



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Inventario Nacional de GEI

Impacto de la fertilización en las emisiones

Ramiro Oliveri Martínez-Pardo

Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI)

Subdirección General de Prevención de la Contaminación

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental



Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI) (Ley 2007, Calidad Aire)

- **Gases de Efecto Invernadero (GEI):**
 - [Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático \(UNFCCC\)](#)
 - [Acuerdos de París](#)
 - [Reglamento \(UE\) 2018/1999](#) sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima
 - [Ley 7/2021](#) de cambio climático y transición energética
- **Contaminantes atmosféricos:**
 - [Convenio de Ginebra](#) contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP)
 - [Protocolo de Gotemburgo](#) relativo a la reducción de la acidificación, de la eutrofización y del ozono en la troposfera
 - [Directiva \(UE\) 2016/2284](#) relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos
 - [Real Decreto 818/2018](#) sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos



Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI)

- Cobertura nacional: emisiones antropogénicas de GEI y contaminantes atmosféricos
- Serie histórica: 1990-2022(2023): se recalcula en cada Edición
- Desagregación temporal: anual
- Desagregación por sectores (5):
 - Energía,
 - Procesos industriales y uso de otros productos(IPPU),
 - Sector Agrario,
 - Gestión de Residuos
 - LULUCF (Usos de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura)





Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI)

Home > Calidad y evaluación ambiental > Temas > Sistema Español de Inventario de Emisiones

Temas

- Atmósfera y calidad del aire
- Biotecnología
- Etiqueta Ecológica Europea (EEE)
- Evaluación ambiental
- Medio ambiente y salud
- Movilidad
- Prevención y gestión de residuos
- Economía circular
- Productos químicos
- Agencia Europea de Medio Ambiente e Información Ambiental
- Responsabilidad medioambiental
- Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambientales (EMAS)
- Sistema Español de Inventario de Emisiones**
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos
- Proyecciones de emisiones
- Métodologías de estimación de emisiones
- Otra información relevante
- Inventario nacional de emisiones y absorciones a la atmósfera Informe Interactivo
- Proyecciones de emisiones y absorciones a la atmósfera Informe Interactivo

Sistema Español de Inventario de Emisiones

Sistema Español de Inventario (SEI):



El Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos es un instrumento esencial en la estrategia española de lucha contra las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, responsables del calentamiento global, y contra las de otros contaminantes atmosféricos que provocan daños en la salud humana y el medio ambiente.

El **Sistema Español de Inventario (SEI)** elabora periódicamente el Inventario Nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos, así como las Proyecciones de emisiones y absorciones a la atmósfera, que permiten evaluar el cumplimiento de los compromisos asumidos por España en el marco de la normativa internacional y europea de emisiones a la atmósfera. Así mismo, son la base para la elaboración de políticas y medidas de mitigación de emisiones y para la evaluación de su efectividad en la consecución de los objetivos.

En el menú de la izquierda se puede acceder a información sobre el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos y las Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera, permiten descargar los datos oficiales remitidos por España en cumplimiento de sus obligaciones de información y conocer las metodologías utilizadas para la estimación de las emisiones.

Marco general normativo:

El Sistema Español de Inventario se establece en la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera y se desarrolla su funcionamiento en el Real Decreto 319/2018 que asigna a la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el papel de autoridad competente del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI).

El Inventario de Emisiones a la Atmósfera está incluido en el [Plan Estratégico Nacional 2021-2024](#).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) y el [Acuerdo de París](#), establecen compromisos de reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como la obligación de informar sobre las emisiones antropogénicas de GEI y del balance de emisiones y absorciones que se producen en los sumideros de carbono. Este marco internacional tiene su reflejo a nivel europeo en el [Reglamento \(UE\) 2018/1999](#) sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima y es complementado por el [Reglamento Delegado \(UE\) 2020/1841](#) en lo que respecta a los valores de las potenciales de calentamiento global y sus directrices para los inventarios de gases de efecto invernadero, y en lo que respecta al sistema de inventarios de la UE. También es de referencia el [Reglamento \(UE\) 2018/841](#) del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la inclusión de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de la tierra y la silvicultura en el marco de actuación en materia de clima y energía hasta 2030.

Por otra parte, el [Convenio de Ginebra](#) contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Largo

19 Gases de Efecto Invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, gases fluorados (11 HFC, 4 PFC, SF₆)

25 Contaminantes Atmosféricos: NOx, SO₂, COVNM, NH₃, PM_{2,5}, PM₁₀, TSP, BC, CO, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/PCDF, HCB, PCBs, HAP 1-4, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno

No incluye: ozono, partículas secundarias

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>



Inventario Nacional de GEI

Metodologías de estimación → Guías IPCC 2006 + Refinement 2019

Las emisiones se pueden estimar según distintos niveles de complejidad (*Tier*):

- **Tier 1:** se usan factores de emisión por defecto (aplicados a consumos o producciones, que corresponden a la tecnología más común o que integran todas las posibles tecnologías)
- **Tier 2:** se usan factores de emisión específicos del país o específicos de las tecnologías empleadas
- **Tier 3:** puede ser similar al *Tier 2*, pero con un mayor nivel de desagregación basado en los últimos conocimientos científicos, o puede basarse en modelos matemáticos avanzados o mediciones

