-6 m (200-240 kg)
sacrificio: 9-11 m ♀ (350-400 kg), 39% → **tipo ternera**
12-14 m ♂ (500 kg), 61% → **tipo añojo**

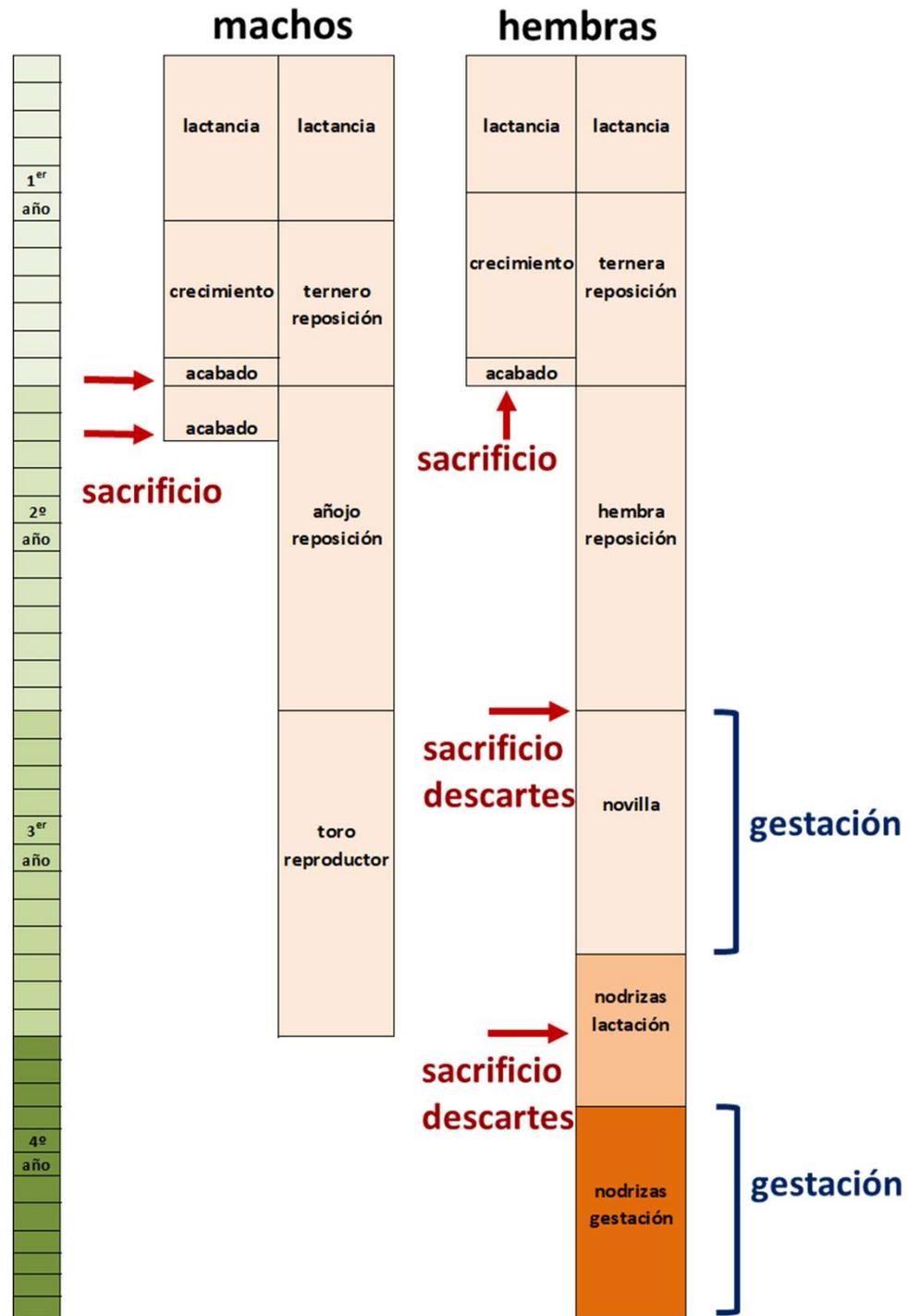
➔ 1,68 millones terneros: 70% pasteros, 30% mamones

65% ♂, 35% ♀

Esquema del ciclo productivo en producción de carne



- 1ª gestación a los 25m
- 1er parto a los 34 m
- * en Galicia (21-30 m)



24 categorías productivas de diversas razas y sistemas de manejo (+ censo provincial anual)

edad	Encuestas ganaderas			Código categ.	Categoría productiva	Régimen
	Cód. censo α	Cód. censo β	Categoría			
menores de 12 meses	n ₁	n ₁	Terneros sacrificio	k ₁	Mamones/lecheras/macho	Estabulado
				k ₂	Mamones/lecheras/hembra	Estabulado
				k ₃	Pasteros/macho/lactancia	Pastoreo (e.i.)
				k ₄	Pasteros/macho/cebadero	Estabulado
				k ₅	Pasteros/hembra/lactancia	Pastoreo (e.i.)
				k ₆	Pasteros/hembra/cebadero	Estabulado
	n ₂	n ₂	Otros terneros macho	k ₇	Terneros/reposición/machos	Pastoreo (e.i.)
	n ₃	n ₃	Otros terneros hembra	k ₈	Terneros/reposición carne/hembras	Pastoreo (e.i.)
				k ₉	Terneros/reposición leche/hembras	Estabulado
12 a 24 meses	n ₄	n ₄	Añojos machos	k ₁₀	Añojos/reposición/machos	Pastoreo (e.i.)
				k ₁₁	Añojos/sacrificio/machos	Estabulado
	n ₅	n ₅	Añojos hembra sacrificio	k ₁₂	Añojos/desecho carne/hembras	Pastoreo (e.i.)
				k ₁₃	Añojos/desecho leche/hembras	Estabulado
	n ₆	n ₆	Añojos hembra reposición	k ₁₄	Añojos/rep.carne/hembras/no cubiertas	Pastoreo (e.i.)
				k ₁₅	Añojos/rep.carne/hembras/gestantes	Pastoreo (e.i.)
				k ₁₆	Añojos/rep.leche/hembras/no cubiertas	Estabulado
k ₁₇				Añojos/rep.leche/hembras/gestantes	Estabulado	
mayores de 24 meses	n ₇	n ₇	Reproductor macho	k ₁₈	Reproductor macho	Pastoreo (e.i.)
	n ₈	n ₈	Novillas sacrificio	k ₁₉	Novillas/desecho carne	Pastoreo (e.i.)
				k ₂₀	Novillas/desecho leche	Estabulado
	n ₉	n _{9a}	Novillas Frisonas	k ₂₁	Novillas/reposición leche	Estabulado
		n _{9b}	Novillas Otras lecheras			
		n _{9c}	Novillas para nodrizas			
	n ₁₀	n _{10a}	Vacas lecheras Frisonas	k ₂₃	Vacas lecheras	Estabulado
		n _{10b}	Vacas lecheras Otras			
n ₁₁	n ₁₁	Vacas nodrizas	k ₂₄	Vacas nodrizas	Pastoreo (e.i.)	

