

ABSORCIONES DE CARBONO A NIVEL LOCAL EN LA COMARCA: SIERRA DEL SEGURA.

G. M. Pérez-Bustos Muñoz^{*1}, J. De las Heras²

¹Ftd. CC EE y EE del Campus de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, Plaza Universidad s/n 02071 Albacete, España. Email*: gloria.perezbustos@uclm.es

² E.T.S.I. Agrónomos y Montes. Universidad de Castilla-La Mancha Campus Universitario 02071 Albacete, España.

Tópico o Palabras clave: Sumideros, Huella de Carbono, Absorciones, Protocolo de Kioto, Dióxido de Carbono.

Área: Energía, eficiencia y cambio climático; Desarrollo rural; Calidad Ambiental y salud.

Resumen.

En la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático de Rio de Janeiro (CMNUCC, 1992), se estableció y se definió el concepto de sumideros de carbono en el territorio y se determinaban las acciones de promover y apoyar la conservación y generación de los sumideros. Por tanto, los sumideros de CO₂ actuarán como depósitos naturales de absorción de carbono de la atmósfera, que contribuye a reducir la cantidad de dióxido de carbono de su territorio y reducen los efectos del cambio climático sobre el terreno. La especificación de los sumideros de carbono que puede ofrecer cada municipalidad en la comarca de la Sierra del Segura, les ayudara a la compensación de las emisiones de GEI generadas por el territorio. De esta forma gracias a las absorciones producidas por los sumideros de los municipios, se podrá compensar parte de sus emisiones en los diferentes sectores de actividad. Este es el primer paso para comenzar a contabilizar el balance de huella de carbono de dichos municipios, que servirán de base para los posibles proyectos de compensación y absorción de dióxido de carbono enfocados al el *“sistema español de inventario y proyecciones de emisiones de contaminantes a la atmósfera”* desarrollado por el departamento de calidad y evaluación ambiental del MAPAMA, cuyo objetivo consiste en evaluar y actualizar anualmente las emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción de sus propios sumideros.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Desde 1992 ambos conceptos “*Cambio Climático & Sumideros*” establecieron una conexión mediante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático de Río de Janeiro (CMNUCC), que buscaba lograr la estabilización y reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero¹ (GEI) en la atmósfera. Donde incluyeron unas definiciones de ambos conceptos:

- ✓ Se definió el **cambio climático** como “El cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables”.
- ✓ Se definieron los **sumideros de carbono** como “Cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero”.

En 1997 esta relación entre conceptos se ve reflejada en la redacción del artículo 3 del Protocolo de Kioto, en el que se estipula el establecimiento de la obligatoriedad de cuantificar el balance de carbono de las siguientes actividades:

- ✓ Forestación, consiste en poblar un terreno con plantas forestales a través del cultivo o plantación de montes o bosques, dando lugar a la creación de nuevos bosques donde no los había en los últimos 50 años.
- ✓ Reforestación consiste en repoblar un terreno con plantas forestales a través del cultivo o plantación de bosques donde ya existían con anterioridad.
- ✓ Deforestación consiste en despojar un terreno de plantas forestales a través de la gestión del territorio que ha sufrido la pérdida de un bosque por acción humana.
- ✓ Actividades adicionales, mediante el establecimiento de actividades para el restablecimiento de la vegetación, la gestión de tierras agrícolas, pastizales, bosques y su cuantificación voluntaria por los países firmantes.