Las categorías clave (las que son significativamente importantes para uno o varios contaminantes, en términos de nivel absoluto o de tendencia respecto al total del Inventario) deben estimarse con, al menos, un *Tier 2*

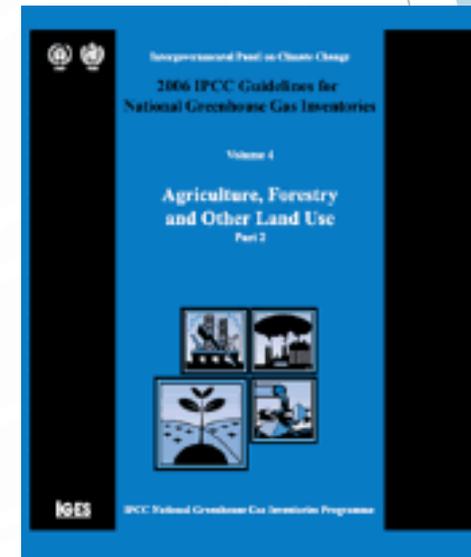
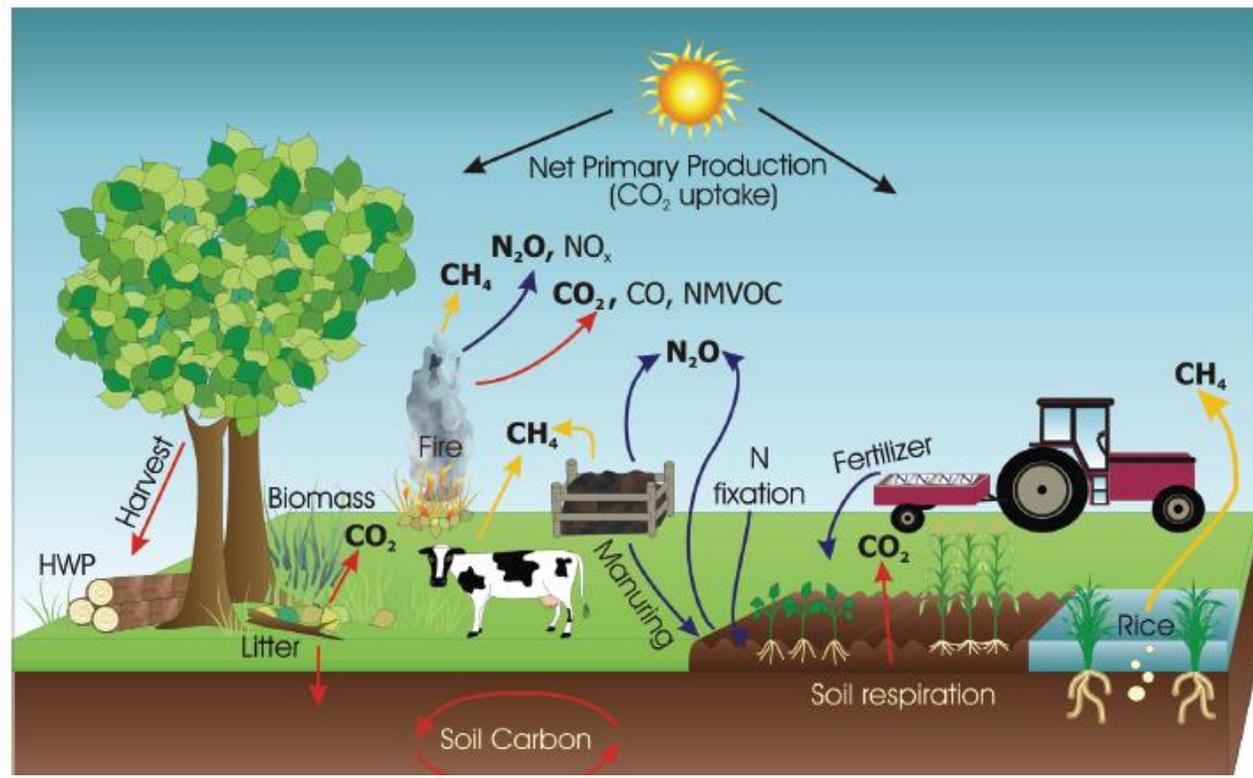




Inventario Nacional de GEI

Volumen 4: Sector AFOLU (Sector agrario + Sector LULUCF)

Figure 1.1 The main greenhouse gas emission sources/removals and processes in managed ecosystems.





Huella de carbono en la fertilización

¿Qué operaciones relacionadas con la fertilización pueden suponer emisiones de GEI (o contaminantes)?



Fabricación Fertilizantes
sintéticos

- Consumo electricidad



Transporte y Almacenaje

- Consumo combustible



Aplicación

- Consumo combustible
- Emisiones directas/indirectas N₂O



Huella de carbono en la fertilización

¿En qué categorías se ven reflejadas en el inventario?

