

FERMENTACION ENTÉRICA EN BOVINO LECHERO

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	10.04.01
CRF	3A11
NFR	-

Descripción de los procesos generadores de emisiones

La fermentación entérica es un proceso que tiene lugar en el aparato digestivo de ciertas especies animales. Los microorganismos residentes en el tracto digestivo descomponen mediante procesos de fermentación anaeróbica los carbohidratos de los alimentos ingeridos, transformándolos en moléculas simples y solubles que pueden ser utilizadas por el animal. Uno de los subproductos de esta fermentación anaeróbica es el metano (CH_4), que puede ser exhalado o expulsado por el extremo terminal del tracto digestivo. La cantidad de metano producida y emitida por los animales depende básicamente de la constitución de su aparato digestivo y de su dieta alimentaria.



Figura 1. Vacuno lechero (fuente imagen MAPA)

Las especies rumiantes presentan las mayores tasas de emisión de metano. En España, los principales rumiantes son el bovino, el ovino y el caprino, siendo el primero el objeto de la presente ficha.

Los bovinos incluyen la rumia en sus procesos digestivos, un proceso que consiste en regurgitar el alimento y masticarlo de nuevo para favorecer el ataque microbiano previo a la digestión enzimática que tiene lugar en tramos posteriores del tracto. Mediante la rumia y la población de microorganismos anaerobios (bacterias, protozoos y hongos) propios del rumen, los rumiantes son capaces de aprovechar los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) presentes mayoritariamente en los forrajes. La población microbiana utiliza los glúcidos del alimento para su propio metabolismo, produciendo ácidos grasos volátiles (ácido acético, propiónico y butírico), los cuales pueden ser utilizados por los rumiantes, representando en el caso de los bovinos la principal fuente de energía.

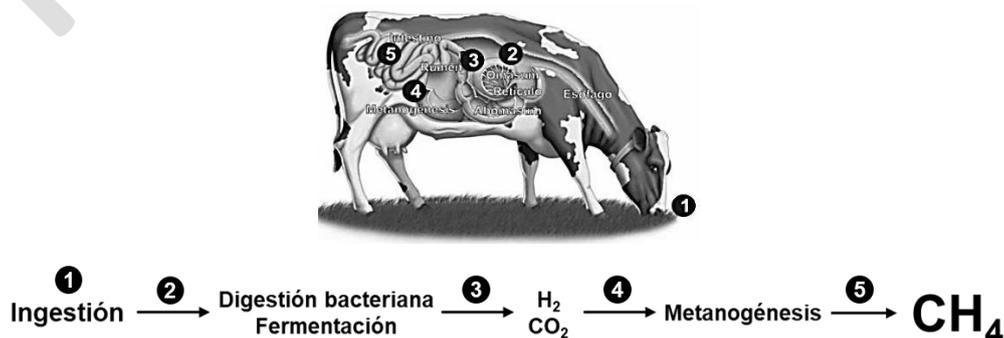


Figura 2. Proceso de emisiones de fermentación entérica en animales (fuente imagen Google)

La dieta ejerce un importante efecto en la flora bacteriana; no solo su composición (los alimentos ricos en carbohidratos solubles y pobres en proteínas reducen la presencia de las bacterias celulolíticas...), sino también la frecuencia diaria de la alimentación, la velocidad de deglución y digestión, y la cantidad de alimento ingerido. Este último factor se relaciona positivamente con el tamaño del animal, su tasa de crecimiento y su intensidad de producción (leche, crías, etc.).

Sin tener en cuenta los efectos sobre el rendimiento de la producción animal o la composición del estiércol excretado (que podrían aumentar el balance global de emisiones de gases), se puede afirmar que la baja digestibilidad de la dieta (pajas, residuos de cosecha, pienso seco o pastoreo en rastrojeras) aumenta la producción de metano entérico.