En 2014 la Oficina Española de Cambio Climático, crea varias herramientas y registros para animar a las entidades privadas y públicas al cálculo de su HdC y la determinación de sus sumideros de CO₂ y la generación de proyectos para nuevos sumideros. El estado central pone en marcha un sistema voluntario para el control y registro de iniciativas de

¹ Gas que absorbe radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación (radiación infrarroja) emitido por la superficie de la Tierra y por las nubes. El gas, a su vez, emite radiación infrarroja desde un nivel en que la temperatura es más baja que en la superficie. El efecto neto consiste en que parte de la energía absorbida resulta atrapada localmente, y la superficie del planeta tiende a calentarse.

administraciones públicas, empresas o entidades privadas hacia la mitigación del cambio climático a través de tres posibles registros:

- I. El primer registro dirigido a las empresas españolas que quieran calcular su HdC, denominada “Sección A o Calculo”, donde se incluyen los compromisos de reducción de emisiones de GEI. Se lleva a cabo mediante una herramienta de cálculo de huella de carbono² que va a identificar los tres posibles alcances o fuentes de emisiones de GEI de las diferentes entidades:
 - De alcance 1 o emisiones directas; son las emitidas directamente de los consumos de combustibles fósiles en instalaciones fijas (ya bien sean de gas, biomasa, gasoil, carbón, otros) y de los consumos en desplazamientos en vehículos propios.
 - De alcance 2 o emisiones indirectas; son las emitidas por la adquisición de energía, es decir por los consumos de energías eléctricas (ya bien procedan de fuentes nucleares, hidráulicas, renovables,..).
 - De alcance 3 u otras emisiones indirectas; son las emitidas por la atribución de la adquisición de productos, bienes y materiales que han sufrido un proceso de fabricación, determinando las emisiones adheridas a su ciclo de vida.
- II. El segundo registro dirigido a las entidades que disponen o están en desarrollo de proyectos forestales o de silvicultura en el territorio Español que son designados como sumideros potenciales, este registro se denomina “Sección B o Reduzco”, va a incluir los proyectos de absorción de dióxido de carbono. Se lleva a cabo mediante el registro del proyecto a través de la herramienta de absorciones de carbono³.
- III. El tercer registro está enfocado a generar una conexión entre empresas o entidades que quieren compensar su huella de carbono a través de los proyectos de otras empresas o entidades internas (es decir registradas en el segundo apartado, para la compensación en sumideros forestales en España), este registro se denomina “Sección C o Compenso”.

² Calculadora de Huella de Carbono de alcance 1 + 2 para organizaciones (2007-2016) v.9, del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadora_hc2007_2016_v9_tcm7-329440.xls

³ Calculadora de Absorciones Ex Ante de Dióxido de Carbono de las Especies Forestales Arbóreas Españolas v.3, del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadora_absorciones_ex_ante_v3_tcm7-329479.xls

2. ESPECIFICACIONES GENERALES.

2.1. METODOLOGÍA.

Para la determinación de las absorciones de carbono locales de dicha comarca, se deben estudiar en primer lugar la superficie de la misma, para el cálculo de superficie que se ha de considerar como sumidero de carbono. Por tanto, se utilizará la información aportada por dos fuentes de información públicas:

- Información del Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha sobre la superficie agrícola, pastos, pastizales, matorral y forestal en relación a diferentes especies agroforestales recogidas y expuestas en la Web Mapping Application: **SIOSE**⁴, un Sistema de Información de Ocupación del Suelo a escala 1:25000.
- Información de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla-La Mancha sobre la superficie forestal arbolada y de matorral (incluye también la superficie de espartizal) en terreno rústico.

En segundo lugar para calcular la absorción de carbono que se lleva a cabo en los sumideros de carbono de los municipios de la comarca Sierra del Segura, se utilizará la combinación de la información desarrollada en el estudio de la superficie considerada sumidero y la base de datos utilizada por las metodologías de dos herramientas informáticas:

- En primer lugar una herramienta “Cálculo para Sistemas de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático” de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) desarrollada para cálculos a nivel municipal y que aporta mayor información desagregada.
- En segundo lugar se contará con la información que aporta la base de datos de la Calculadora de Absorciones Ex Ante de Dióxido de Carbono de las Especies Forestales Arbóreas Españolas (v.3) del MAPAMA, sobre absorciones por especies y superficie.