Fabricación: 1A1a: Producción energía eléctrica

2B10a: Incluye la producción de fertilizantes (NPK): Nitrato amónico, Sulfato amónico, Fosfato amónico, Urea

Transporte: 1A3b Emisiones de combustión

Aplicación: 1A4c: **Maquinaria móvil**

3D11: **Emisiones directas por aplicación al suelo de fertilizantes nitrogenados minerales**

[Enlace Fichas Metodológicas](#)



Fabricación de fertilizantes

Producción de fertilizantes (NPK):

2B: Emisiones de proceso de la industria química

2B10: Otra industria química (diferente producción amoniaco, ácido nítrico, ...)

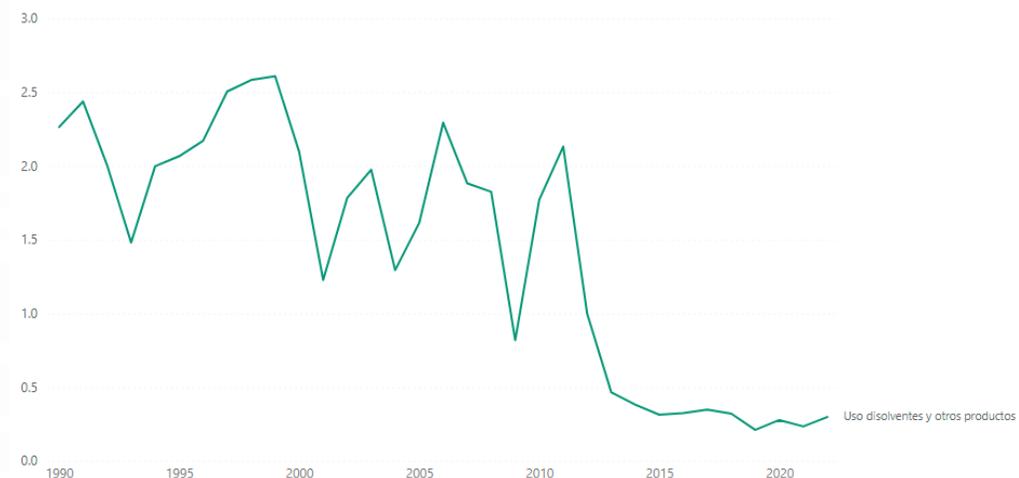
2B10a: Se consideran las emisiones debidas a la fabricación de 4 químicos:

Nitrato amónico, Sulfato amónico, Fosfato amónico y Urea

- No se tienen en cuenta la emisión de GEI,
- Contaminantes: NH_3 ; y material particulado (PM_{10} ; $\text{PM}_{2,5}$; BC; TSP)
- Se reporta de forma agregada dentro de la categoría 2B10a, junto con las emisiones de otros procesos.

En la imagen, serie histórica de las emisiones NH_3 (kT) categoría 2B10a

Evolución de emisiones de NH_3 por sector agregado y categoría(s) NFR seleccionadas





Maquinaria Móvil

- **1A4C:** Incluye maquinaria forestal, agrícola e industrial

Método (Tier 1):

$$\text{Emisiones} = \text{Factor de emisión} \times \text{Variable de actividad (consumo de gasóleo)}$$

- Reparto provincial: “Registro Oficial de Maquinaria Agrícola Automotriz”:
Potencia del parque inscrito en cada provincia para cada uno de los tipos de maquinaria.

COMBUSTIBLE	GASES DE EFECTO INVERNADERO		
	CO ₂ (kg/t)	CH ₄ * (g/t)	N ₂ O* (g/t)
Gasóleo	3160	38,049	138,243

Fuente: Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A4, Tablas 3-1, 3-2 y Anexo

*Los factores se han actualizado para toda la serie según la metodología propuesta en la guía EMEP 2016. Por razones de espacio, se muestran los correspondientes al último año de la serie (2017)

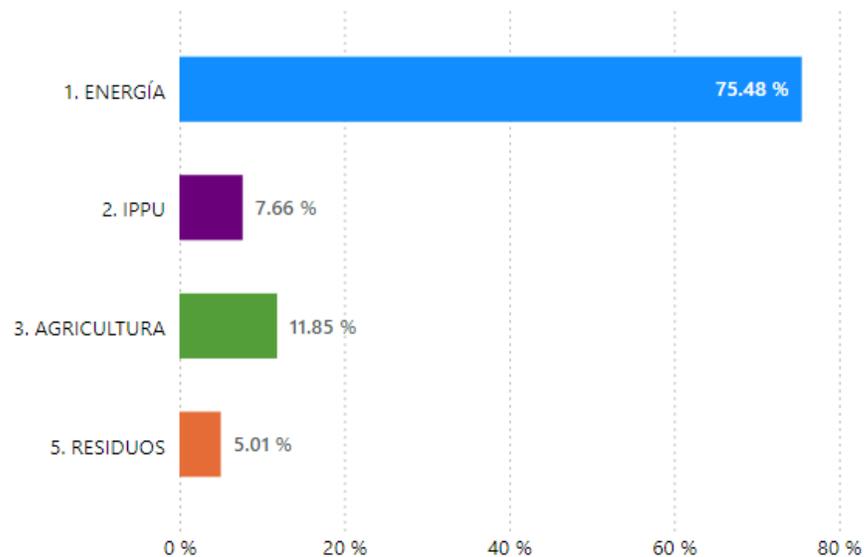
AÑO	Agrícola (08.06)
	Gasóleo Toneladas
1990	1.470.135
1991	1.507.058
1992	1.531.643
1993	1.562.211
1994	1.595.482
1995	1.636.969
1996	1.687.943
1997	1.736.085
1998	1.794.113
1999	1.847.857
2000	1.898.110
2001	1.965.347
2002	2.017.503
2003	2.013.968
2004	2.075.230
2005	2.108.591
2006	2.163.307
2007	2.204.322
2008	2.246.337
2009	2.298.857
2010	2.331.211
2011	2.350.653
2012	2.382.453
2013	2.412.667
2014	2.448.179
2015	2.487.283
2016	2.530.729
2017	2.575.342