2. Balance alimentario para cada tipo productivo (1990-2015)



Σ necesidades = Σ aportes

2a. Balance alimentario vacuno leche

Necesidades de mantenimiento, producción y gestación (Energía, Proteína, P)



Energía: NRC 1996 (IPCC 2006)

EN mantenimiento:	en función del peso
EN actividad:	coeficiente actividad (sobre ENm)
EN leche:	producción y composición de leche (GB, PB)
EN gestación:	sólo a partir de 190 d gestación

Proteína: según FEDNA (2009), basado en sistema INRA

PDI: PDIA, PDIE, PDIN (valor limitante)

Fósforo: NRC, 2001

*disponibilidad en fósforo total (actividad fitásica en rumen)

➡ se establecen necesidades anuales para cada categoría productiva

Evolución de las dietas de vacuno de leche (1990-2015)

- ✓ disponibilidad/precios de las materias primas
- ✓ nuevas estrategias de alimentación
- ✓ legislación: crisis de las vacas locas ➔ ingredientes de origen animal – 2001
uso de antibióticos como promotores del crecimiento – 2006



	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Materias primas						
Alfalfa	+++	+++	+++	++	+	+
Semilla de algodón	+	++	+++	+++	++	+
Harina de colza	-	-	-	++	+++	+++
Harinas animales/pescado	+	++	-	-	-	-
Precios proteína	+	+	+	+++	+++	++
Subproductos húmedos	+	+	+	+	++	++
Sistemas de formulación						
INRA	+++	+++	++	++	+	-
NRC	+	+	++	+++	+++	+++
CNCPS	-	-	-	-	-	+
Aditivos						
Ionoforos	+	+	-	-	-	-
Urea	+	+	+	++	++	++
Tecnología						
TMR	+	++	+++	+++	+++	+++
Robotización	-	-	-	-	+	+

Raciones estimadas en vacuno lechero

- **ZONA A:** granjas pequeñas y tradicionales, forraje propio (Galicia, Cornisa Cantábrica)
- **ZONA B:** granjas más grandes, con escasa disponibilidad de forraje propio



Raciones TMR ➔ **forrajes:** ensilado de maíz, de hierba
heno de alfalfa
paja de cereal

(uso según zona y categoría productiva)

➔ **otros ingredientes:**

maíz, cebada, trigo
harinas de soja, colza, girasol
gluten feed, salvado, cascarilla de avena o soja, pulpa remolacha
alimentos húmedos: bagazo cerveza
minerales, corrector vitamínico-mineral, urea



Valor nutritivo: Base de datos FEDNA
Diets establecidas a escala quinquenal

Ejemplo raciones vacuno lechero

Periodo	Cód. categ. j	Fase	Zona A		Zona B	
			Forraje %	Mezcla no forrajera %	Forraje %	Mezcla no forrajera %
desde 2015	k ₉	destete a 12 meses	60	40	65	35
	k ₁₃ , k ₁₆ y k ₁₇	12 a 24 meses	56	44	71	29
	k ₂₀ , k ₂₁	24 meses hasta descarte o parto	-	-	-	-
	k ₂₃	En producción	55	45	50	50
		Seca	70	30	54	46

2005 a 2009	k ₉	destete a 12 meses	70	30	70	30
	k ₁₃ , k ₁₆ y k ₁₇	12 a 24 meses	78	22	77	23
	k ₂₀ , k ₂₁	24 meses hasta descarte o parto	76	26	88	12
	k ₂₃	En producción	60	40	49	51
		Seca	76	26	88	12

➔ **2005 a 2015:** reducción de la proporción de **forraje** en la dieta del vacuno de leche

2b. Balance alimentario vaca nodriza

(= *vacuno de leche*)

Necesidades de mantenimiento, producción y gestación (Energía, Proteína, P)



Energía: NRC 1996 (IPCC 2006)

EN mantenimiento:	en función del peso
EN actividad:	coeficiente actividad (sobre ENm)
EN leche:	producción y composición de leche (GB, PB)
EN gestación:	sólo a partir de 190 d gestación

Proteína: según FEDNA (2009), basado en sistema **INRA**

PDI: PDIA, PDIE, PDIN (valor limitante)

Fósforo: NRC, 2001

*disponibilidad en fósforo total (actividad fitásica en rumen)

➔ se establecen necesidades anuales para cada categoría productiva

Evolución de las dietas de vacas nodrizas (1990-2015)

Sistemas extensivos o semi-extensivos con escasos cambios en el periodo de estudio

Aprovechamiento de pastos y forrajes de producción local



➔ alimentación de vacas nodrizas:

- reducción del periodo de estabulación
- aumento del uso de ensilados en detrimento de henos
- descenso del uso de concentrado en animales no lactantes

