

EMISIONES DE CULTIVOS INUNDADOS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	10.01.03 / 10.02.03
CRF	3C
NFR	-

Descripción de los procesos generadores de emisiones

La descomposición anaeróbica de materia orgánica en los cultivos inundados produce metano (CH₄). En España el único cultivo con prácticas de inundación es el arroz. El metano es producido por bacterias que, en medios carentes de oxígeno (anaerobios), descomponen la materia orgánica, de ahí que las prácticas de inundación inherentes al cultivo del arroz generen estas emisiones. En estos cultivos se desarrollan actividades microbianas opuestas en torno al metano pero que dependen entre sí, ya que en el suelo anaerobio las bacterias llamadas metanógenas producen metano pero la mayor parte de éste es consumido en las zonas aerobias por las bacterias llamadas metanótrofas en lugares donde hay oxígeno como las zonas de contacto del suelo con el agua y las raíces. El metano restante no consumido por las bacterias metanótrofas es el que se emite a la atmósfera. La cantidad anual de metano emitido es función de la cantidad de superficie y duración del cultivo, de los regímenes hídricos previos al período de cultivo y en el transcurso de éste y de los abonos orgánicos e inorgánicos aplicados. El tipo de suelo, la temperatura y el cultivar del arroz afectan también a las emisiones de metano.



Fuente: MAPA

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	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
10.01.OX	3D21/3D22	-	Emisiones indirectas de suelos gestionados
10.01.OX	3D11	3Da1	Emisiones directas por aplicación al suelo de fertilizantes nitrogenados minerales
10.01.OX	3D12a/3D12b/3D12c/ 3D13/3D14	3Da2a/3Da2b/3Da2c/ 3Da3/3Da4	Emisiones directas por la fertilización orgánica (estiércol, pastoreo, lodos, compost, restos agrícolas) en cultivos

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Referencia	Descripción
CH ₄	T1	IPCC 2006 Capítulo 5 Apartado 5.5	Los parámetros adoptados se han aplicado en función del conocimiento y caracterización de los arrozales españoles, teniendo en cuenta principalmente la duración del periodo de cultivo del arroz y las correcciones al factor de emisión en función del régimen de gestión del agua previo y durante el cultivo, el posible abonado orgánico y tipo del mismo (paja, estiércol verde, compost, estiércol de corral, etc.), el tipo de suelo y la variedad o cultivar del arroz (ver Anexo II).

Variable de actividad

Variable	Descripción
Superficie cultivada de arroz	Superficie dedicada al cultivo del arroz durante el año para el que se calcula la emisión.

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2017	La información sobre superficies cultivadas de arroz se ha tomado de la publicación "Anuario de Estadística" del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CH ₄	1990-2017	D	El Factor de Emisión se recoge en la tabla 5.11 y los factores de ajuste en las tablas 5.12, 5.13 y 5.14 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006.	EF _c - Factor de Emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos. SF _w - Ajuste del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo. SF _p - Ajuste del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico previo al cultivo. SF _{sr} - Ajuste del factor de emisión para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc. SF _o - Ajuste del factor de emisión para tipo y cantidad de abono orgánico aplicado en función del factor de conversión del aporte orgánico (CFOA).

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

Nombre	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
Supf	3,0%	-	Superficie cultivada de arroz. La información sobre la variable de actividad proviene del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y sus especificaciones metodológicas.
EF _c	-	69,2%	Factor básico y por defecto de emisión de CH ₄ suponiendo que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz e inundación permanente durante el cultivo del arroz, sin abonos orgánicos. Apartado 5.5.4 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 (Valor del FE de 1,30 con un rango de error de (0,80-2,20)).
SF _w	-	33,3%	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo. Apartado 5.5.4 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 (Valor aplicado de SF _w de 0,60 con un rango de error de (0,46-0,80)).
SF _p	-	17,6%	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo. Apartado 5.5.4 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 (Valor aplicado con criterio conservador de SF _p de 0,68 con un rango de error de (0,58-0,80)).

CFOA (SF _o)	-	37,9%	Factor de conversión del aporte orgánico para el factor de ajuste según el tipo y a cantidad de abono orgánico aplicado. Apartado 5.5.4 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 (Valor aplicado de CFOA de 0,29 con un rango de error de (0,20-0,40)).
-------------------------	---	-------	--

Coherencia temporal de la series

Por lo que respecta a la pauta temporal, las series se consideran en general coherentes al cubrir el mismo cultivo, pautas de riego y aporte de materia orgánica, siendo las fuentes de las que provienen los datos las mismas para toda la serie inventariada.

Observaciones

No procede

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

La distribución espacial de las emisiones es provincial, ya que se dispone de información sobre la variable de actividad, la caracterización de los arrozales españoles y los factores de ajuste del factor de emisión a ese nivel.

Juicio de experto

No procede

Fecha de actualización

Julio 2019

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Superficie cultivada de arroz

Año	Superficie cultivada de arroz (ha)
1990	90.259
1991	93.721
1992	85.699
1993	47.861
1994	66.639
1995	54.452
1996	105.133
1997	113.565
1998	112.673
1999	110.488
2000	117.045
2001	117.279
2002	113.468
2003	118.211
2004	122.632
2005	119.150
2006	106.535
2007	101.624
2008	95.450
2009	119.202
2010	122.187
2011	122.058
2012	112.557
2013	111.984
2014	109.889
2015	109.287
2016	109.245
2017	109.245 (*)

* Se replica el último año debido a que a la fecha de cierre del inventario no hay aun datos de superficie de cultivos del Anuario para el último año de la serie inventariada.

ANEXO II

Datos de factores de emisión

A continuación se presenta una tabla con los valores del factor de emisión y de ajuste del mismo que se aplican en la caracterización española de este cultivo inundado:

Factor	Valores aplicados	Observaciones
t (días)	150	El número de días que dura el período de cultivo del arroz en España se escoge en función de la variedad de la planta y oscila entre los 125 y los 150 días, escogiéndose el valor de 150 como dato (Grupo de Investigación de Sistemas y Tecnologías de la Producción Animal (STEPSA) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV))
EF _c	1,30	Es el factor de emisión básico y por defecto de CH ₄ en kg de CH ₄ por hectárea y día (Tabla 5.11 – Guía IPCC 2006) suponiendo que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz e inundación permanente durante el cultivo del arroz y sin abonos orgánicos
SF _w	0,6	En todas las comunidades autónomas hay al menos tres períodos (preparación del terreno, seca y recolección) que justifican el valor de 0,60 (caso de Inundación intermitente y aireación simple de la Tabla 5.12 – Guía IPCC 2006)
SF _p	0,68 - 1,00	Factor corrector con variabilidad anual en función de la superficie cultivada de arroz: En Andalucía y Extremadura (valor 0,68) y en el resto de regiones (valor 1,00) para cada año, por lo que irá variando todos los años en función de la relación de superficies de cultivo de arroz por provincias
SF _{s,r}	1,00	Valor por defecto a falta de dato específico del país
ROA	5	Tasa de aplicación de abono orgánico de 5 ton/ha de paja
CFOA	0,29	Factor de Conversión de Abono Orgánico: valor de la Tabla 5.14 – Guía IPCC 2006) correspondiente a paja incorporada con más de 30 días antes del cultivo
SF _o	1,6967	Valor del factor de ajuste para los valores de ROA y CFOA anteriores según la ecuación 5.3 - Guía IPCC 2006)

EF_c - Factor de Emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos.

SF_w - Ajuste del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo.

SF_p - Ajuste del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico previo al cultivo.

SF_{s,r} - Ajuste del factor de emisión para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc.

SF_o - Ajuste del factor de emisión para tipo y cantidad de abono orgánico aplicado).

Según los datos anteriores, el valor para el Factor de Emisión diario EF_i para una determinada provincia i, ajustado para una superficie de cosecha dada, se calcularía mediante la ecuación 5.2 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 para cada una de las provincias españolas

$$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$$

siendo

$$SF_o = (1 + \sum_{\text{provincia } i} ROA_i * CFOA_i)^{0,59}$$

obteniéndose los siguientes valores nacionales para la serie 1990-2017

Año	EF _c	SF _w	SF _p	SF _o	SF _{st}	FE diario (kg CH ₄ /ha día)
1990	1,3	0,6	0,8292	1,6967	1	1,0974
1991	1,3	0,6	0,8292	1,6967	1	1,0974
1992	1,3	0,6	0,8477	1,6967	1	1,1218
1993	1,3	0,6	0,9805	1,6967	1	1,2977
1994	1,3	0,6	0,8963	1,6967	1	1,1862
1995	1,3	0,6	0,9901	1,6967	1	1,3104
1996	1,3	0,6	0,8407	1,6967	1	1,1126
1997	1,3	0,6	0,8339	1,6967	1	1,1036
1998	1,3	0,6	0,8368	1,6967	1	1,1074
1999	1,3	0,6	0,8197	1,6967	1	1,0848
2000	1,3	0,6	0,8233	1,6967	1	1,0896
2001	1,3	0,6	0,8227	1,6967	1	1,0887
2002	1,3	0,6	0,8167	1,6967	1	1,0808

