

CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO DE LA BIOMASA EN LAS TIERRAS DE CULTIVO QUE PERMANECEN COMO TALES

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	-
CRF	4B1 LB
NFR	-

Descripción de los procesos generadores de emisiones/absorciones

Las tierras de cultivo (*Cropland*, CL, en inglés) experimentan, a lo largo del tiempo, cambios en las existencias de carbono (C) de los cinco depósitos de C (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo).

En esta ficha se recoge la metodología aplicada para la estimación del cambio en las existencias de C de la biomasa viva, tanto aérea como subterránea, en las tierras de cultivo¹, asociada a los cambios que se producen en los cultivos plantados; concretamente a los cambios en los que interviene, al menos, un cultivo leñoso.

El cambio de existencias de C de la biomasa viva en los cultivos herbáceos no se estima, dado que, según la Guía IPCC 2006 (apartado 5.2.1.1, capítulo 5, volumen 4), el incremento anual de las existencias de biomasa en estos cultivos equivale a las pérdidas de biomasa producidas por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año; es decir, no hay acumulación neta de existencias de C en biomasa.

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (Anexo 4A.1, capítulo 4, volumen 4), la biomasa aérea incluye toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluyendo tallos, cepas, corteza, semillas y follaje. La biomasa subterránea incluye toda la biomasa de las raíces vivas. Según lo sugerido en las Guías IPCC 2006, a menudo se excluyen las raíces finas de menos de 2 mm, al no poder distinguirse empíricamente de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca (detritus).

Las pérdidas o ganancias de C se traducen en la emisión o absorción de CO₂ a/desde la atmósfera.

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:

¹ Para más información puede consultarse la [Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura](#) y la [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
-	4	-	Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura
-	4	-	Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF
-	4B1 SOC	-	Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en tierras de cultivo que permanecen como tales
-	4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 DW	-	Cambio en las existencias de C de la madera muerta en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LT	-	Cambio en las existencias de C del detritus en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 SOC	-	Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición
-	4(III)	-	Mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales
-	4(IV)	-	Lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales
-	4(V)	-	Incendios y quemadas controladas

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO ₂	T2	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulos 2 y 5. Apartados 2.3.1. y 5.2.1	<p>De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apartado 5.2.1.1, capítulo 5, volumen 4), solamente se considerarán los cambios en las existencias de C de la biomasa viva en aquellas superficies en las que haya una transición entre cultivos en la que intervenga, al menos, un cultivo leñoso. Para los cultivos herbáceos, se supone que el incremento anual de las existencias de biomasa viva equivale a las pérdidas de biomasa por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año, es decir, no hay acumulación neta del C en la biomasa viva en cultivos herbáceos.</p> <p>Por lo tanto, únicamente se estima el cambio anual de existencias de C (<i>carbon stock change</i>, CSC, en inglés) de la biomasa viva para las transiciones en las que interviene un cultivo leñoso, es decir: herbáceo → leñoso, leñoso → herbáceo y leñoso → leñoso⁽¹⁾.</p> <p>El procedimiento de estimación asume que, en las transiciones entre cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) se pierde toda la biomasa del cultivo de origen en el año en que se produce dicha transición; ii) el incremento de biomasa del cultivo de destino se produce a lo largo de su periodo de maduración; y iii) no hay acumulación neta del C almacenado en la biomasa viva en cultivos herbáceos y barbechos. <p>La variación anual de las existencias de C de la biomasa viva se estima siguiendo la ecuación 2.7 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4), a través de las tasas anuales de ganancias y pérdidas que figuran en la tabla del Anexo II de esta ficha, junto con los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos considerados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) que permiten calcularlas.</p> <p>Dado que se considera que la transición de otro uso de la tierra a CL es un proceso con intervención humana directa y que la pérdida de la biomasa del uso de la tierra anterior se produce en el mismo año en que se realiza la transición⁽²⁾; el CSC de la biomasa viva estimado en esta ficha se reparte entre las superficies de los 19 años siguientes a la transición y las superficies de tierras de cultivo que permanecen como tales, en función de la superficie ponderada de cada una de ellas.</p> <p>Los cambios de existencias de C (que impliquen transferencias a/desde la atmósfera) se convierten en unidades de emisión o absorción de CO₂ multiplicando el valor de CSC obtenido (positivo o negativo dependiendo de si se produce un aumento o una reducción de las existencias de C) por -44/12⁽³⁾.</p>

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ La transición "leñoso → leñoso" no representa la permanencia del cultivo leñoso, sino el cambio de un tipo de cultivo leñoso a otro (cítricos, no cítricos, olivar, viñedo y otros leñosos).