Raciones estimadas en vacas nodrizas



- **Generalizaciones asumidas sobre los manejos y dietas**

Dehesa: aprovechamiento todo el año del pastizal
3 m (verano): suplementación
con heno veza/avena (50%)
terneros lactantes: 100% leche

Montaña: aprovechamiento de pasto de montaña
invierno: ensilado/heno + 10-20% concentrado
terneros lactantes: 100% leche (invierno, suplemento 20% pienso)

Galicia: aprovechamiento todo el año de pastos
terneros lactantes: 100% leche

- **Generalizaciones asumidas sobre el valor nutritivo de los pastos y forrajes**

Base de datos “Pastos Españoles” SEP

... Forrajes análogos en base de datos FEDNA

Sistema de explotación	Pastos SEP	Forrajes FEDNA
Dehesa	Pastizal hierba dehesa	Ray-grass verde tercera
Dehesa	Heno de veza-avena	Veza heno tercera
Montaña	Pasto de puerto hierba	Ray-grass verde primera
Montaña	Prado forraje ensilado	Hierba silo tercera
Montaña	Prado henificado	Ray-grass heno cuarta
España húmeda	Prado forraje	Ray-grass verde segunda
<i>Parámetros</i>	<i>MS, PB, Czs, EE, FND, FAD, LAD</i>	<i>MS, ENL, ENM, ENC, EB, PB, DPB, PBdig, PDIA, PDIE, PDIN, PD, PT, DE, Czs, EE, FND</i>

Ej. Valor nutritivo raciones vacas nodrizas (2015)

(2015)	EN _L	EN _M	EN _C	EB	PB	DPB	PB _{dig}	PDIA	PDIE	PDIN	P _D	P _T	DP	DE	FNI
	<i>kcal/kg</i>				<i>%</i>										
Dehesa	1.333	1.261	673	3.958	10,56	61,57	6,50	2,17	8,04	6,02	0,08	0,14	61,56	62,15	60,6
Sist. Montaña	1.375	1.358	782	3.837	12,99	66,31	8,61	2,48	8,15	6,51	0,24	0,37	64,00	60,26	52,6
Galicia	1.370	1.310	740	3.883	12,00	65,00	7,80	2,20	8,00	6,10	0,28	0,44	64,00	62,7	52,1

2c. Balance alimentario terneros cebo

Necesidades de mantenimiento y crecimiento (Energía, Proteína, P)



Energía: FEDNA (2008), basado en **NRC (2000)**

EN mantenimiento (en función del peso y sexo)

EN actividad

EN crecimiento (en función de ritmo de crecimiento, sexo y base racial)

Proteína: según **FEDNA (2008)**

proteína metabolizable (PM), equiparable a PDI

Fósforo: **NRC, 2001**

*disponibilidad en fósforo total (activ. fitásica en rumen)

➔ se establecen necesidades anuales para cada categoría productiva

Evolución de las dietas de terneros de cebo (1990-2015)

escasos cambios, basados en:

- disponibilidad/precios de las materias primas
- legislación



➔ alimentación de terneros de cebo:

- uso mayoritario de dietas altamente concentradas y paja *ad libitum*
- década 2000: raciones excedentes en proteína, posteriormente se reduce

Ingredientes

Paja de cereal, heno de alfalfa
Lactosuero dulce, leche descremada
Harina de carne *
Maíz, Cebada
Harina soja, girasol, colza

DDGS maíz, Gluten feed
Salvado de trigo, harinillas
Cascarilla soja, garrofa
Melaza caña, pulpa de remolacha
Aceite de soja, palma, manteca

Raciones en vacuno de cebo

lactancia artificial: mamones de 1-2 semanas

lactorreemplazante + pienso de arranque + heno (6 sem)

adaptación: pasteros destetados a 6 m

pienso bajo en E + heno (2-4 sem)

crecimiento: mamones tras lactancia y pasteros tras adaptación

91% pienso (>35% almidón, 15-16% PB) + 9% paja

acabado: añojos (2 últimos meses)

pienso 14% PB + paja

➔ **serie histórica:** pocos cambios (categorías por décadas: 1990, 2000, 2010)

cod. cat.	Categorías productivas	Lactancia natural		Cebo							
				Lactancia artificial		Adaptación		Crecimiento		Acabado	
		días	%	días	%	días	%	días	%	días	%
k ₁	Mamones/lecheras/macho	11	3,18	63	18,21	–	–	272	78,61	–	–
k ₂	Mamones/lecheras/hembra	11	3,26	63	18,69	–	–	263	78,04	–	–
k ₄	Pasteros/macho/cebadero	–	–	–	–	14	7,69	137	75,21	31	17,10
k ₆	Pasteros/hembra/cebadero	–	–	–	–	14	8,64	122	75,10	26	16,26
k ₁₁	Añojos/sacrificio/macho	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100,00

Ej. Valor nutritivo raciones vacuno de cebo (desde 2010)



Lactancia artif.

EN _M	EN _c	EB	PB	DPB	PB _{dig}	PDIA	PDIE	PDIN	P _D	P _T	DE	Czs	EE	FND
<i>kcal/kg</i>			<i>%</i>											
2.111	1.485	4.437	19,1	82,3	15,7	5,7	11,3	13,0	0,3	0,5	81,9	7,4	5,9	17,9

Adaptación

1.925	1.264	4.224	15,2	74,0	11,2	5,0	10,7	10,2	0,2	0,4	77,2	8,0	3,6	35,1
-------	-------	-------	------	------	------	-----	------	------	-----	-----	------	-----	-----	------

Crecimiento

1.960	1.314	4.336	15,0	75,2	11,3	5,2	10,2	10,2	0,1	0,4	78,2	6,7	4,6	29,1
-------	-------	-------	------	------	------	-----	------	------	-----	-----	------	-----	-----	------

Acabado

1.887	1.988	1.348	4.345	13,7	74,6	10,2	4,9	9,8	9,4	0,1	78,4	6,5	5,0	27,0
-------	-------	-------	-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------