Los cálculos se realizarán en relación al periodo temporal específico del año 2015 para la determinación de la superficie de la comarca de Sierra del Segura con capacidad de absorción de dióxido de carbono y la absorción o retención de dióxido de carbono anual por municipalidad.

⁴<http://castillalamancha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c02ec244add248ee8dcc6a0140c37e64>

2.2. RESULTADOS.

La comarca de la Sierra del Segura está compuesta por un total de 9 municipios: Ayna, Bogarra, Elche de la Sierra, Férez, Letur, Molinicos, Nerpio, Socovos y Yeste. Cuya superficie representa el 14,56 % de la superficie provincial, lo que equivale a un total de 217.210 ha, que fusionan los municipios de la encomienda del segura históricamente y la cuenca del río mundo.

La comarca de la Sierra del Segura tiene una superficie forestal arbolada, arbustiva y de matorral⁵ de 166.252 ha que representa el 25,54 % de la provincia. Se determina que el 77 % de la superficie de la comarca Sierra de Segura corresponde a una zona arbolada, arbustiva y de matorral.

Comarca: Sierra del Segura	Superficie Total (ha)	Superficie Forestal Arbolada, Arbustiva y de Matorral de JCCM (ha)
Ayna	14.681	11.963
Bogarra	16.601	13.456
Elche de la Sierra	23.949	13.200
Férez	12.614	7.903
Letur	26.356	21.316
Molinicos	14.359	12.192
Nerpio	43.578	36.288
Socovos	13.861	8.746
Yeste	51.122	41.188

Figura 2.2.1: Superficie total y Forestal arbolada, arbustiva y de matorral de los municipios de la Sierra del Segura al 2015. Fuente: Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla-La Mancha.

En la Figura 2.2.1. destaca el municipio de Elche de la Sierra con el menor porcentaje de superficie forestal arbolada, arbustiva y de matorral respecto al total, con 13.200 hectáreas que representa el 55,12 % de la superficie de su municipio y el municipio de Molinicos con el mayor porcentaje de superficie forestal arbolada, arbustiva y de matorral respecto al total, con 14.359 hectáreas que representa el 84,91 % de la superficie de su municipio.

⁵ Datos de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla-La Mancha.

La comarca de la Sierra del Segura tiene una superficie agrícola, de pastos, pastizales, matorrales y forestal⁶ de 210.225 ha que representa el 33,46 % de la provincia. Se determina que el 96,82 % de la superficie de la comarca Sierra de Segura corresponde a una zona agrícola, de pastos, pastizales, matorrales y forestal.

Comarca: Sierra del Segura	Superficie Total (ha)	Superficie agrícola, pastos y forestal (SIOSE)
Ayna	14.681	14.374
Bogarra	16.601	16.167
Elche de la Sierra	23.949	23.067
Férez	12.614	11.547
Letur	26.356	25.844
Molinicos	14.359	13.837
Nerpio	43.578	42.949
Socovos	13.861	13.014
Yeste	51.122	49.427

Figura 2.2.2.: Superficie total y Agrícola, de pastos, pastizales, matorral y de forestal de los municipios de la Sierra del Segura al 2015. Fuente: Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha (SIOSE, 2015).

En la Figura 2.2.2. destaca el municipio de Elche de la Sierra con el menor porcentaje de superficie agrícola, de pastos, pastizales, matorrales y forestal respecto al total, con 23.067 hectáreas que representa el 91,54 % de la superficie de su municipio y el municipio de Nerpio con el mayor porcentaje de superficie agrícola, de pastos, pastizales, matorrales y forestal respecto al total, con 42.949 hectáreas que representa el 98,56 % de la superficie de su municipio.

Siendo la información más completa la obtenida con los datos del Centro Cartográfico, debido a que engloba la superficie agrícola, pastos, pastizales, matorrales y forestal, se tendrá en cuenta para la superficie considerada sumidero de carbono para la comarca de la Sierra del Segura como se presenta en la Figura 2.2.2.