⁽²⁾ Para más información puede consultarse la ficha metodológica "[Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras en transición](#)".

⁽³⁾ El cambio de signo (-) se debe a la convención de que los aumentos de existencias de C, es decir los cambios de existencias positivos (+), representan una absorción (o emisión «negativa») desde la atmósfera, mientras que las reducciones en las existencias de C, es decir los cambios de existencias negativos (-), representan una emisión, positiva, a la atmósfera.

Variable de actividad

Variable	Descripción
Superficie en transición entre cultivos (cifras en hectáreas)	La variable de actividad adoptada para la estimación del cambio de existencias de C de la biomasa viva es la superficie de un tipo de cultivo que transita a otro entre los años n y n+1. Los cultivos leñosos se han agrupado en tres tipologías: olivar, viñedo y otros cultivos leñosos (frutales cítricos, frutales no cítricos y otros cultivos leñosos); y los cultivos herbáceos en dos tipologías: tierras propiamente cultivadas (herbáceos) y tierras dejadas en barbecho (barbechos).

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Superficie en transición entre cultivos	
Periodo	Fuente
1990-2004	Promedio de las transiciones de la <i>Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España</i> (ESYRCE) ⁽¹⁾ del primer decenio disponible (entre 2004-2005 y 2014-2015) ^(2,3) .
2005-2022	<i>Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España</i> (ESYRCE) de la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>

⁽²⁾ Este promedio se extiende hasta el año 1950, para que en el año 1990 ya estén consideradas las transiciones del olivar, que es el cultivo con el mayor periodo de maduración (40 años).

⁽³⁾ Las transiciones del periodo 2006-2007, se sustituyen, de acuerdo con la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística (dada la modificación que se realiza en la muestra del año 2007), por la media, por provincia, de las transiciones anterior (2005-2006) y posterior (2007-2008).

Fuente de los factores de emisión/absorción

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CO ₂	1990-2022	D,CS	-	Para la estimación de los cambios en las existencias de C de la biomasa en cultivos leñosos se calculan las tasas anuales de crecimiento y pérdida de biomasa y los periodos de transición para cada tipo de cultivo leñoso, a partir de la información facilitada por la entonces Subdirección General de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura. Esta información se presenta en el Anexo II de esta ficha. La conversión de C en CO ₂ se basa en la relación de pesos moleculares.

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

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF (4B1) y se recoge en la siguiente tabla:

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	8	200	Variable de actividad: incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). Factor de emisión⁽¹⁾: incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC de LB en la categoría 4B1 (200 %).

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

Un valor superior frecuente es una incertidumbre de 200 %, que corresponde a la media del rango de la clase D, asignado a las absorciones de CO₂ de la categoría 4B1 (CL → CL), que proceden, en su mayor parte, de las prácticas de conservación de suelos.

Coherencia temporal de la serie

La serie temporal se considera temporalmente homogénea dado que se utilizan las mismas tasas de acumulación y pérdida de biomasa para cada tipo de cultivo leñoso y, por tanto, la misma metodología de estimación de cambio de existencias de C en toda la serie temporal.

Además, las series temporales de los usos y cambios de usos de la tierra del sector se consideran, en general, temporalmente homogéneas dado que la serie cartográfica entre los años 1970 y 2018 se ha desarrollado en el marco de un proyecto

cartográfico específico que integra la mejor información disponible de cada fuente cartográfica para la creación de una serie cartográfica completa y coherente².

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones/absorciones

Los datos de la variable de actividad se encuentran a nivel provincial. Además, el cambio de existencias de C estimado y, por tanto, las emisiones/absorciones asociadas, se distribuyen de acuerdo con los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra en los que tienen lugar, a nivel provincial.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Junio 2024.