3. Estimación de emisiones



Emisiones de N y P

Σ aportes - Σ retenciones = emisiones

Cálculo de las aportes y retenciones de N y P

➔ balance de N y P

Emisiones de CH₄

coeficientes de emisión entérica CH₄ y de excreción de sólidos volátiles COVNM (IPCC, 2006; Jaurena et al., 2015)

ajuste de Y_m (CH₄ entérico/EB ingerida)
según calidad de la dieta, digestibilidad

Para cada categoría productiva

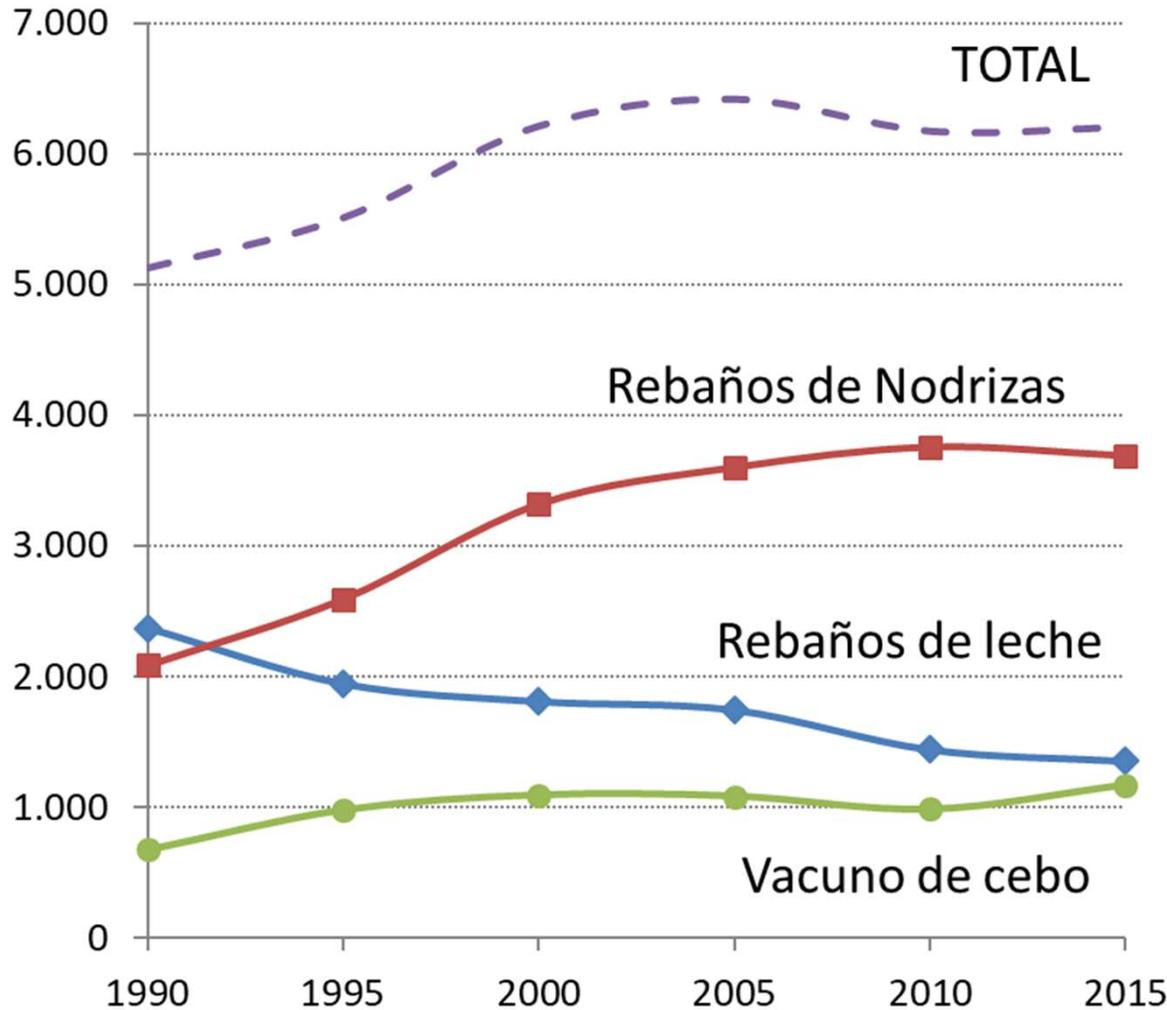
RESULTADOS



Emisiones de N, P y CH₄

Evolución del censo de vacuno en España

Población promedio anual (ppa)