Teniendo en cuenta las clasificaciones de superficie por especies agroforestales del SIOSE 2015 del Centro Cartográfico, las absorciones medias anuales de t CO₂ por hectáreas llevadas a cabo en la metodología de la Calculadora de absorciones del

⁶ Datos del Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha.

MAPAMA y la información de t CO₂ por árbol de la herramienta de la FEMP, se calcula la absorción de CO₂ de la comarca de la Sierra del Segura (Figura 2.2.3.).

Comarca		Sierra del Segura
Superficie Total		217.121 hectáreas
Especie Agroforestales	Superficie (ha)	t CO ₂ totales retenidas
Olivo	8.575,84	3.962.038,04
Frutales Cítricos	10,08	8.926,58
Arroz	-	-
Cultivos Herbáceos	13.015,78	35.402,92
Frutales No Cítricos	9.592,99	6.861.865,03
Viñedo	648,71	758,99
Otros Leñosos	22,57	12,41
Prados	1,97	-
Pastizal	53.519,84	515.396,03
Frondosa Caducifolias	903,05	34.064,96
Frondosa Perennifolias	4.639,90	79.718,13
Coníferas	55.052,78	309.892,08
Matorral	64.241,51	850.557,62
Total absorción en Kt CO₂		12.658,63

Figura 2.2.3.: Superficie y Absorción anual de la superficie de la comarca Sierra del Segura 2015 según especies agroforestales. Fuente: Elaboración propia con datos del MAPAMA y Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha.

La superficie de la comarca de Sierra del Segura con las características para actuar como sumidero de carbono es capaz de absorber la cantidad de 12.658,63 Kt CO₂ anuales, es decir una absorción aproximada de 60 t CO₂ por hectárea de superficie agrícola, pastos, pastizales, matorrales y forestal. La absorción media de toda la superficie de la Sierra del Segura sería de 58,3 t CO₂ por hectárea.

Se llevan a cabo dichos cálculos para cada municipio de la comarca de la Sierra del Segura al 2015 (Figura 2.2.4.):

- Ayna con una superficie aproximada 98 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 896.359 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a Coníferas que representan el 37 % y un 23 % de pastizal sobre la superficie total, en el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados u Otros Leñosos, ni cultivos de Arroz.
- Bogarra con una superficie aproximada 97 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 1.081.600 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a Coníferas que representan el 37 %, y

un 21 % de pastizal y un 20 % matorral sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados u Otros Leñosos, ni cultivos de Arroz.

- Elche de la Sierra con una superficie aproximada 96 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 2.214.059 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a Pastizal que representan el 29 % y un 23 % de matorral sobre la superficie total, en el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados, Otros Leñosos, Frondosas Perennifolias, ni cultivos de Arroz.
- Férez con una superficie aproximada 92 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 1.234.558 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a Matorral que representan el 32 %, un 26 % de pastizal sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados u Otros Leñosos, ni cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.
- Letur con una superficie aproximada 98 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 1.118.274 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a matorral que representan el 42 %, un 31 % de coníferas sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados, ni cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.

Municipio	Ayna	Bogarra	Elche de la Sierra	Férez	Letur	Molinicos	Nerpio	Socovos	Yeste
Superficie Sumidero (ha)	14.374	16.167	23.067	11.547	25.844	13.837	42.949	13.014	49.427
Total absorción en Kt CO ₂	896,36	1.081,60	2.214,06	1.234,56	1.118,27	911,38	1.116,16	2.174,92	1.911,33
Absorción de Sumideros (t CO ₂ ha)	62	67	96	107	43	66	26	167	39
Absorción superficie total (t CO ₂ ha)	61	65	92	98	42	63	26	157	37

Figura 2.2.4.: Superficie y absorción anual de la superficie de los municipios de la comarca Sierra del Segura 2015. Fuente: Elaboración propia con datos del MAPAMA y Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha.