² Para más información puede consultarse la [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Transiciones de cultivos con origen o destino un cultivo leñoso (cifras en hectáreas)								
Transición	Superficies anuales							
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Barbechos a Cítricos		2.886		5.159	1.896	2.287	1.705	2.903
Barbechos a No cítricos		11.071		9.864	7.724	17.293	20.880	18.184
Barbechos a Olivar		10.956		5.312	5.141	10.962	10.509	7.043
Barbechos a Otros leñosos		4.553		3.939	5.285	2.696	1.165	1.895
Barbechos a Viñedo		14.485		18.302	7.193	15.831	13.245	8.037
Herbáceos a Cítricos		2.041		4.251	1.025	612	1.262	1.143
Herbáceos a No cítricos		10.508		8.710	5.352	16.602	26.621	19.370
Herbáceos a Olivar		15.074		12.031	8.230	8.356	14.261	12.153
Herbáceos a Otros leñosos		8.413		8.553	11.498	4.242	605	3.866
Herbáceos a Viñedo		11.681		11.012	5.751	11.800	7.752	3.359
Cítricos a Barbechos		4.653		3.130	4.048	4.009	1.897	1.250
Cítricos a Herbáceos		1.701		2.873	1.069	1.078	331	393
Cítricos a No cítricos		1.249		797	1.063	1.742	658	191
Cítricos a Olivar		572		181	375	190	542	32
Cítricos a Otros leñosos		2.478		6.579	1.664	2.285	1.575	902
Cítricos a Viñedo		140		102	12	0	2	0
No cítricos a Barbechos		9.147		8.885	7.055	9.828	12.116	8.775
No cítricos a Herbáceos		6.631		6.246	3.526	4.490	6.697	3.127
No cítricos a Cítricos		958		1.717	503	147	666	892
No cítricos a Olivar		3.978		2.920	2.434	1.507	5.461	1.923
No cítricos a Otros leñosos		4.772		4.384	3.253	2.208	1.431	1.399
No cítricos a Viñedo		1.418		1.212	745	455	923	304
Olivar a Barbechos		7.350		3.703	3.781	4.445	6.595	6.411
Olivar a Herbáceos		8.220		3.597	3.504	2.390	2.469	3.084
Olivar a Cítricos		579		452	213	62	253	3.382
Olivar a No cítricos		3.394		2.719	2.044	2.077	3.105	3.783
Olivar a Otros leñosos		4.107		6.149	3.544	1.450	1.385	2.086
Olivar a Viñedo		2.660		1.995	1.452	637	450	749
Otros leñosos a Barbechos		6.230		3.553	3.818	3.408	2.986	1.956
Otros leñosos a Herbáceos		8.921		7.037	7.607	7.138	4.089	4.303
Otros leñosos a Cítricos		5.242		8.186	1.192	1.992	1.663	964
Otros leñosos a No cítricos		7.509		11.476	3.527	1.602	1.593	2.430
Otros leñosos a Olivar		7.886		6.299	8.399	2.267	3.212	7.813
Otros leñosos a Viñedo		2.370		1.914	1.171	616	279	236
Viñedo a Barbechos		27.653		20.674	41.066	16.095	15.333	13.754
Viñedo a Herbáceos		11.475		6.758	8.772	4.654	2.740	3.812
Viñedo a Cítricos		257		879	32	3	1	9
Viñedo a No cítricos		2.689		2.371	3.210	1.290	2.537	1.780
Viñedo a Olivar		4.336		2.252	2.022	1.166	1.353	1.218
Viñedo a Otros leñosos		2.733		1.837	2.252	1.098	273	524
TOTAL		242.975		218.011	182.449	171.009	180.618	155.433

OBSERVACIONES:
La última transición disponible (entre 2021 y 2022) se asigna al año 2022.

Las superficies utilizadas se resumen en la tabla siguiente:

Transiciones de cultivos con origen o destino un cultivo leñoso (cifras en hectáreas)								
Transición	Superficies anuales							
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Herbáceo → Leñoso		91.668		87.133	59.095	90.680	98.005	77.953
Leñoso → Herbáceo		91.981		66.457	84.245	57.535	55.252	46.865
Leñoso → Leñoso		59.326		64.421	39.108	22.794	27.360	30.615
TOTAL		242.975		218.011	182.449	171.009	180.618	155.433

OBSERVACIONES:
La última transición disponible (entre 2021 y 2022) se asigna al año 2022.

ANEXO II

Datos de factores de emisión/absorción

Las tasas anuales de crecimiento y pérdida de biomasa se calculan, para tres grandes grupos de cultivos (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos), a partir de los contenidos característicos de:

- biomasa aérea y radicular;
- contenidos de humedad presentes;
- fracciones de C características de cada uno de estos tipos de cultivos; y
- edad que tenían los cultivos cuando se realizó la estimación de la biomasa.

Estos contenidos se estimaron considerando densidades de plantación, características facilitadas por expertos del sector.

Partiendo de la información anterior, se pudieron calcular tasas de ganancia y pérdida de biomasa anuales y se fijaron periodos de transición característicos para cada tipo de cultivo. Los periodos de transición adoptados se fundamentaron en las edades que tenían los cultivos objeto de análisis según las fuentes de información de referencia. Los cultivos ya se encontraban, a dicha edad, en fase productiva y, según indicaban las fuentes de referencia, era razonable suponer que las ganancias de biomasa posteriores que experimentara el cultivo serían marginales y quedarían compensadas con las pérdidas por poda, recolección o mortandad.