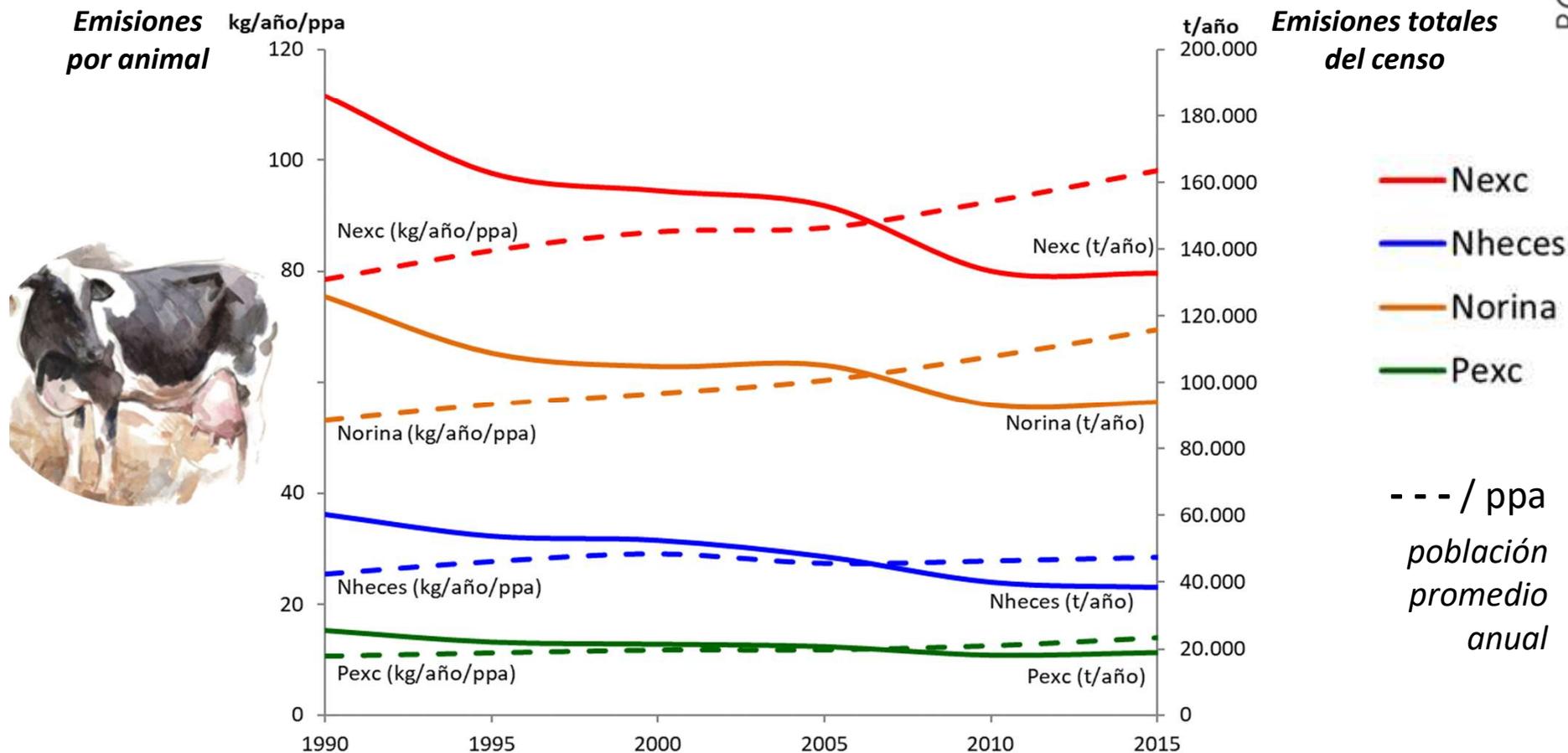


➔ aumento 80% del censo en rebaños de **nodrizas**

➔ descenso 40% en rebaños de **leche**

➔ aumento 75% en **cebo**

Evolución de las emisiones de N y P en vacuno lechero

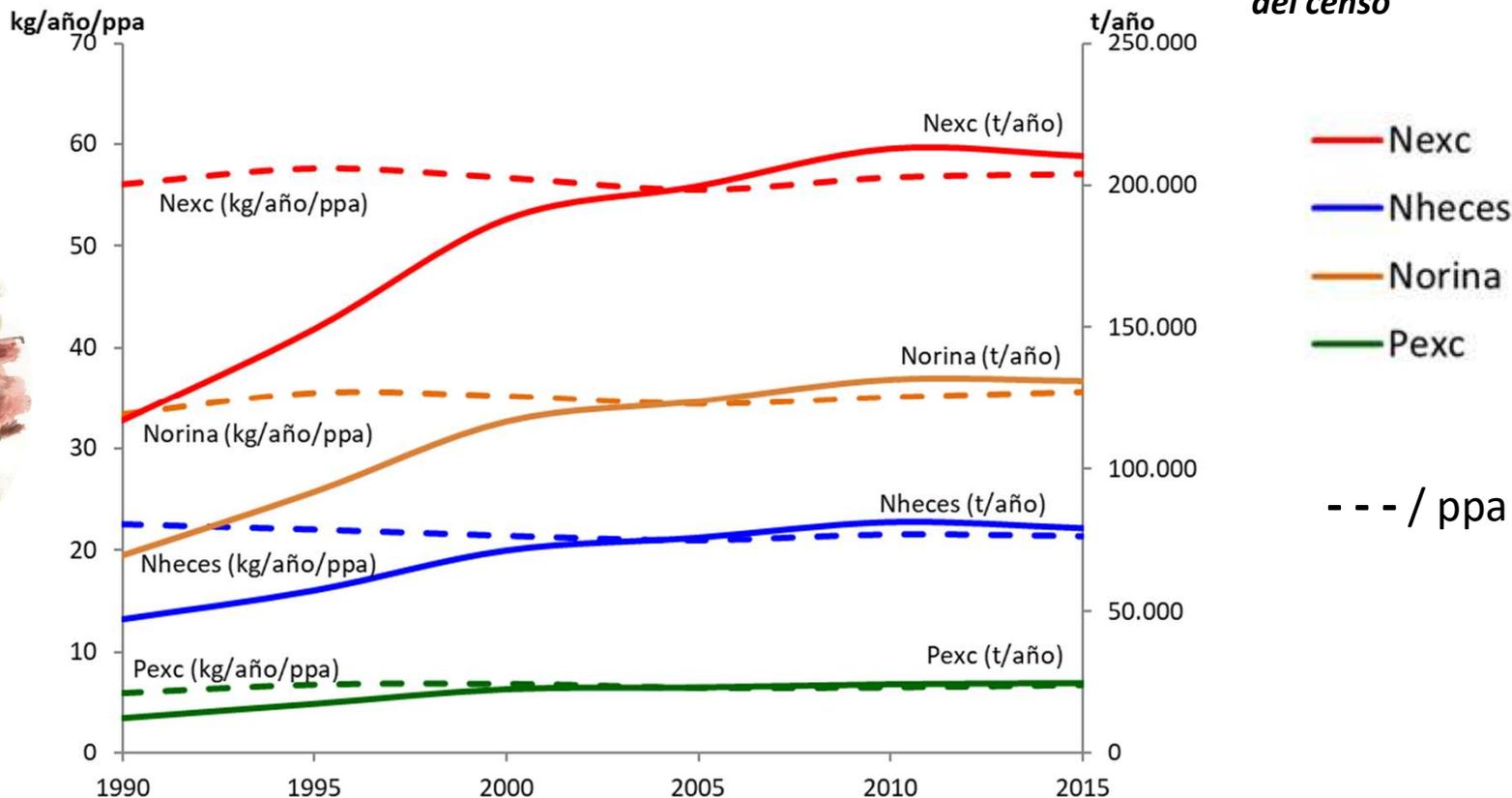


➔ aumentan las emisiones por vaca pero se reducen las emisiones totales:
 ↑ productividad por vaca y ↓ censo (↓ ↓ emisiones/kg de leche)