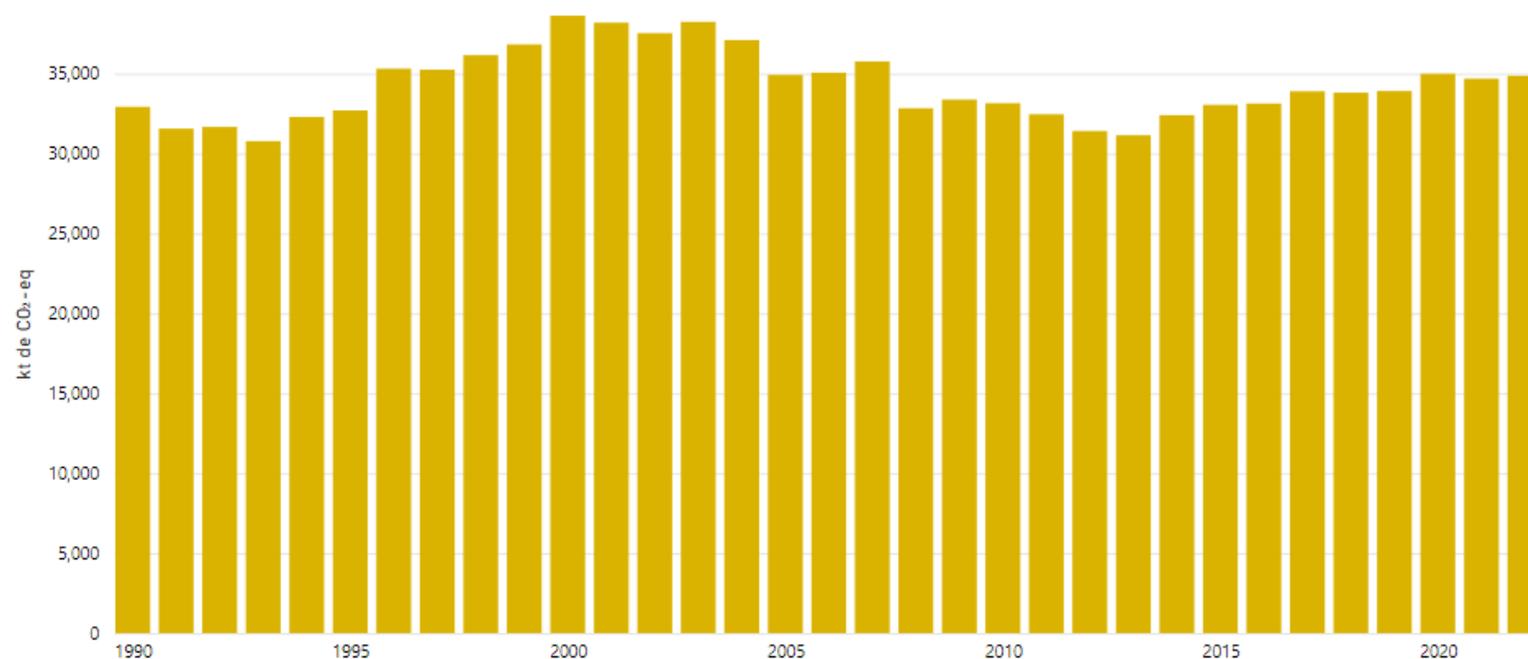
Sector agrario (3)

En conjunto, supone casi un 12% de las emisiones brutas totales.
Sector responsable de más del 50% de las emisiones de NH_3 y del 66% del N_2O .
Serie histórica muy estabilizada (dificultad en su reducción).

Porcentaje de emisiones respecto al total de emisiones bruta...



Evolución de emisiones brutas de GEI (kt de CO_2 equivalente) por actividad IPCC y GEI

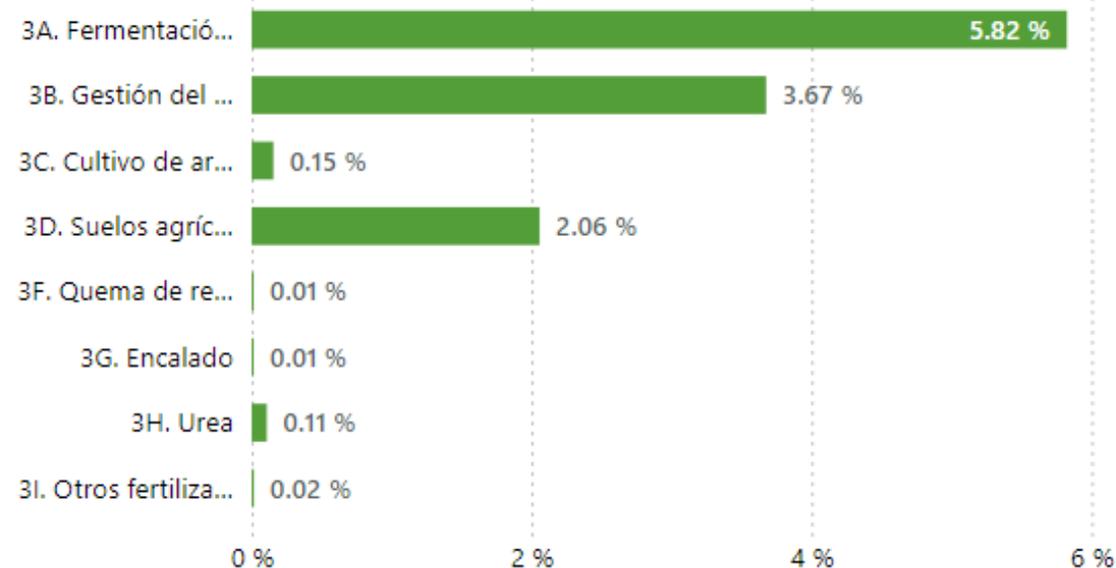




Sector agrario

3- Sector agrario:

- 3A Fermentación entérica
- 3B Gestión de estiércoles
- 3C Cultivo de arroz
- **3D Suelos agrícolas (N_2O)** →
- 3F Quema de residuos
- 3G Enmienda caliza (CO_2)
- 3H Fertilización con Urea sintética (CO_2)
- 3I Fertilización con otros fertilizantes con contenido de carbono (CO_2)





3D: Suelos Agrícolas

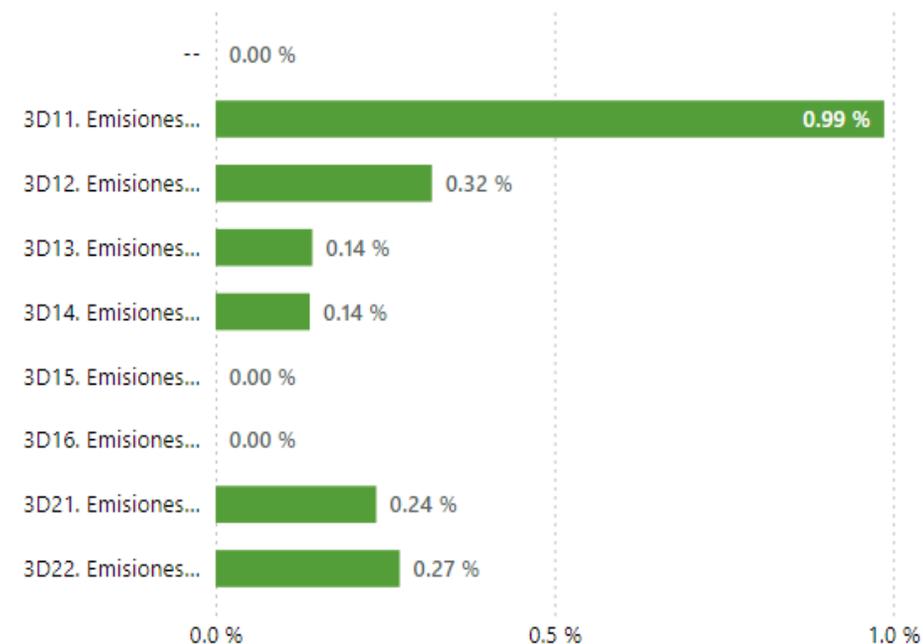
3D1: Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados

- 3D11 Fertilizantes inorgánicos de N
- 3D12 Fertilizantes orgánicos de N:
 - 3D12a Estiércoles
 - 3D12b Lodos
 - 3D12c Compost
- 3D13 Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo
- 3D14 Residuos de cultivos

3D2: Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados

- 3D21 Deposición atmosférica
- 3D22 Lixiviación y escorrentía de nitrógeno

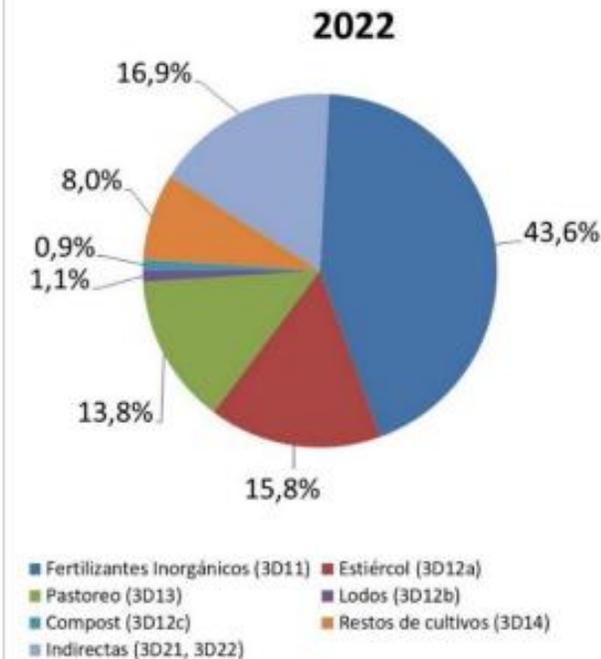
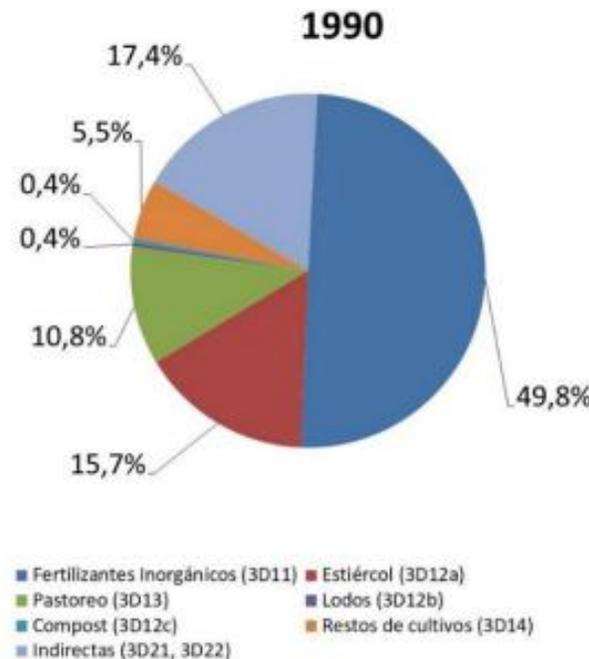
Porcentaje de emisiones respecto al total de emisiones bruta...



3D: Suelos Agrícolas

Tabla 5.6.1. Emisiones de N₂O de Suelos agrícolas (3D) (cifras en kt de CO₂-eq)

Fuentes de emisiones		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Directas	Fertilizantes Sintéticos (3D11 ⁽¹⁾) / (3Da1 ⁽¹⁾)	2.974	2.538	2.608	2.980	2.832	2.952	2.849	2.849
	Estiércol (3D12a ⁽¹⁾) / (3Da2a ⁽¹⁾)	758	787	768	780	818	825	843	820
	Lodos (3D12b ⁽¹⁾) / (3Da2b ⁽¹⁾)	18	53	76	42	52	50	55	55
	Compost (3D12c ⁽¹⁾) / (3Da2c ⁽¹⁾)	18	19	22	23	42	42	46	46
	Pastoreo (3D13 ⁽¹⁾) / (3Da3 ⁽¹⁾)	293	418	413	401	411	420	420	412
	Restos de Cultivos (3D14 ⁽¹⁾) / (3Da4 ⁽¹⁾)	252	328	356	373	367	407	401	401
	Total directas	4.312	4.143	4.243	4.600	4.523	4.697	4.614	4.583
Indirectas	Deposición Atmosférica (3D21 ⁽¹⁾) / (3Db1 ⁽¹⁾)	737	739	706	730	702	723	702	684
	Lixiviación y Escorrentía (3D22 ⁽¹⁾) / (3Db2 ⁽¹⁾)	621	712	724	783	766	794	793	784
	Total indirectas	1.359	1.451	1.430	1.513	1.468	1.517	1.494	1.468
TOTAL EMISIONES 3D		5.670	5.594	5.672	6.112	5.990	6.214	6.108	6.051





3D: Suelos Agrícolas

Metodología general: Tier 1

$$\text{Emisiones N}_2\text{O} = \text{Inputs de N (Kt/año)} \times \text{Factor de emisión} * 44/28$$

Factor de emisión: Por defecto → *Tabla 11.1 Cap.11 Vol. 4 Refinement 2019 Guías IPCC 2006 (incluye desagregación por tipo de clima)*

VARIABLES DE ACTIVIDAD: kTN aplicado al suelo agrícola.

Tabla 5.6.6. Factores de emisión (Guía IPCC 2019 Refinement)

Parámetros de estimación			Valor	Referencia (Guía IPCC 2019 Refinement)
FE de aportes de N mediante fertilización (EF ₁) (excepto en arroz)	Fertilizantes sintéticos	Wet	0,016	Cuadro 11.1
		Dry	0,005	Cuadro 11.1
	Fertilizantes orgánicos	Wet	0,006	Cuadro 11.1
		Dry	0,005	Cuadro 11.1
FE de aportes de N mediante fertilización en arroz (EF _{1FR})	Agregado	0,004	Cuadro 11.1	
FE de aportes N por pastoreo (EF _{3PRP})	Vacuno, porcino y aves (EF _{3PRP, CPP})	Wet	0,006	Cuadro 11.1
		Dry	0,002	Cuadro 11.1
	Ovino, caprino, equino y otros (EF _{3PRP, SO})	Wet	0,003	Cuadro 11.1
		Dry	0,003	Cuadro 11.1



3D: Suelos Agrícolas

Variables de actividad: kTN aplicado al suelo agrícola.

Tabla 5.6.4. Nitrógeno aplicado como variable de actividad para estimar las emisiones de N₂O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)

		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Nitrógeno aplicado emisiones directas	Fertilizantes Inorgánicos (3D11)	1.074	924	941	1.068	1.011	1.059	1.022	1.022 ^(*)
	Estiércol (3D12a)	339	354	346	351	369	372	380	369
	Lodos (3D12b)	8	25	35	20	24	23	25	25
	Compost (3D12c)	9	9	10	11	19	20	22	22
	Pastoreo (3D13)	234	329	321	307	318	326	327	322
	Restos de Cultivos (3D14)	118	152	166	174	171	190	187	187
	Total directas	1.781	1.793	1.818	1.929	1.912	1.990	1.963	1.947
Nitrógeno aplicado emisiones indirectas	Deposición Atmosférica (3D21)	240	243	231	238	230	238	229	224
	Lixiviación y Escorrentía (3D22)	136	155	158	171	167	173	173	171
	Total indirectas	376	398	389	409	398	411	402	395
NITRÓGENO TOTAL (3D)		2.157	2.191	2.208	2.339	2.310	2.401	2.365	2.342

El Inventario Nacional distribuye los aportes de nitrógeno aplicados al suelo agrícola por provincia (50 provincias) y cultivo (106 cultivos) según los ratios publicados por el BNPAE.



3D: Suelos Agrícolas

3D11 Fertilizantes inorgánicos de N

Las emisiones de N_2O se producen por los procesos de nitrificación y desnitrificación provocados por la oxidación y reducción microbiana del amoníaco y del nitrato respectivamente.

Variable de Actividad	Fuente de información
Ventas anuales de fertilizantes inorgánicos y su contenido en nitrógeno	Anuario de Estadística del MAPA

Asunciones:

- Se considera que todo el fertilizante comercializado en un año se aplica en el mismo año.
- Se considera que la aplicación de fertilizantes se lleva a cabo siguiendo buenas prácticas agrícolas. (Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España)

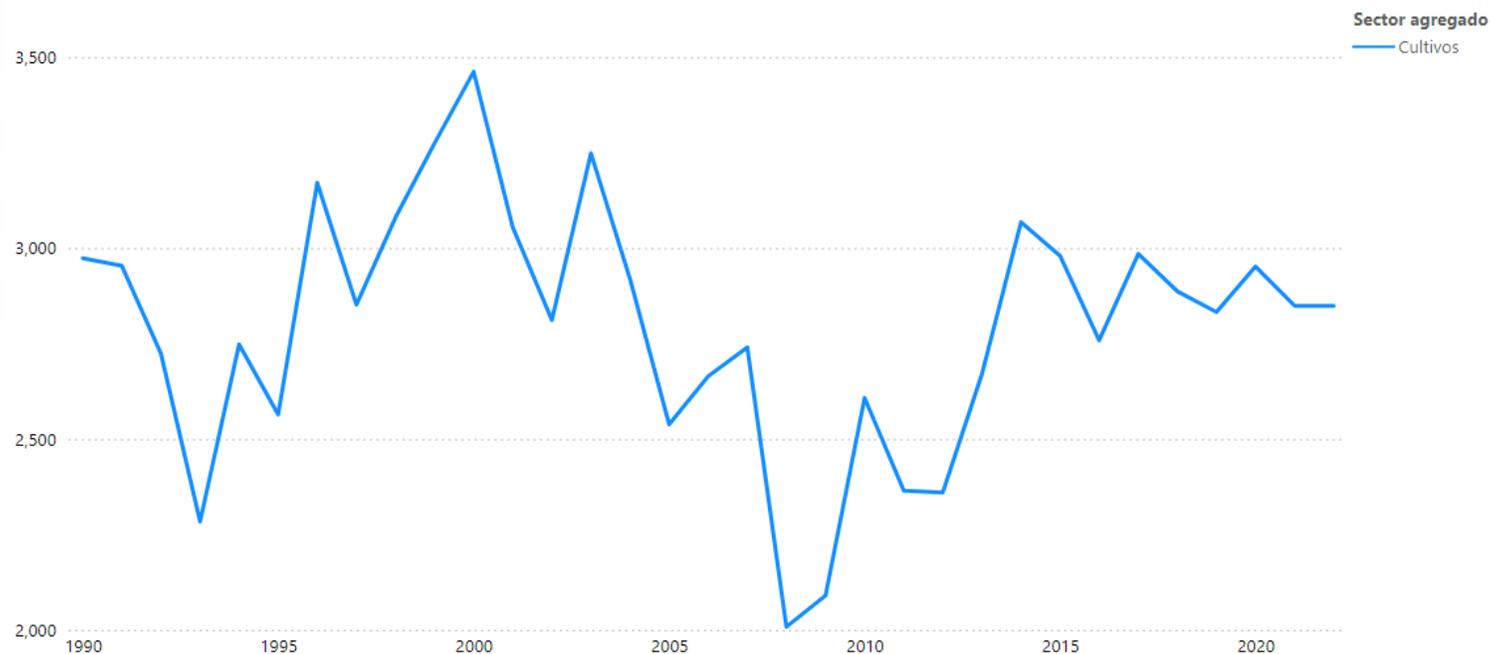


3D: Suelos Agrícolas

3D11 Fertilizantes inorgánicos de N

Las emisiones de N_2O se producen por los procesos de nitrificación y desnitrificación provocados por la oxidación y reducción microbiana del amoníaco y del nitrato respectivamente.

Evolución de emisiones de CO_2 -eq por sector agregado y actividad(es) IPCC y gas(es) seleccionados





3D: Suelos Agrícolas

3D12 Fertilizantes orgánicos de N

Estiércoles: (heces y orina)

- Relación con 3B Emisiones de N_2O en la gestión de estiércoles (antes de su aplicación al suelo).
- Estimación a nivel provincial (50) y por subcategoría animal (95).
- Nitrógeno excretado: Censo de animales y los documentos zootécnicos para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo.

Lodos:

- Concentración de Nitrógeno: 3,95% sobre materia seca de fango (Fuente: Caracterización de los lodos de depuradoras de España, 2009).
- Cantidad de lodos aplicado: Registro Nacional de Lodos

Compost:

- Contenido de nitrógeno sobre materia seca de compost: 1,3 % (valor máximo bibliografía)
- Variable de actividad: Cantidad residuos urbanos dirigidos a plantas de compostaje (Encuestas a CCAA)



3D: Suelos Agrícolas

3D13 Pastoreo

Nitrógeno excretado: Censo de animales y los documentos zootécnicos para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo. (Guía EMEP/EEA 2019). Estimación a nivel provincial (50) y por subcategoría animal (95).

Tabla 5.6.5. Nitrógeno aplicado al campo (kt de N)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Nitrógeno en estiércol gestionado aplicado al campo	338,84	354,01	345,64	351,04	369,02	371,84	379,63	368,99
Nitrógeno que se incorpora al campo debido al pastoreo	233,78	329,36	320,62	306,69	317,88	326,06	327,02	322,23

3D14 Residuos de cultivos

Anuario de Estadística del MAPA: parámetros 1) “Superficie cultivada” y 2) “Rendimiento agrícola anual”.

Con esos parámetros → BNPAE → Asigna cantidad de N a nivel provincial y por cultivo.

3H Fertilización con Urea

Estimación emisiones CO₂ liberado por aplicación de fertilizantes con urea sintética en su composición.
No se considera el CO₂ urea animal (origen biogénico, no computa)

Variable de actividad: toneladas fertilizantes minerales aplicados al campo con urea sintética
Factor de emisión: 0,20 (por defecto Guía IPCC 2006)

Tabla 5.8.3. Emisiones de CO₂-eq de Aplicación de urea (3H): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
CO ₂ -eq (kt)	437,8	349,7	473,3	511,1	455,2	545,0	316,0	316,0
Variación % vs. 1990	100,0	79,9	108,1	116,7	104,0	124,5	72,2	72,2
3H / INV (CO ₂ -eq)	0,15 %	0,08 %	0,13 %	0,15 %	0,15 %	0,20 %	0,11 %	0,11 %
3H / Agri. (CO ₂ -eq)	1,33 %	1,00 %	1,43 %	1,55 %	1,34 %	1,56 %	0,91 %	0,91 %

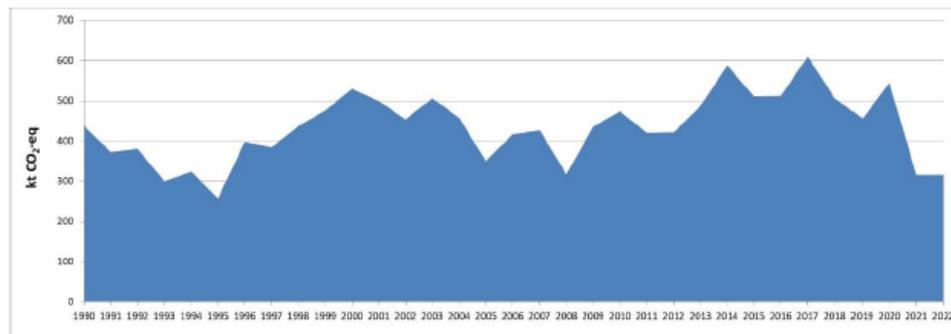


Figura 5.8.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) de la Aplicación de urea (3H)

¡Muchas gracias por su Atención!

¿Preguntas?



Sistema Español de Inventario de Emisiones



buzon-inv_emisiones@miteco.es
roliveri@miteco.es

 Ayuda

 Acerca de