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
NA	✓	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios				Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes				
NO _x	NM _{VOC}	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
10.05.01	3B1 (3B(a))		Emisiones de CH ₄ durante la gestión del estiércol
10.09.04	3B2 (3B(b))		Emisiones directas de N ₂ O durante la gestión del estiércol
10.09.04		3B (3B1a)	Emisiones de NH ₃ y NO _x durante la gestión del estiércol (balance de masas EMEP)

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CH ₄	T2	Enfoque nacional y Guía IPCC 2006. Volumen 4. Epígrafes 10.2 y 10.3.	Los gases emitidos por la cabaña bovina española se estiman gracias al conocimiento del animal obtenido mediante el balance de masa y energía de su metabolismo. La metodología y el resultado del balance se describen en el documento "Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo - bovino", finalizado, que pertenece a la colección de publicaciones elaboradas por la SG de Medios de Producción Ganaderos del MAPA, y que se pueden consultar en su página oficial. http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx Las pérdidas de metano por fermentación entérica y el factor Y _m (relación entre la energía bruta ingerida y la energía perdida en forma de metano) dependen fundamentalmente del nivel de ingesta, de la composición de la dieta y de la digestibilidad aparente de la energía de la dieta (Blaxter y Clapperton,

		<p>1965)¹. El metano liberado durante la digestión equivale aproximadamente al 6 % de la energía ingerida (Johnson y Johnson, 1995)². Sin embargo, es fundamental identificar las variaciones que puedan darse en el factor de conversión de metano debido a la gran cantidad de factores que intervienen en este proceso a parte de los ya mencionados, tales como factores relacionados con el tipo de hidratos de carbono, productividad del animal y velocidad de tránsito de los sólidos y líquidos a través del tracto gastrointestinal (Kebreab <i>et al.</i>, 2006)³.</p> <p>La cantidad de metano producida está correlacionada positivamente con la cantidad de alimento consumida, aunque la relación inversa también se ha observado (Moss <i>et al.</i>, 2000)⁴. Probablemente, la composición y la calidad es más determinante que la cantidad del alimento. Así, dietas muy digestibles, generalmente utilizadas para lograr un crecimiento rápido o una mayor producción de leche, generan menores emisiones de este gas, debido a una mejor eficiencia de los procesos de digestión (Westberg <i>et al.</i>, 2001⁵; Takahashi, 2002⁶). Por tanto, los animales más productivos generalmente liberan menores cantidades de metano. La gran intensificación de la actividad ganadera en España conlleva la utilización de dietas para el ganado muy ricas en concentrados; en consecuencia, las dietas españolas para el ganado bovino lechero presentan unas digestibilidades de la energía entre medias y altas.</p> <p>En el marco de la metodología IPCC, determinada la energía bruta ingerida, se calcula la emisión de metano debida a fermentación entérica aplicando una tasa de conversión de metano (Ym) de acuerdo con la ecuación 10.21 de la Guía IPCC 2019 Refinement a partir de la energía bruta. El IPCC propone valores de Ym en la tabla 10.12 de la Guía IPCC 2019 Refinement; así, para el bovino lechero, define una Ym entre 5,7 % y 6,5 %, que corresponden a digestibilidades mayores o iguales a 70 % y menores o iguales a 62 % respectivamente, teniendo en cuenta además la productividad. Estos valores Ym según la productividad y la digestibilidad son los empleados en el cálculo de emisiones para esta categoría.</p> <p>Para la caracterización de las poblaciones y la estimación de las emisiones de fermentación entérica se han seguido los árboles de decisión de las figuras 10.1 y 10.2 de la Guía IPCC 2019 Refinement y los métodos sugeridos en la tabla 10.9. Se considera que la metodología seguida por el inventario nacional de emisiones llega al desarrollo de nivel 2 según las directrices del capítulo 10 del volumen 4 de la Guía IPCC 2019 Refinement, ya que tiene en cuenta las variaciones por raza, sistema y orientación de producción, necesidades nutricionales, caracterización de las raciones y su evolución en la serie temporal en todas las categorías productivas de la cabaña ganadera.</p> <p>El procedimiento general para la elaboración del balance metabólico se desarrolla en varias etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En una primera etapa se describe a nivel provincial el censo de la cabaña ganadera según raza, orientación productiva, sistema de explotación, sexo, edad y otras características, tal y como se describe en el epígrafe de variable de actividad de esta ficha. Estas categorías productivas definidas se consideran homogéneas en las variables que influyen en la emisión de gases y se calculará la relación de traspaso entre dichas categorías productivas y las categorías del Anuario de Estadística Agraria, que son las manejadas en el Inventario. - En una segunda etapa se desarrolla el balance metabólico, estimando para cada categoría productiva definida en la etapa primera las siguientes variables: <ul style="list-style-type: none"> ▪ las necesidades anuales de energía (ecuaciones IPCC) y proteína bruta (FEDNA) que necesita un animal para su metabolismo basal, el crecimiento, la lactancia, la gestación o la producción de leche en su caso para cada categoría productiva definida; ▪ las dietas tipo en España, con caracterización de la composición de las raciones y su contenido en energía bruta, neta y digestible, materia seca, fibra neutro detergente, proteína bruta, nitrógeno, etc., para su aportación a cada categoría productiva estudiada; ▪ la ingesta de materia seca (kg/año) partiendo de la relación entre la necesidad energética estimada (kcal/año) y la energía aportada por la ración (kcal/kg); ▪ obtenida la ingesta de materia seca de cada ración destinada a cada categoría productiva se calculan nuevamente para la alimentación aportada al animal las variables anteriores (energía bruta, neta y digestible, materia seca, fibra neutro detergente, proteína bruta, nitrógeno (considerando que el N contenido en la PB es del 16 %), etc.), parámetros que ayudarán a comprobar que satisfacen las necesidades calculadas en el primer punto y que finalmente constituirán la entrada del balance metabólico.
--	--	--

¹ Blaxter K. L. y Clapperton J. L. (1965). Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition*, 19:511-522. DOI: 10.1079/BJN19650046.

² Johnson, K. A. y Johnson D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*. 73:2483-92. DOI: 10.2527/1995.7382483x.

³ Kebreab, E., Dijkstra, J., Bannink, A., Gerrits, W. J. J. y France, J. (Eds.) (2006). *Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals: Modelling approaches*. CAB International. DOI: 10.1079/9781845930059.0000.

⁴ Moss, A. R., Jouany J. P. y Newbold J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de zootechnie*, 49 (3):231-253. DOI: 10.1051/animres:2000119.

⁵ Westberg, H., Lamb, B., Johnson, K. A., y Huyler, M. (2001). Inventory of methane emissions from U. S. cattle. *Journal of Geophysical Research* 106:12633-12642. DOI: 10.1029/2000JD900808.

⁶ Takahashi, J. y Young, B. A. editores (2002). *Greenhouse Gases and Animal Agriculture*. 362 págs. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

		<ul style="list-style-type: none"> – En una tercera etapa se toma el valor para Ym de la Guía IPCC 2019 Refinement para la aplicación de la ecuación 10.21 de dicha guía, con los criterios mencionados más arriba, al objeto de calcular el factor de emisión. – En una cuarta etapa se calcularán, mediante ecuaciones IPCC, la excreción de sólidos volátiles y las retenciones de nitrógeno, sirviendo estas últimas para obtener el nitrógeno excretado por diferencia con el nitrógeno ingerido; ambos parámetros se utilizarán en el cálculo de emisiones debidas a la gestión de estiércoles, objeto de otras fichas. <p>El documento zootécnico proporciona un factor de emisión entérica y unos parámetros de sólidos volátiles y nitrógeno excretado por cada una de las categorías productivas y equivalencia en categorías de Anuario/Inventario a nivel provincial y para cada año de la serie histórica desde 1990, el cual se replicará cada 5 años en tanto en cuanto dichos documentos sean revisados.</p> <p>El EF de fermentación entérica se calcula para cada categoría animal, en cada provincia y para cada año mediante una metodología basada en los trabajos de Jaurena <i>et al.</i> (2015) para el bovino⁷ (mediante una ecuación de relación de Ym (factor de conversión de metano) con la materia seca ingerida, la fibra neutro detergente y la digestibilidad de la ración para finalmente calcular el factor de emisión de fermentación entérica mediante la ecuación 10.21 de la Guía IPCC 2019 Refinement). Si bien, aunque este método es el desarrollado en el documento zootécnico antes mencionado, debido a una corrección técnica establecida durante la revisión ESD_2020 (pregunta ES-3A-2020-0002⁸), se consideró en ediciones 2021 y 2022 del inventario el valor de 6,5 % por defecto de la Guía IPCC 2006 para el parámetro Ym de vacuno; desde la edición 2023 del Inventario en adelante se implementó el valor desagregado disponible en la tabla 10.12 de la Guía IPCC 2019 Refinement, que tiene en cuenta la variación de la Ym en relación a cambios en la formulación y digestibilidad de la dieta a lo largo de la serie histórica, así como su nivel productivo.</p> <p>Las emisiones de metano por fermentación entérica se estiman finalmente multiplicando la variable de actividad (Población Promedio Anual) de cada categoría animal, provincia y año por su factor de emisión correspondiente.</p>
--	--	---