Evolución de las emisiones de N y P en rebaños de nodrizas

Emisiones por animal

Emisiones totales del censo

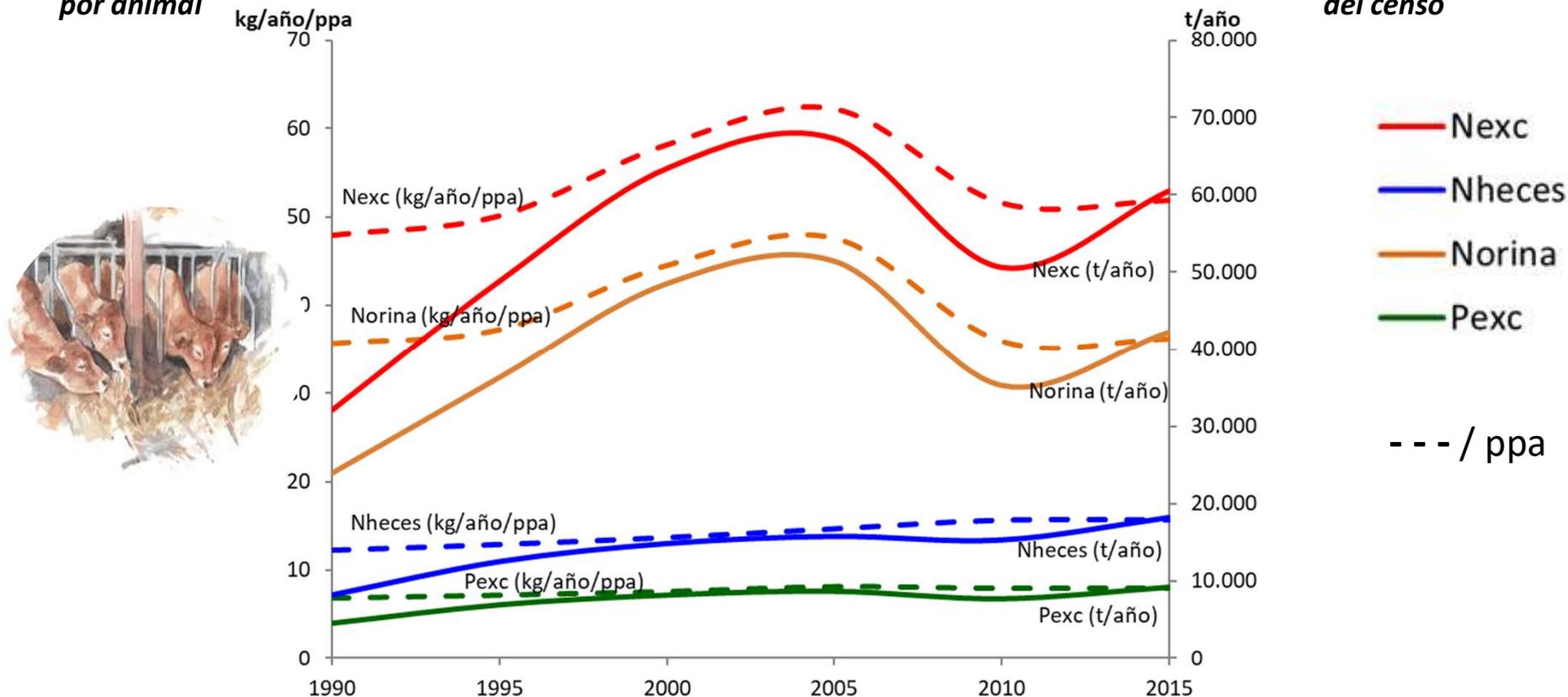


- ➔ excreción individual de N constante y ligero aumento de P (10%)
- ➔ aumento en niveles totales por aumento de censo