- Molinicos con una superficie aproximada 96 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 911.380 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a Coníferas que representan el 38 %, un 23 % de matorral sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados u Otros Leñosos, ni cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.
- Nerpio con una superficie aproximada 99 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 1.116.158 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a pastizal que representan el 34 %, un 32 % de matorral sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados, ni cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.

- Socovos con una superficie aproximada 94 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 2.174.916 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a matorral que representan el 21 %, un 19 % de pastizal sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a Prados u Otros Leñosos, ni cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.
- Yeste con una superficie aproximada 97 % de su superficie total que es considerada sumidero de carbono, es capaz de absorber 1.911.328 t CO₂ anuales. La mayor parte de su superficie corresponde a matorral que representan el 35 %, un 27 % de coníferas y un 25 % pastizal sobre la superficie total. En el municipio no existe superficie que se corresponda a cultivos de Frutales Cítricos ni de Arroz.

En función de la absorción de carbono que se producen en la superficie considerada como sumidero de carbono de cada municipalidad de la comarca de la sierra del Segura al año 2015 (Figura 2.2.4. y Figura 2.2.5.), se muestra a continuación según localización geográfica de los municipios.

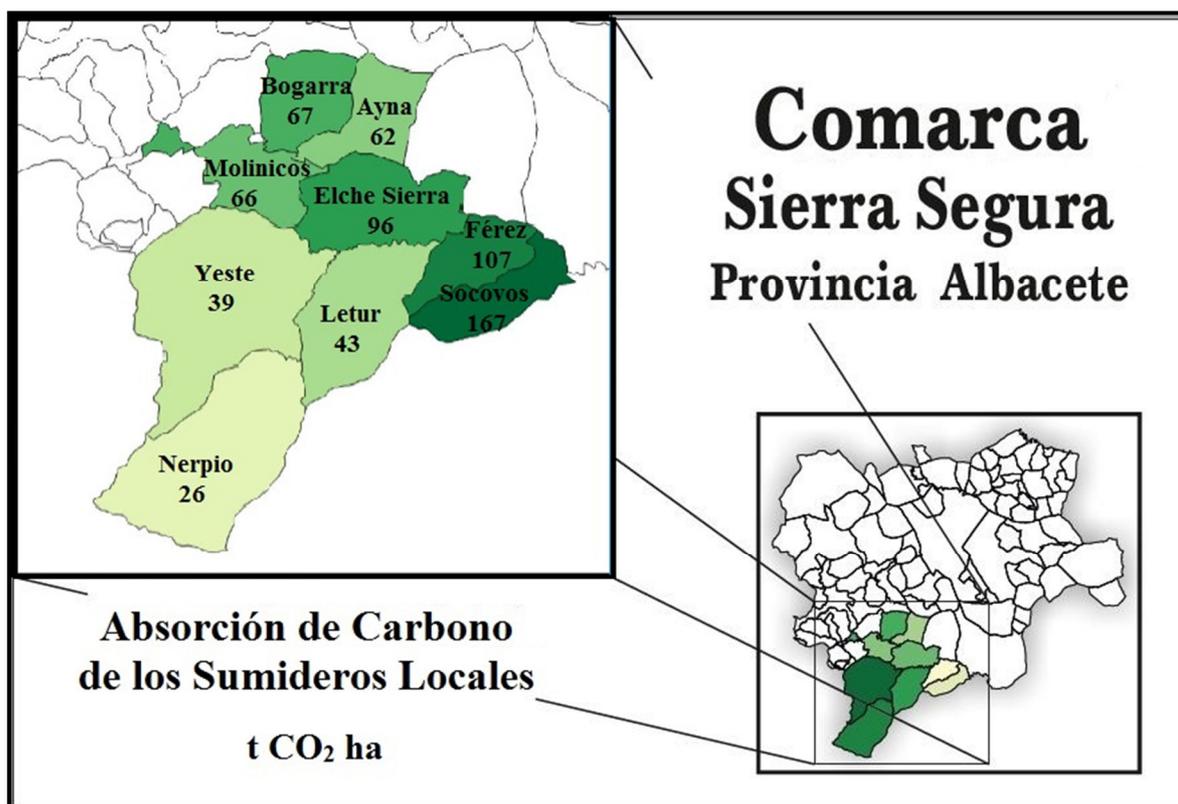


Figura 2.2.5.: Absorción de carbono anual de los municipios de la comarca Sierra del Segura 2015. Fuente: Elaboración propia con datos del MAPAMA y Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha.