Variable de actividad

Variable	Descripción
Número medio de efectivos (Población Promedio Anual) por categorías productivas y por provincia	<p>La variable de actividad está constituida por el número medio anual de animales (Población Promedio Anual) según categorías homogéneas. Se define para cada categoría un individuo representativo a los efectos de asociarlo posteriormente a un factor de emisión. El número de efectivos se calcula a nivel provincial (NUTS 3).</p> <p>ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN PROMEDIO ANUAL A PARTIR DE LAS ENCUESTAS GANADERAS DEL MAPA</p> <p>El censo oficial de la cabaña de bovino (<i>Bos taurus</i>) española se lleva a cabo por la SG de Estadística del MAPA y puede consultarse en la página oficial del Ministerio: http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/</p> <p>Esta operación estadística (IOE 01006) pertenece al Plan Nacional de Estadística y se realiza con frecuencia semestral con referencia a 1 de mayo y a 1 de noviembre. Existen datos desde 1985 y se difunden datos desde 2002. En el año 2008 se produjo un cambio metodológico para adaptar la estadística al Reglamento (CE) nº 1165/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 relativo a las estadísticas ganaderas y de producción de carne.</p> <p>La operación se realiza mediante la explotación de registros administrativos: REGA (Registro de Explotaciones Ganaderas, cuya base son los Registros de Explotaciones Ganaderas de las CCAA), RIIA (Registro individual de Identificación de Animales) y REMO (Registro de Movimientos de las Especies de Interés Ganadero).</p> <p>El objetivo final es la obtención de la denominada PPA - Población Promedio Anual (AAP, siglas en inglés), que es el número censal registrado en un momento dado en cada categoría productiva, que se considera constante a lo largo del año.</p> <p>La fiabilidad y calidad de las encuestas ganaderas viene avalada por su amplio universo (el conjunto de explotaciones registradas en el Directorio Nacional), su ámbito de aplicación (el territorio nacional excepto Ceuta y Melilla), el muestreo estratificado en función de la tipología y del tamaño de las explotaciones, y el tamaño de la muestra, de acuerdo con las exigencias de la Unión Europea y del Ministerio como corresponde a un Informe Metodológico Estandarizado del INE.</p>

⁷ Jaurena, G., Cantet, J.M., Arroquy, J.I., Palladino, R.A., Wawrzekiewicz, M. y Colombatto, D. (2015). Prediction of the Ym factor for livestock from on-farm accessible data. *Livestock Science*, 177, 52-62.

⁸ https://ec.europa.eu/clima/document/download/ac4ed936-c5de-4f9d-9f27-396311f97dcf_en

En la edición anual del Anuario de Estadística Agroalimentaria únicamente suele figurar la encuesta de noviembre, pero para la elaboración del documento zootécnico en el que se basa el Inventario de Emisiones se considera, de forma general, la media de las dos encuestas existentes, pues ello permite corregir posibles variaciones puntuales. El informe metodológico estandarizado de las encuestas oficiales describe las incertidumbres de la recogida de datos. La depuración que realiza la unidad estadística competente utiliza criterios de validación adecuados para los objetivos de la encuesta y de acuerdo con la desagregación de la información de la misma. Sin embargo, en algún caso, en la elaboración del documento zootécnico se ha considerado oportuno depurar la información que aparece en las encuestas ganaderas, por ejemplo cuando una de las encuestas semestrales de una determinada “categoría censal-provincia” proporciona un número de efectivos igual a cero, mientras que en el siguiente semestre el número de animales para la misma “categoría censal-provincia” es distinto de cero en casos de difícil justificación zootécnica (como podría ser el caso particular de las novillas lecheras cuando es nulo en la primera encuesta disponible pero no en la segunda). En estos casos en los que se identifica una situación de incoherencia zootécnica, para promediar el número de efectivos por “categoría censal-provincia” de las dos encuestas semestrales, el documento zootécnico ignora aquella encuesta que proporciona un valor “0” (interpretando dicho valor como “valor perdido”) y adopta el valor del semestre restante como Población Promedio Anual (PPA). Por este motivo, el valor PPA calculado en el documento zootécnico (para una categoría específica y afectando, por tanto, al censo total) puede presentar ligeras divergencias (siempre en exceso, y representando un peor escenario en términos de emisiones) con respecto a las encuestas ganaderas oficiales publicadas.

CARACTERIZACIÓN DE LAS RAZAS Y CATEGORÍAS DE LAS ENCUESTAS

De RIIA se extrae la proporción de cada raza de bovino desde el año 2005, que será necesaria más adelante para definir pesos medios. Para obtener la distribución racial del año 1990 se emplea el Censo de la ganadería española, que se publicó en el Boletín Mensual de Estadística de marzo de 1986 del MAGRAMA. El peso medio y demás coeficientes raciales precisos en este trabajo para los años 1991 a 2004 se obtienen por interpolación lineal de los valores en los extremos del periodo.

En este apartado hay que indicar que en RIIA existe, en la totalidad de provincias españolas, una categoría de “raza” denominada conjunto mestizo, que además suele ser la predominante. Esto es consecuencia de que en la actualidad existen pocos efectivos de razas puras en las explotaciones de ganado bovino de carne, procediendo casi todos los animales de algún cruce. Mientras, en el caso de ganado bovino lechero predominan las razas puras y, por tanto, no se considera un conjunto mestizo dado que su porcentaje es mínimo.

Las categorías recogidas en las encuestas ganaderas desde el año 2011 a la actualidad son las recogidas en el anexo V de la presente ficha. Hasta el año 2010, en las encuestas ganaderas aparecía una mayor desagregación en los animales mayores de 2 años, como se puede apreciar en la tabla de dicho anexo.

CARACTERIZACIÓN DE LAS CATEGORIAS PRODUCTIVAS

Las categorías de las encuestas ganaderas son demasiado amplias en algunos casos como para poder asignarles directamente unos coeficientes zootécnicos para aplicar en los cálculos de emisiones. Por ejemplo, en los terneros de sacrificio (menores de 12 meses destinados a sacrificio) hay animales macho y hembra, de razas cárnicas y de razas lecheras, alimentados como mamonos o pasteros, siendo diferentes los pesos y edades finales, con lo que tendrán diferentes necesidades, ingestas, retenciones y excretas. Por ello, se hace necesario realizar una desagregación de las categorías que reflejan las encuestas ganaderas en las llamadas categorías productivas. Las categorías productivas deben establecerse en función de las diferencias en la línea de producción, la alimentación, las necesidades energéticas y las características productivas. A efectos de la gestión de estiércoles, objeto de otras fichas, también es muy importante distinguir entre estabulación y no estabulación o pastoreo.

La máxima desagregación de categorías productivas utilizadas para estimar los balances metabólicos y su equivalencia con las categorías de las Encuestas Ganaderas y las que usa el Inventario Nacional de Emisiones se resumen en el anexo V de esta ficha.

Finalmente, el documento zootécnico reintegrará los parámetros zootécnicos nuevamente por categorías de las encuestas ganaderas para poder aplicarlos a los cálculos de las emisiones de la cabaña bovina. En los anexos I, II y III de esta ficha se presentan los resultados de efectivos, factores de emisión y emisiones agrupados por estas categorías de encuesta y la variable “estabulación/pastoreo”.

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2019	Censo del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) “Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo - bovino” (MAPA)

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Período	Tipo	Fuente	Descripción
CH ₄	1990-2021	CS,D	Documento "Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo - bovino". Guía IPCC 2019 Refinement.	El documento proporciona valores de coeficientes zootécnicos para calcular el factor de emisión de fermentación entérica para cada categoría productiva y para cada 5 años del periodo inventariado. Valor desagregado de la Ym disponible en la tabla 10.12.

Observaciones: D: por defecto (del inglés *Default*); CS: específico del país (del inglés *Country Specific*); OTH: otros (del inglés *Other*); M: modelo (del inglés *Model*)

Incertidumbres

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	3	30	<u>Variable de actividad</u> : Las encuestas ganaderas para bovino se realizan bajo las directrices del Reglamento (CE) n.º 1165/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, relativo a las estadísticas ganaderas y de producción de carne. La precisión objetivo se encuentra en el 3 % (intervalo de 1 %-5 %) del número total de cabezas. <u>Factor de emisión</u> : No se ha realizado un estudio específico de la incertidumbre del factor de emisión empleado. Siguiendo la orientación del epígrafe 10.3.4 de "Evaluación de incertidumbre de factores de emisión" la Guía IPCC 2006, se asigna un orden de ± 30 %.

Coherencia temporal de la serie

Con respecto a la variable de actividad (censo), el informe metodológico estandarizado de la operación estadística afirma que los datos del censo son comparables en el tiempo. Se considera globalmente que la serie es coherente al cubrir el conjunto de animales del territorio nacional y provenir la información de una fuente oficial.

En cuanto a la categorización animal y los factores de emisión, la metodología recogida en el documento "Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo - bovino" incorpora los cambios temporales necesarios para reflejar la evolución de este sector a lo largo de la serie inventariada, pero utiliza los mismos fundamentos metodológicos.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El nivel de desagregación geográfica para el cálculo de las emisiones es provincial, ya que se cuenta con la variable de actividad (cabezas de ganado) a ese nivel.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Septiembre de 2023.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Número de efectivos de Población Promedio Anual por categoría y provincia para el año 2021

PROVINCIA	VACAS LECHERAS ESTABULADAS	VACAS LECHERAS PASTOREO
ALBACETE	1.440	-
ALICANTE/ALACANT	1.784	-
ALMERÍA	432	-
ARABA/ÁLAVA	4.620	-
ASTURIAS	69.783	-
ÁVILA	12.673	-
BADAJOS	1.399	-
BALEARS, ILLES	8.998	-
BARCELONA	21.322	-
BIZKAIA	5.753	-
BURGOS	4.559	-
CÁCERES	1.244	-
CÁDIZ	4.512	-
CANTABRIA	54.363	-
CASTELLÓN/CASTELLÓ	554	-
CIUDAD REAL	2.752	-
CÓRDOBA	39.119	-
CORUÑA, A	144.149	-
CUENCA	0	-
GIPUZKOA	6.354	-
GIRONA	26.618	-
GRANADA	4.792	-
GUADALAJARA	58	-
HUELVA	10	-
HUESCA	12.611	-
JAÉN	2.764	-
LEÓN	25.115	-
LLEIDA	27.871	-
LUGO	154.220	-
MADRID	6.205	-
MÁLAGA	1.139	-
MURCIA	8.008	-
NAVARRA	24.946	-
OURENSE	1.985	-
PALENCIA	16.961	-
PALMAS, LAS	5.035	-
PONTEVEDRA	38.700	-
RIOJA, LA	2.860	-
SALAMANCA	4.956	-
SANTA CRUZ DE TENERIFE	1.629	-
SEGOVIA	7.859	-
SEVILLA	7.820	-
SORIA	57	-
TARRAGONA	0	-
TERUEL	153	-
TOLEDO	21.276	-
VALENCIA/VALÈNCIA	4.892	-
VALLADOLID	8.123	-
ZAMORA	11.841	-
ZARAGOZA	4.124	-
Total general	818.438	-

SUMA TOTAL: 818.438 efectivos de vacuno lechero en 2021

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Factores de emisión para la estimación de las emisiones metano debidas a la fermentación entérica, por provincia para la categoría animal de vacuno lechero, en 2021, expresada en kg de CH₄ por cabeza y año aplicando la ecuación 10.21 de la Guía IPCC 2019 Refinement (EF=EB*Ym/100*365/55,65).

PROVINCIA	VACAS LECHERAS ESTABULADAS			VACAS LECHERAS PASTOREO		
	EB (Mj/día)	Ym (%)	EF entérica (kg de CH ₄ por cabeza y año)	EB (Mj/día)	Ym (%)	EF entérica (kg de CH ₄ por cabeza y año)
ALBACETE	326,76	6,3	135,019	-	-	-
ALICANTE/ALACANT	338,43	6,3	139,841	-	-	-
ALMERÍA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
ARABA/ÁLAVA	310,63	6,0	122,242	-	-	-
ASTURIAS	285,84	6,0	112,487	-	-	-
ÁVILA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
BADAJOS	266,24	6,3	110,014	-	-	-
BALEARS, ILLES	263,89	6,3	109,043	-	-	-
BARCELONA	316,16	6,3	130,639	-	-	-
BIZKAIA	310,63	6,0	122,242	-	-	-
BURGOS	307,99	6,3	127,262	-	-	-
CÁCERES	266,24	6,3	110,014	-	-	-
CÁDIZ	319,23	6,3	131,907	-	-	-
CANTABRIA	294,27	6,0	115,803	-	-	-
CASTELLÓN/CASTELLÓ	338,43	6,3	139,841	-	-	-
CIUDAD REAL	326,76	6,3	135,019	-	-	-
CÓRDOBA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
CORUÑA, A	276,10	6,0	108,654	-	-	-
CUENCA	-	-	-	-	-	-
GIPUZKOA	310,63	6,0	122,242	-	-	-
GIRONA	316,16	6,3	130,639	-	-	-
GRANADA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
GUADALAJARA	326,76	6,3	135,019	-	-	-
HUELVA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
HUESCA	290,40	6,3	119,997	-	-	-
JAÉN	319,23	6,3	131,907	-	-	-
LEÓN	307,99	6,3	127,262	-	-	-
LLEIDA	316,16	6,3	130,639	-	-	-
LUGO	276,10	6,0	108,654	-	-	-
MADRID	307,88	6,3	127,218	-	-	-
MÁLAGA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
MURCIA	269,03	6,3	111,165	-	-	-
NAVARRA	318,99	6,0	125,532	-	-	-
OURENSE	276,10	6,0	108,654	-	-	-
PALENCIA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
PALMAS, LAS	233,01	6,3	96,280	-	-	-
PONTEVEDRA	276,10	6,0	108,654	-	-	-
RIOJA, LA	300,11	6,3	124,008	-	-	-
SALAMANCA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
SANTA CRUZ DE TENERIFE	233,01	6,3	96,280	-	-	-
SEGOVIA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
SEVILLA	319,23	6,3	131,907	-	-	-
SORIA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
TARRAGONA	-	-	-	-	-	-
TERUEL	290,40	6,3	119,997	-	-	-
TOLEDO	326,76	6,3	135,019	-	-	-
VALENCIA/VALÈNCIA	338,43	6,3	139,841	-	-	-
VALLADOLID	307,99	6,3	127,262	-	-	-
ZAMORA	307,99	6,3	127,262	-	-	-
ZARAGOZA	290,40	6,3	119,997	-	-	-

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Cálculo de emisiones (EF x efectivos / 1000) por categoría productiva animal y provincia, junto con emisiones nacionales para el año 2021, expresadas en toneladas de CH₄.

PROVINCIA	VACAS LECHERAS ESTABULADAS			VACAS LECHERAS PASTOREO		
	Efectivos	EF entérica (kg de CH ₄ por cabeza y año)	Emisiones (ton)	Efectivos	EF entérica (kg de CH ₄ por cabeza y año)	Emisiones (ton)
ALBACETE	1.440	135,018531	194,43	-	-	-
ALICANTE/ALACANT	1.784	139,840980	249,48	-	-	-
ALMERÍA	432	131,906970	56,98	-	-	-
ARABA/ÁLAVA	4.620	122,242110	564,76	-	-	-
ASTURIAS	69.783	112,487313	7.849,70	-	-	-
ÁVILA	12.673	127,262473	1.612,80	-	-	-
BADAJOS	1.399	110,014237	153,91	-	-	-
BALEARS, ILLES	8.998	109,042900	981,17	-	-	-
BARCELONA	21.322	130,639409	2.785,49	-	-	-
BIZKAIA	5.753	122,242110	703,26	-	-	-
BURGOS	4.559	127,262473	580,19	-	-	-
CÁCERES	1.244	110,014237	136,86	-	-	-
CÁDIZ	4.512	131,906970	595,16	-	-	-
CANTABRIA	54.363	115,802752	6.295,39	-	-	-
CASTELLÓN/CASTELLÓ	554	139,840980	77,47	-	-	-
CIUDAD REAL	2.752	135,018531	371,57	-	-	-
CÓRDOBA	39.119	131,906970	5.160,07	-	-	-
CORUÑA, A	144.149	108,654117	15.662,38	-	-	-
CUENCA	0	-	-	-	-	-
GIPUZKOA	6.354	122,242110	776,73	-	-	-
GIRONA	26.618	130,639409	3.477,36	-	-	-
GRANADA	4.792	131,906970	632,10	-	-	-
GUADALAJARA	58	135,018531	7,83	-	-	-
HUELVA	10	131,906970	1,32	-	-	-
HUESCA	12.611	119,996616	1.513,28	-	-	-
JAÉN	2.764	131,906970	364,59	-	-	-
LEÓN	25.115	127,262473	3.196,20	-	-	-
LLEIDA	27.871	130,639409	3.641,05	-	-	-
LUGO	154.220	108,654117	16.756,64	-	-	-
MADRID	6.205	127,218333	789,39	-	-	-
MÁLAGA	1.139	131,906970	150,24	-	-	-
MURCIA	8.008	111,165487	890,21	-	-	-
NAVARRA	24.946	125,531615	3.131,51	-	-	-
OURENSE	1.985	108,654117	215,68	-	-	-
PALENCIA	16.961	127,262473	2.158,50	-	-	-
PALMAS, LAS	5.035	96,279981	484,77	-	-	-
PONTEVEDRA	38.700	108,654117	4.204,91	-	-	-
RIOJA, LA	2.860	124,007786	354,66	-	-	-
SALAMANCA	4.956	127,262473	630,71	-	-	-
SANTA CRUZ DE TENERIFE	1.629	96,279981	156,84	-	-	-
SEGOVIA	7.859	127,262473	1.000,16	-	-	-
SEVILLA	7.820	131,906970	1.031,51	-	-	-
SORIA	57	127,262473	7,25	-	-	-
TARRAGONA	0	-	-	-	-	-
TERUEL	153	119,996616	18,36	-	-	-
TOLEDO	21.276	135,018531	2.872,65	-	-	-
VALENCIA/VALÈNCIA	4.892	139,840980	684,10	-	-	-
VALLADOLID	8.123	127,262473	1.033,75	-	-	-
ZAMORA	11.841	127,262473	1.506,91	-	-	-
ZARAGOZA	4.124	119,996616	494,87	-	-	-

SUMA TOTAL: 96.215,16 toneladas de CH₄

ANEXO IV

Emisiones

Emisiones totales de metano a lo largo de la serie temporal expresadas en toneladas de CH₄

Año	CH ₄ (t)
1990	131,704
1991	126,716
1992	120,377
1993	114,129
1994	111,155
1995	120,617
1996	120,490
1997	117,571
1998	121,965
1999	113,200
2000	114,946
2001	118,172
2002	114,817
2003	111,222
2004	105,143
2005	108,090
2006	99,969
2007	95,560
2008	92,474
2009	86,699
2010	92,767
2011	91,758
2012	95,688
2013	97,069
2014	98,228
2015	99,471
2016	97,465
2017	96,776
2018	96,473
2019	95,703
2021	95,247
2021	96,215

ANEXO V

Categorías productivas de animales necesarias para el cálculo de emisiones

Las categorías recogidas en las encuestas ganaderas desde el año 2011 a la actualidad son las recogidas en este anexo:

1. Vacas lecheras (n10) (*).

(*). Hasta el año 2010, en las encuestas ganaderas aparecía una mayor desagregación en los animales mayores de 2 años en frisonas y otras.

A continuación, se presentan las diferentes categorías productivas estudiadas en el documento zootécnico y su correspondencia con las categorías correspondientes a las Encuestas Ganaderas:

Edad	Categoría Encuestas	Categorías productivas	Régimen
mayores de 24 meses	Vacas lecheras (frisonas)	Vacas lecheras	Estabulado
	Vacas lecheras (otras)		