Evolución de las emisiones de N y P en vacuno de cebo

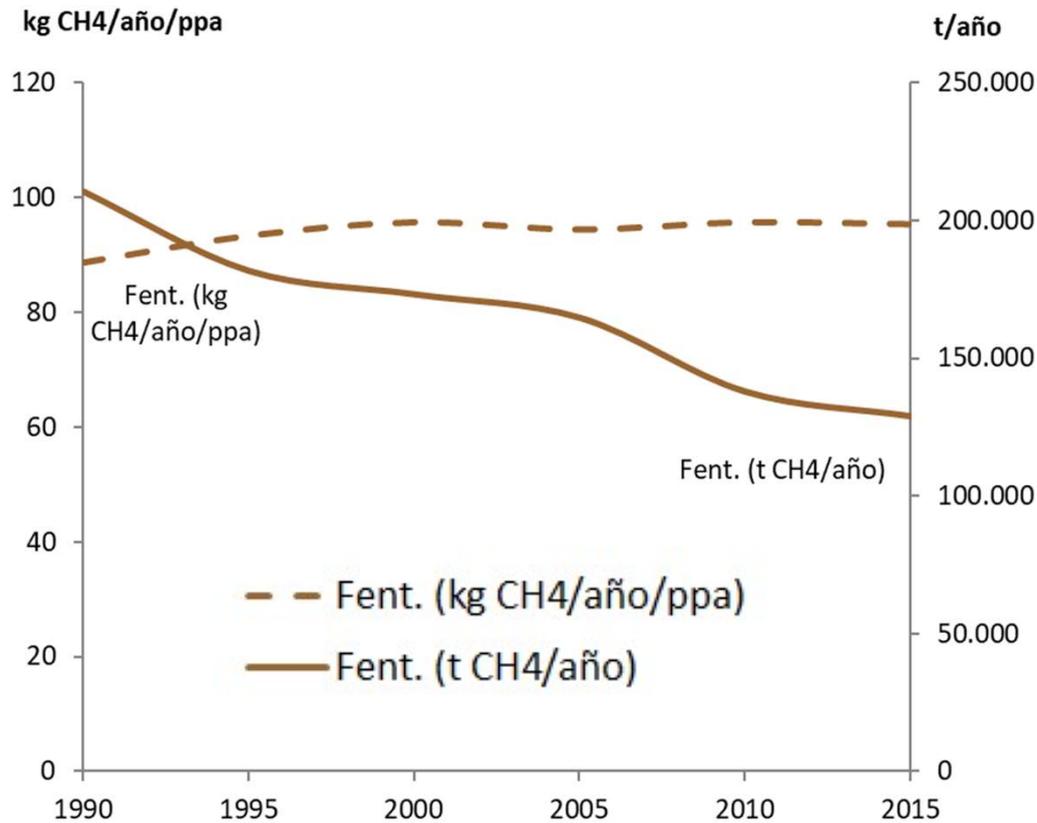
Emisiones por animal

Emisiones totales del censo



- ➔ ligeros aumentos de excreción individual de N (8%) y P (16%)
- ➔ aumento en niveles totales por aumento de población

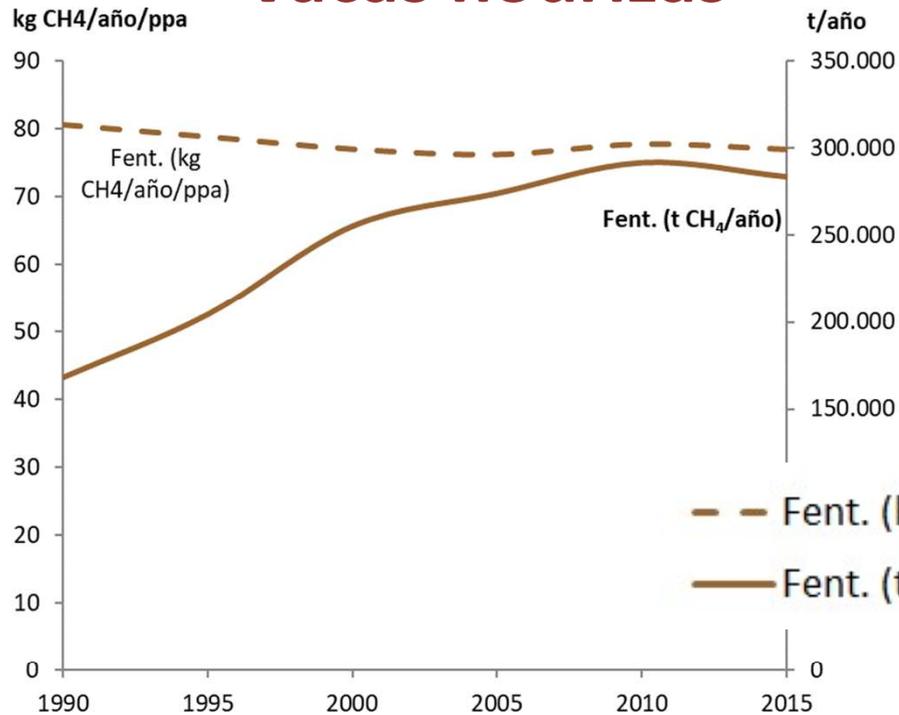
Evolución de las emisiones de CH₄ en vacuno lechero



- ➔ Ligeró aumento por vaca pero reducción de emisiones totales:
 ↑ productividad por vaca y ↓ censo (↓ ↓ emisiones/kg de leche)

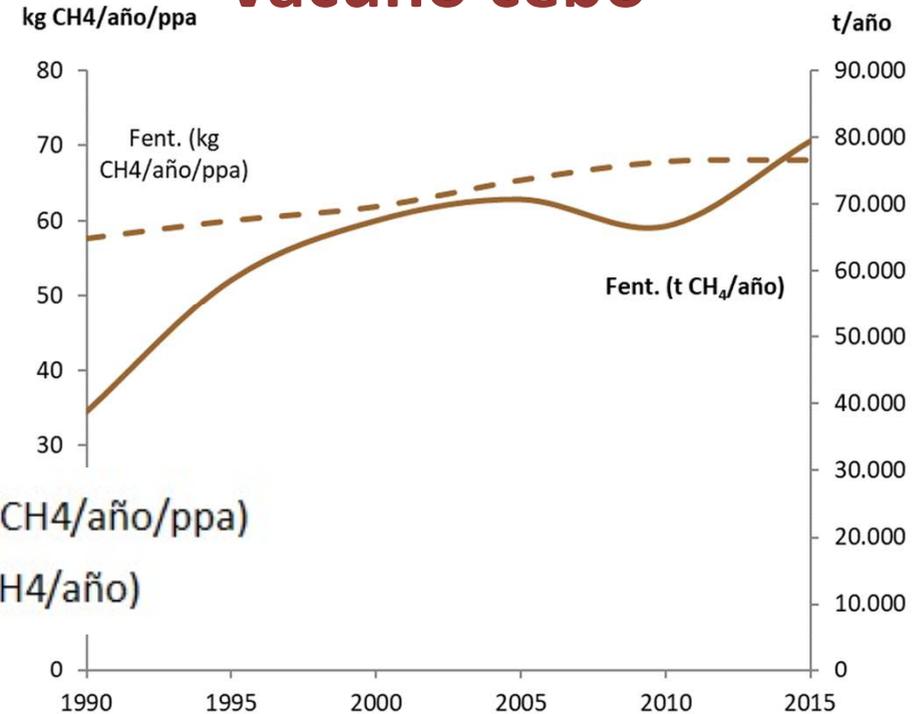
Evolución de las emisiones de CH₄ en vacuno de carne