En el caso del viñedo, la información disponible en relación a los contenidos de biomasa, no refiere la edad para la cual las ganancias de biomasa se pueden considerar compensadas con las pérdidas, por lo que se decidió recurrir al mismo periodo de transición adoptado para otros cultivos leñosos. Esta información es coherente con la disponible que especifica que una explotación de viñedo se considera que comienza a ser productiva a partir del cuarto año de implantación del cultivo.

Para otros cultivos leñosos la información disponible se proporcionaba en datos de biomasa fresca sin referencia al contenido de humedad. Para poder emplear datos de biomasa en masa seca, la conversión se hizo considerando los contenidos de humedad del olivar.

Los datos sobre los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos indicados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) se presentan en la tabla siguiente.

Densidad de plantación (pies/ha)	Período de maduración (años)	Fracción de C en la masa seca (%)	Contenido en humedad (%)			Biomasa viva				Tasa de acumulación de biomasa (t C/ha.año)	Tasa de pérdida de biomasa (t C/ha)
			Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas	Biomasa inicial (kg/ha en masa fresca)	Biomasa final (kg/ha en masa seca)				
							Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas		
OLIVAR											
200	40	49,5	50	30	45	40	2.437,5	13.650	3.056	0,24	9,46
VIÑEDO											
2.500	10	45	No utilizado			212,5 ⁽¹⁾	6.112,5 ⁽¹⁾	6.175 ⁽¹⁾	942 ⁽¹⁾	0,59	5,86
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS											
300	10	50	50	30	45	90	3.150	14.840	3.162,5	1,05	10,53

⁽¹⁾: Se asume que corresponde a masa seca.

ANEXO III

Cálculo de emisiones/absorciones

La variación anual de las existencias de C en la biomasa viva en las Tierras de cultivo (ΔC_B) para las transiciones entre cultivo en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso se estima siguiendo la ecuación 2.7 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4):

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

donde,

ΔC_B : cambio anual en las existencias de C de la biomasa viva (incluye la biomasa aérea y subterránea) en la categoría CL (t C/año).

ΔC_G : aumento anual de las existencias de C debido al crecimiento de la biomasa (t C/año).

ΔC_L : reducción anual de las existencias de C debida a la pérdida de biomasa (t C/año).

Por ejemplo, en una transición entre un olivar y un herbáceo, en el año 2005 la variación anual de las existencias de C se calcula de la forma siguiente:

$$\Delta C_B = -\Delta C_L = -3.597(\text{ha}) \times 9,46 \left(\frac{\text{t C}}{\text{ha}} \right) = -34.027,62 \text{ t C}$$

Esta cifra se convierte en emisión/absorción de CO₂, multiplicada por -44/12.

$$\text{Emisiones } CO_2 \text{ (kt)} = -34.027,62 \text{ (t C)} \times 10^{-3} \left(\frac{\text{kt C}}{\text{t C}} \right) \times \left(-\frac{44}{12} \right) = 124,77 \text{ kt } CO_2$$

ANEXO IV

Emisiones/absorciones

En la tabla siguiente se presentan las emisiones/absorciones asociadas al cambio anual de las existencias de C en la biomasa viva en las Tierras de cultivo debido a las transiciones entre cultivo en las que intervienen, al menos, un cultivo leñoso.

Emisiones (+) y absorciones (-) de CO ₂ en las transiciones entre tipos de cultivos (cifras en kt CO ₂)								
Tipo de transición	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Herbáceo → Leñoso	-2.989	-2.989	-2.989	-2.992	-2.762	-2.752	-3.379	-3.541
Leñoso → Herbáceo	2.820	2.820	2.820	2.067	2.370	1.839	1.788	1.471
Leñoso → Leñoso	-35	-35	-35	168	-823	-1.048	-372	-211
TOTAL	-204	-204	-204	-756	-1.215	-1.962	-1.962	-2.282

Dado que se considera que la transición de otro uso de la tierra a CL es un proceso con intervención humana directa y que la pérdida de la biomasa del uso de la tierra anterior se produce en el mismo año en que se realiza la transición³; las emisiones/absorciones estimadas en esta ficha se reparten entre la subcategoría 4B1 y los 19 años siguientes a la transición desde otro uso de la tierra de la subcategoría 4B2, en función de la superficie ponderada de cada una de ellas.

Por tanto, en la tabla siguiente se refleja la parte de las emisiones/absorciones de CSC de LB estimadas que le corresponde a la categoría 4B1.

Emisiones (+) y absorciones (-) de CO ₂ de la biomasa viva debidas a las transiciones entre cultivos con origen o destino un cultivo leñoso (cifras en kt CO ₂)								
Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
CL → CL	-207	-206	-205	-722	-1.172	-1.916	-1.939	-2.260

³ Para más información puede consultarse la ficha metodológica "[Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras en transición](#)".