2003	1,3	0,6	0,8207	1,6967	1	1,0861
2004	1,3	0,6	0,8241	1,6967	1	1,0906
2005	1,3	0,6	0,8207	1,6967	1	1,0861
2006	1,3	0,6	0,8335	1,6967	1	1,1031
2007	1,3	0,6	0,8413	1,6967	1	1,1134
2008	1,3	0,6	0,843	1,6967	1	1,1156
2009	1,3	0,6	0,8198	1,6967	1	1,0849
2010	1,3	0,6	0,8203	1,6967	1	1,0856
2011	1,3	0,6	0,8202	1,6967	1	1,0855
2012	1,3	0,6	0,8088	1,6967	1	1,0704
2013	1,3	0,6	0,8119	1,6967	1	1,0744
2014	1,3	0,6	0,811	1,6967	1	1,0733
2015	1,3	0,6	0,8112	1,6967	1	1,0736
2016	1,3	0,6	0,8663	1,6967	1	1,1464
2017	1,3	0,6	0,8663	1,6967	1	1,1464

Ficha Técnica

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Las emisiones se calculan según la siguiente expresión (ecuación 5.1 del Capítulo 5 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006):

$$\text{CH}_4 \left(\frac{\text{Gg CH}_4}{\text{año}} \right) = \sum_{i,j,k} (\text{EF}_{i,j,k} * t_{i,j,k} * S_{i,j,k} * 10^{-6})$$

i,j,k = Condiciones de los diferentes regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones

$t_{i,j,k}$ = Tiempo de cultivo para el arroz (días)

$S_{i,j,k}$ = Superficie de cosecha anual $\left(\frac{\text{Ha}}{\text{año}} \right)$

$\text{EF}_{i,j,k}$, es el factor de emisión como combinación de los parámetros:

Por ejemplo, para el año 2016, atendiendo a la metodología anteriormente expuesta, y en base a la información existente, las emisiones para el total de la superficie de arroz de España serían:

$$\text{Emisiones de CH}_4 \left(\frac{\text{Gg CH}_4}{\text{año}} \right) = \text{EF}_i \left(\frac{\text{Gg}}{\text{ha}} \right) * 10^{-6} * S \text{ (ha)} * 150 \text{ (días)}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \left(\frac{\text{Gg CH}_4}{\text{año}} \right) = 1,1464 * 10^{-6} * 109.245 * 150 = \mathbf{18,786} \frac{\text{kt CH}_4}{\text{año}}$$

ANEXO IV

Emisiones

Emisiones en kilotoneladas del contaminante CH₄.

Año	FE/ha.día	Superficie arroz (ha)	Inundado (días)	EMISION (kt CH ₄)
1990	1,0974	90.259	150	14,86
1991	1,0974	93.721	150	15,43
1992	1,1218	85.699	150	14,42
1993	1,2977	47.861	150	9,32
1994	1,1862	66.639	150	11,86
1995	1,3104	54.452	150	10,7
1996	1,1126	105.133	150	17,55
1997	1,1036	113.565	150	18,8
1998	1,1074	112.673	150	18,72
1999	1,0848	110.488	150	17,98
2000	1,0896	117.045	150	19,13
2001	1,0887	117.279	150	19,15
2002	1,0808	113.468	150	18,4
2003	1,0861	118.211	150	19,26
2004	1,0906	122.632	150	20,06
2005	1,0861	119.150	150	19,41
2006	1,1031	106.535	150	17,63
2007	1,1134	101.624	150	16,97
2008	1,1156	95.450	150	15,97
2009	1,0849	119.202	150	19,4
2010	1,0856	122.187	150	19,9
2011	1,0855	122.058	150	19,87
2012	1,0704	112.557	150	18,07
2013	1,0744	111.984	150	18,05
2014	1,0733	109.889	150	17,69
2015	1,0736	109.287	150	17,6
2016	1,1464	109.245	150	18,79
2017	1,1464	109.245 (*)	150	18,79

* Se replica el último año debido a que a la fecha de cierre del inventario no hay aun datos de superficie de cultivos del Anuario para el último año de la serie inventariada.