Vacas nodrizas



➔ ligero descenso de fermentación entérica individual (5%)

Vacuno cebo



➔ aumento de fermentación entérica individual (15%)

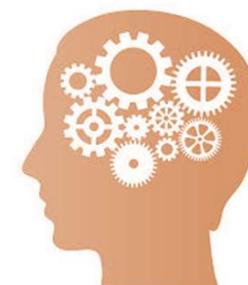


... y algunas consideraciones

Dificultades metodológicas más relevantes

- **Heterogeneidad del sector**

- razas, sistemas, dietas, pastos
 - ➔ animal, manejo y ración “tipo”



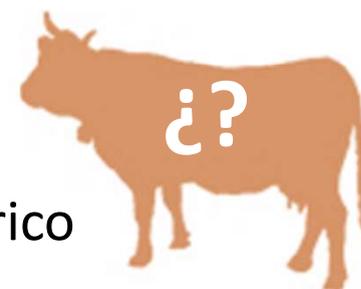
- **Dificultad del abordaje temporal**

- registros y calidad de datos
- censos, tipos de animales
- caracterización productiva de razas
- calidad de las raciones en establo
- calidad de los pastos
- concretar en datos la evolución de raciones



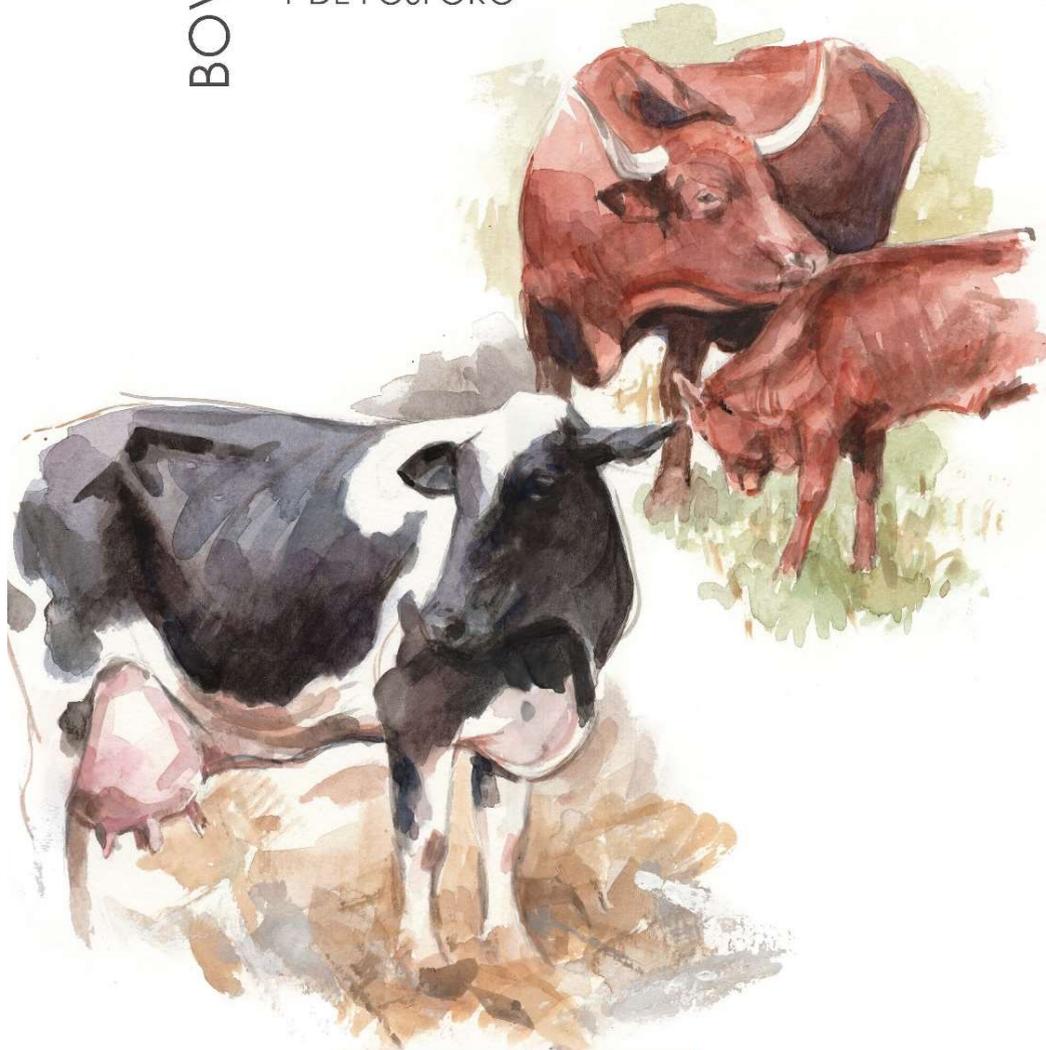
- **Asunciones con incertidumbre**

- balances
- metodologías para estimación de CH₄ entérico



BOVINO

BASES ZOOTÉCNICAS PARA
EL CÁLCULO DEL BALANCE
ALIMENTARIO DE NITRÓGENO
Y DE FÓSFORO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Agustín del Prado
Joaquím Baucells
Manuel Fondevila
Isabel Casasús

bc³

BASQUE CENTRE
FOR CLIMATE CHANGE
Klima Aldaketa Ikergai
Sustainability, that's it!



UNIT OF
EXCELLENCE
MARÍA
DE MAEZTU



CVTONA
consultors

UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona



1542

Universidad
Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación Mixto
Agroalimentario de Aragón
Universidad Zaragoza



cita

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROPOLIVICARIA DE ARAGÓN



Tragsatec
Grupo Tragsa