3. CONCLUSIONES

Los datos de superficie obtenidos y considerados sumideros de carbono a través del SIOSE 2015 del Centro Cartográfico de Castilla-La Mancha, son más próximos a la realidad de cada municipalidad, al contemplar un número mayor de superficies de suelo de producción vegetal y agrícola o agroforestal, mientras que las superficies extraídas de la información aportada por la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de Castilla-La Mancha, pueden tomarse como orientativos, debido a que solo tendrán en cuenta la información de la superficie forestal incluyendo algunas especies para los municipio, siendo subjetivas de la aportación de información por parte de las administraciones regionales y de la actualización del Inventario Forestal Nacional que se lleva a cabo cada 6 años.

Destacamos que el municipio de Nerpio a pesar de disponer de la mayor superficie de absorción de carbono o sumidero respecto al total de su superficie y su retención de t CO₂ anuales por hectárea es la menor, debido en parte a las especies forestales o cultivos agrícolas existentes en su superficie que tiene una menor captura de CO₂. El municipio de Férrez destaca por disponer de la menor superficie de absorción de carbono o sumidero respecto al total de su superficie, y su retención de t CO₂ anuales por hectárea es la segunda mayor, se debe en parte a las especies forestales o cultivos agrícolas existentes en su superficie que tiene una menor captura de CO₂.

Deben utilizarse los resultados de los sumideros de carbono como referencia para tener una visión local de la superficie de absorción de dióxido de carbono de los municipios, cuya información no se encontraba desarrollada a este nivel. De forma que sirva de base para el desarrollo de proyectos enfocados a medidas de adaptación y mitigación de las comarcas y municipios al cambio climático, a la conservación de los espacios naturales y la necesidad de repoblación de ciertas zonas para la reducción de la huella de carbono del territorio, a través de los programas de reducción, absorción y repoblación fomentados desde las administraciones estatales y europeas.

El estudio de la variación de los usos del suelo ya bien sean agrícolas o forestales, teniendo en cuenta las especies forestales que se plantan en los territorios para las forestaciones y repoblaciones de superficies o los cultivos cíclicos o perennes de los territorios en su uso agrícola, son el condicionante de la mayor o menor absorción de dióxido de carbono que puede tener un territorio. Para futuras repoblaciones tras incendios como es el caso de Yeste en 2017, debe tomarse en consideración la selección de las especies agroforestales para el desarrollo de futuros proyectos de absorción de CO₂.

BIBLIOGRAFÍA

- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2009). “Herramienta de cálculo para el Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático”. Red Española de Ciudades por el Clima y Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino.
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2016). “Los Sumideros de Carbono a nivel Local”. Red Española de Ciudades por el Clima. Ed. FEMP.
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2009). “Metodología para el Cálculo del Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático”. Ed. FEMP, 2009.
- Fernandez, J.; Grupo de Agroenergética (2011). “*Caracterización de las Comarcas Agrarias de España*”. E.T.S.I. Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Fernandez, J.; Grupo de Agroenergética (2011). “*Caracterización de las Comarcas Agrarias de España. Tomo 4. Provincia de Albacete*”. E.T.S.I. Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016). “Cambio Climático. Sumideros de Carbono”. Oficina Española de Cambio Climático (OECC).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016). “Factores de Emisión. Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono”. Oficina Española de Cambio Climático (OECC). V.4.
- Sala, Á. G., Hitos, V. M., Collado, F. M., & Manzano, J. V. (2010). Estudio de herramientas adecuadas para medir las emisiones de GEI municipales. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid.