



Informe Técnico:
PRODUCCIÓN ECOLÓGICA
MEDITERRÁNEA Y
CAMBIO CLIMÁTICO

Informe Técnico: PRODUCCIÓN ECOLÓGICA MEDITERRÁNEA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Autores del texto y de las gráficas originales: Aguilera, E., Díaz-Gaona, C., Reyes Palomo, C., García Laureano, R., Sánchez Rodríguez, M. y Rodríguez Estévez, V. de la Cátedra de Producción Ecológica-Clemente Mata

Fotografías: Eduardo Aguilera Fernández

Edita: Asociación Valor Ecológico CAAE (Ecovalia)

ISBN: 978-84-09-08694-8

Depósito legal: SE 267-2019

Notas:

Este informe técnico es un extracto del estudio "Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento" editado por Ecovalia y realizado por la Cátedra de Producción Ecológica - Clemente Mata de la Universidad de Córdoba.

Los gráficos son de elaboración propia a partir del mismo estudio y de la ponencia de Aguilera, E. 2018. Presentación del estudio "Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del Conocimiento" en el Foro Mediterráneo Producción Ecológica y Cambio Climático.

Las referencias bibliográficas que aparecen en este informe técnico son solo las mencionadas en este texto. Para conocer toda la bibliografía usada en el estudio original, debe consultarse dicho estudio.

ÍNDICE

3	PRESENTACIÓN
4	INTRODUCCIÓN
8	OBJETIVOS
9	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO
11	RESULTADOS
	CULTIVOS HERBÁCEOS
	* Cereales de Invierno
	* Hortícolas
	CULTIVOS LEÑOSOS
	* Olivar
	* Viñedo
	* Frutos secos
	* Frutales no cítricos
	* Cítricos
	GANADERÍA
41	ADAPTACIÓN
43	CONCLUSIONES
46	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRESENTACIÓN

3

Desde Ecovalia hemos editado recientemente el estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento” realizado por la Cátedra de Producción Ecológica “Clemente Mata” de la Universidad de Córdoba.

Este trabajo se basó en un estudio bibliométrico realizado con el objeto de conocer cuál es la situación existente, en cuanto a la literatura científica bajo clima mediterráneo, sobre los distintos sectores productivos agroganaderos, tanto en ecológico como en convencional. Tras una exhaustiva revisión, se han seleccionado utilizando criterios de rigor y calidad científicos los 1.023 trabajos que finalmente fueron la base del informe mencionado.

Dicho estudio puede descargarse completo y gratuito de nuestra web (www.ecovalia.org). No obstante, hemos considerado oportuno elaborar igualmente este informe técnico que resume los resultados y conclusiones. Para más información, recomendamos revisar el texto íntegro “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento”.

En relación a los datos estadísticos a los que se hace referencia en cada sector, no se han usado los mencionados propiamente en el estudio originario, sino que se han actualizado con la información publicada más recientemente según la misma fuente (MAPA).

Estos estudios científicos, realizados en la zona climática mediterránea, han ofrecido argumentos contundentes que justifican cómo la producción ecológica se encuentra en un lugar muy ventajoso de cara a la mitigación y adaptación del cambio climático en relación a otros sistemas productivos.

PINCHA AQUÍ PARA DESCARGAR
INFORME COMPLETO

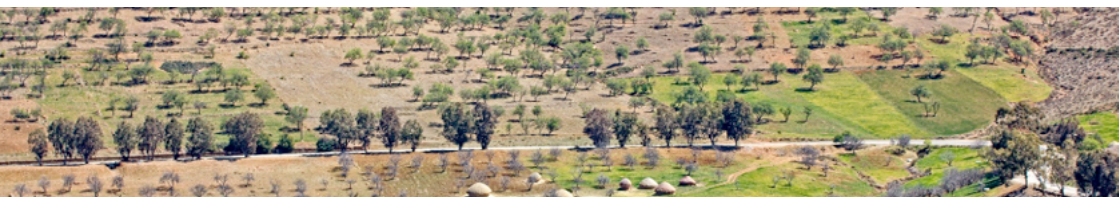
La constatación del cambio climático comenzó hace unas décadas, a partir de observaciones que indicaban la subida de las temperaturas medias del planeta durante el último siglo y el incremento de las condiciones climáticas extremas (inundaciones, huracanes, olas de calor, etc.).

De acuerdo al último informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC (IPCC, 2013), que sintetiza la evidencia científica más reciente sobre el clima, el cambio climático es un proceso incuestionable, como demuestra el aumento de temperatura en el agua y el aire, la retirada de la cubierta de nieve y hielo, y el aumento del nivel del mar. Los cambios están afectando a muchos ecosistemas naturales.

Según el informe del IPCC de 2013 la influencia humana en el sistema climático es clara, y la principal causa son las emisiones antropogénicas de gases efecto invernadero (GEI), que son ahora las más altas de la historia.

Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, que pueden tener un origen natural o artificial. Son capaces de absorber y emitir radiación. Esta propiedad es la que genera el efecto invernadero. La capacidad de calentamiento de estos gases, o potencial de calentamiento mundial, se mide en equivalentes de CO₂.

En relación a las emisiones antropogénicas, es por todos conocido el papel que juega la agricultura y ganadería en las emisiones de GEI. Aunque las estimaciones oficiales muestran un papel relativamente menor en las emisiones globales de GEI, en particular en países industrializados (ej. España, MAGRAMA, 2013), es preocupante que las emisiones agrícolas globales crecieran un 1% anual entre 2000 y 2010 (Tubiello et al., 2013, 2015), representando el 11% de las emisiones antropogénicas de GEI en 2010 (Tubiello et al., 2015). Por otro lado, gran parte de las emisiones por deforestación se deben a la expansión agrícola, así como las emisiones asociadas a la producción y uso de insumos, que no se incluyen en la categoría "Agricultura".



Por tanto, existe la necesidad de evaluaciones más integradas de las emisiones agrícolas de GEI. Para ello el análisis de ciclo de vida (ACV) ofrece un buen marco metodológico para esta

tarea. Desde esta perspectiva, las emisiones agrícolas representarían el 25% de las emisiones globales en 2010 (Bennetzen et al., 2016).

En definitiva, las emisiones que pueden atribuirse a la actividad agraria incluyen:

- Emisiones directas de óxido nitroso (N₂O) del suelo.
- Emisiones directas de metano (CH₄) de suelos inundados.
- Emisiones por quema de residuos de cosecha (N₂O y CH₄). El CO₂ liberado en la quema de residuos de cosecha no se considera, porque ha sido fijado previamente por los cultivos.
- Emisión o secuestro de carbono resultante del balance de Carbono Orgánico del Suelo (COS) .
- CO₂ (principalmente) del uso de combustibles fósiles en la maquinaria y calefacción.
- Las emisiones de metano (CH₄) de la fermentación entérica de los animales.
- El metano y el óxido nitroso provenientes del manejo de las excretas de los animales.
- Las emisiones agrícolas indirectas, que tienen lugar fuera de la finca. Estas incluyen:
 - las emisiones "aguas arriba", referidas a la producción de los insumos (combustibles, electricidad, fertilizantes, plaguicidas, maquinaria, edificios, etc.)
 - las emisiones "aguas abajo", que incluyen emisiones indirectas de N₂O (principalmente a partir de transformaciones fuera de finca del NH₃ volatilizado y el NO₃- lixiviado).
 - las emisiones por deforestación.

Además del papel de la agricultura como emisora de GEI, observamos que ella misma se encuentra afectada por un medio ambiente cambiante, y a la vez también conocemos que la agricultura puede jugar otro papel, por ejemplo, como sumidero gracias a la captación de CO₂.

De este modo, la agricultura no sólo debe ser reconocida como contaminadora sino también como parte afectada e incluso como protectora. No obstante, existen distintos modelos de producción de alimentos, pero no todos ellos actúan de igual modo frente al cambio climático.

El modelo de agricultura industrializada es actualmente el más instaurado y es el que precisamente pone en marcha las prácticas que más favorecen estas emisiones de GEI como pueden ser el uso de fertilización nitrogenada de síntesis química y las emisiones de metano procedentes de ganadería intensiva.

Por el contrario, la producción ecológica es un sistema profesional y el único reglado por una

norma europea común para todos los Estados miembros (Reglamento CE 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control, y el Reglamento UE 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018, aplicable a partir del 1 de enero de 2021).

En producción ecológica, el uso de productos químicos sintéticos como fertilizantes y pesticidas está específicamente excluido. Los sistemas de agricultura ecológica dependen de la fijación simbiótica y el manejo de la materia orgánica como fuentes de fertilidad. La agricultura ecológica incorpora como principio básico el mantenimiento o incremento de la fertilidad y actividad biológica del suelo mediante el manejo de la materia orgánica. El suelo como recurso natural, como medio vivo del ecosistema, se considera la pieza fundamental en la consecución del equilibrio ecológico de la explotación agrícola.

Perseguir este equilibrio, apoyado en técnicas agrícolas respetuosas con el entorno, es la finalidad que identifica a este tipo de producción. Son técnicas que prescinden del uso de productos químicos de síntesis y se apoyan en otras tales como el aumento de la biodiversidad, el uso de asociaciones y rotaciones de cultivo, el establecimiento de cubiertas vegetales, los abonos verdes, el control biológico de plagas, el empleo de variedades locales, el uso de estiércol...

En cuanto a la ganadería ecológica, es igualmente un sistema productivo respetuoso con el medio ambiente y ligado a la tierra. Se caracteriza por asegurar el bienestar animal, basar la sanidad animal en la prevención y usar razas autóctonas recomendadas por su rusticidad y adaptación a las condiciones adversas del clima y el terreno.

No menos importante, es que los sistemas en producción ecológica son menos vulnerables a cambios (provocados por el clima o por la aparición de plagas/enfermedades, por ejemplo) y más resilientes, de manera que cuentan con mayor capacidad de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y

funcionalidad; pudiendo regresar a un estado de equilibrio. Esta característica hace que a priori la adaptación al cambio climático de sistemas en producción ecológica sea mayor que en otro tipo de sistemas.

En resumen, la agricultura ecológica se ha relacionado con niveles de biodiversidad generalmente más altos (Birkhofer et al., 2008, Tuck et al., 2014), reducciones en las tasas de erosión (Reganold et al., 1987), una mayor eficiencia energética (Gomiero et al., 2008, Smith et al., 2015), una mayor calidad del suelo (Gomiero et al., 2011), una mayor calidad de los alimentos producidos (Zalecka et al. 2014) y un mejor desempeño económico (Crowder et al., 2015) frente a la agricultura convencional.

Otros meta-estudios indican que la agricultura ecológica contribuye a incrementar el carbono orgánico del suelo (Gattinger et al., 2012) y aporta beneficios medioambientales a pesar de estos rendimientos más bajos (Reganold y Watcher, 2016). Las prácticas de agricultura ecológica pueden considerarse medidas "preventivas", en contraposición a medidas "curativas" que abordan las consecuencias de los impactos ambientales (Garnier et al., 2014).



Para la realización del estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento” se marcaron los objetivos que se detallan a continuación.

Objetivo general

Revisión de la literatura científica sobre producción agraria y cambio climático (adaptación y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero) en el ámbito mediterráneo, con énfasis en la agricultura y ganadería ecológicas.

Objetivos específicos

- Cuantificar las publicaciones científicas sobre emisiones de GEI en agricultura mediterránea, clasificándolas en función del área geográfica, el tipo de producción, el tipo de emisión y el tipo de manejo.
- Conocer las cifras de emisiones GEI en los principales sistemas agrarios mediterráneos.
- Determinar la influencia del manejo ecológico en el balance de emisiones de GEI por unidad de superficie y de producto, y su comparación con el manejo convencional.
- Identificar el potencial de mitigación de GEI de las opciones más relevantes como prácticas de manejo alternativas, haciendo hincapié en las asociadas a la agricultura ecológica, con el fin de identificar aquellas que se deberían apoyar o fomentar.
- Comparar las emisiones de GEI de distintos sistemas y tipos de emisión con el número de publicaciones científicas, con el fin de identificar necesidades de investigación.
- Detectar las principales fuentes de incertidumbre y lagunas en la información actualmente disponible.

La metodología extremadamente rigurosa seguida en la realización del estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento” se basó en la creación de una base de datos sobre emisiones agrícolas de GEI en áreas con clima mediterráneo utilizando como herramienta de búsqueda la Web of Knowledge. La búsqueda se compeltó revisando sucesivamente la bibliografía de cada

uno de los trabajos encontrados.

Esta búsqueda se centró en los estudios realizados en regiones de clima mediterráneo y artículos hasta 2017 a través de la selección de palabras clave y poniendo especial atención a estudios de meta-análisis. Finalmente, el rigor científico aplicado en esta metodología seleccionó 1.023 estudios que son la base de este estudio.

En cuanto a la categorización de los estudios se han seguido distintos criterios como:

- Por tipo de clima, diferenciando mediterráneo, límite y no mediterráneo.
- Por tipo de manejo, se distingue Convencional (CON), Ecológico (ECO) y Ecológico/Convencional (E/C).
- Por el tipo de emisiones estudiadas, diferenciando N₂O del suelo, CH₄ del suelo, secuestro de Carbono, CH₄ entérico, manejo del estiércol y análisis de ciclo de vida (ACV).
- Por tipo general de producción, agrupándola en cultivos herbáceos, cultivos leñosos, pastos y superficie forestal y ganadería.
- Por tipo específico de producción.
- Por la metodología seguida para estudiar las emisiones diferenciando entre el factor IPCC, modelizado, medido (</> 3 años) o revisión.
- Por la localización geográfica de la investigación, indicando por región global por país o por comunidad autónoma.

Los datos estadísticos del análisis bibliométrico se han complementado con un análisis cualitativo de los resultados presentados en los artículos re-

visados, particularmente aquellos que incluían el manejo ecológico o analizaban prácticas relevantes para la agricultura ecológica.



De los artículos publicados sobre emisiones de GEI en agricultura y ganadería mediterráneas en todos los países correspondientes al bioma mediterráneo, los realizados en España suponen el 42%.

Sin embargo, de estos artículos publicados en España, sólo el 12.33% han considerado la producción ecológica.

Imagen 1. Número de artículos sobre emisiones de GEI bajo clima mediterráneo, por países. Se excluyen los estudios que abarcan más de un país. El número de artículos que incluyen manejo ecológico se indica entre paréntesis.

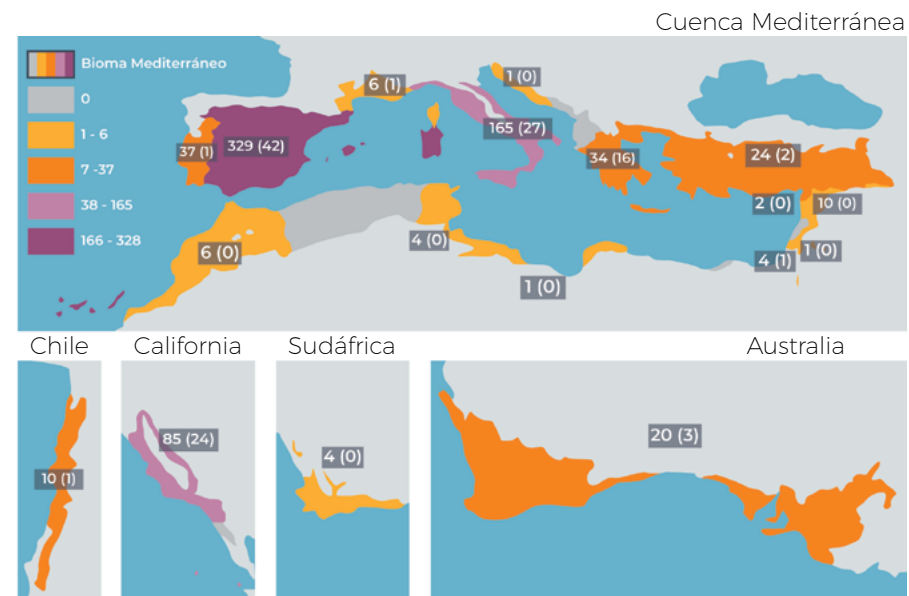
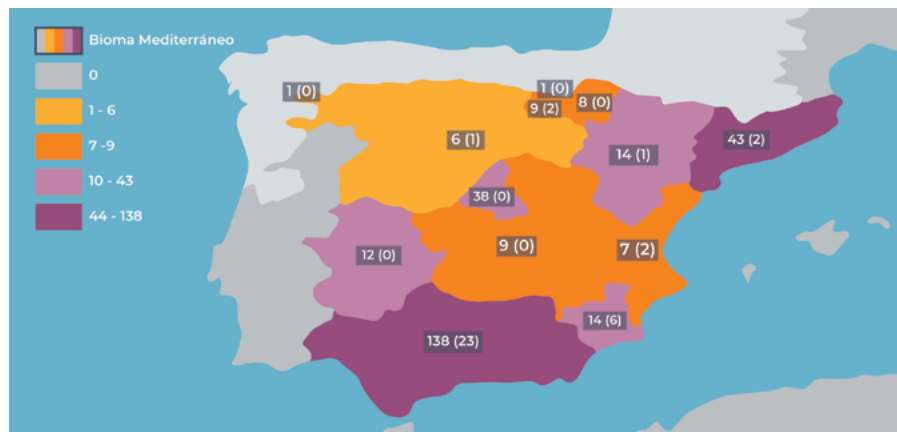


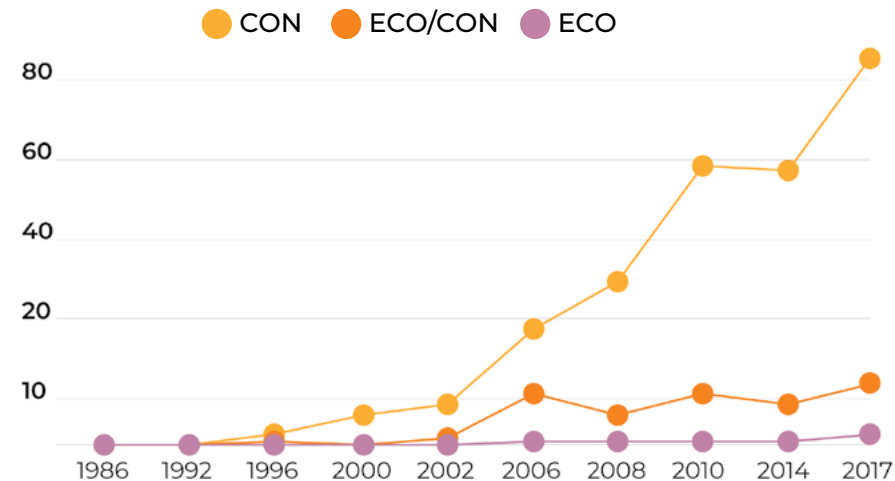
Imagen 2. Número de artículos sobre emisiones de GEI bajo clima mediterráneo en España, por comunidades autónomas. Se excluyen los estudios que abarcan más de una comunidad. El número de artículos que incluyen manejo ecológico se indica entre paréntesis.



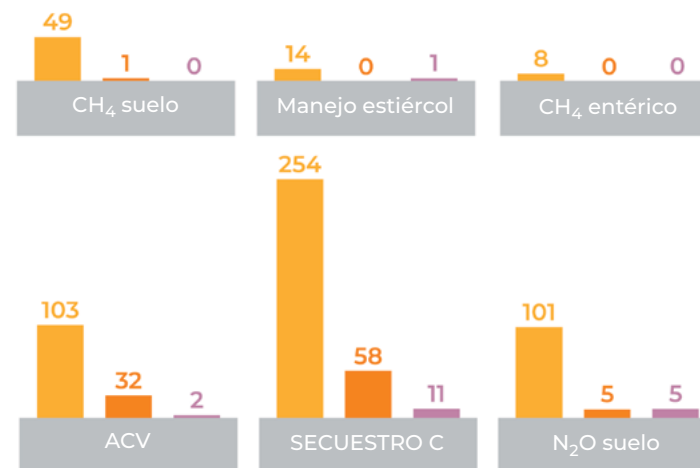
En los últimos años, el ritmo de publicaciones en ecológico ha crecido poco, frente a un fuerte crecimiento en convencional. Sería equitativo fortalecer la investigación científica sobre emisiones de GEI en agricultura y ganadería ecológicas, especialmente necesario en aquellos sectores menos estudiados. Más aún, considerando las especificidades detectadas en la región mediterránea de cara al uso de ciertos indicadores.



Gráfico 1. Artículos sobre emisiones de GEI en la agricultura y ganadería mediterráneas.



ACV y mediciones de GEI bajo clima mediterráneo

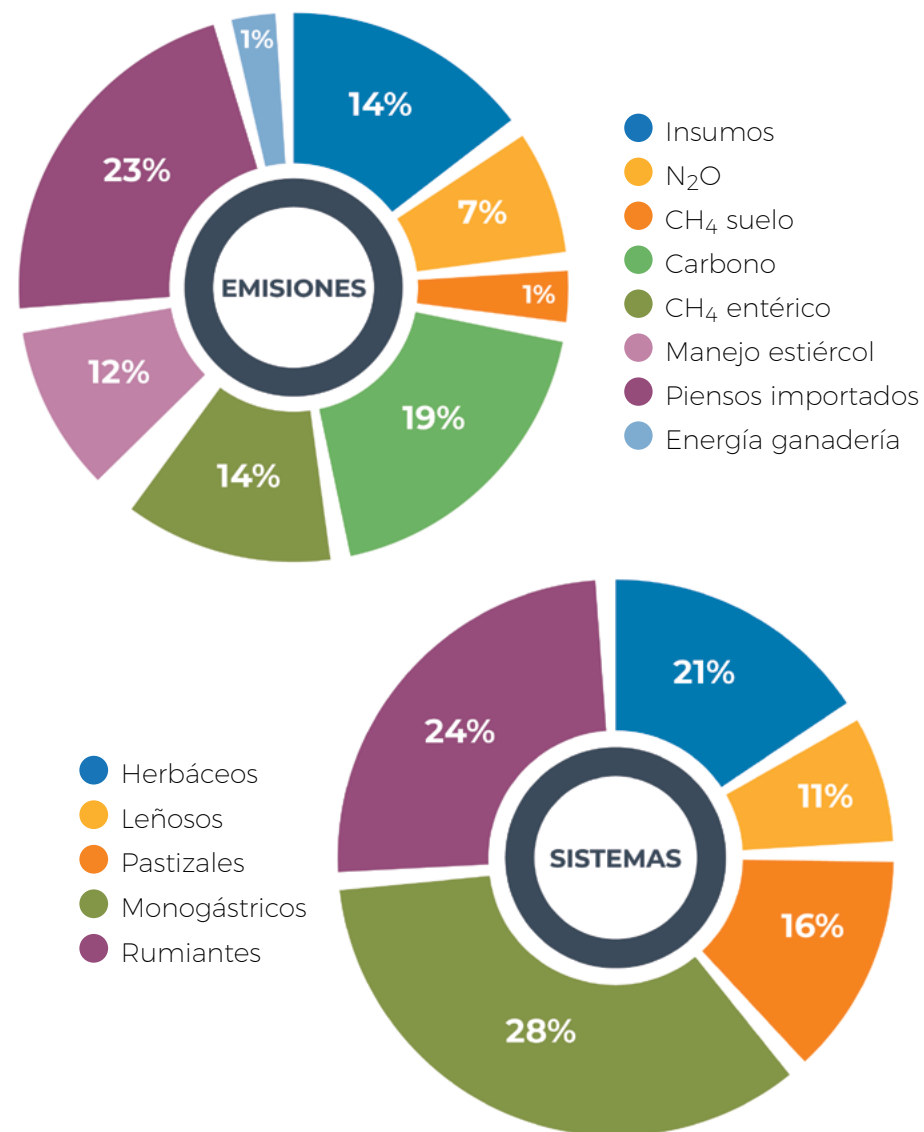


Según la información recopilada en el estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento”, las emisiones de GEI de la producción agropecuaria en España representan aproximadamente 75 millones de toneladas anuales de CO₂eq, sin incluir el secuestro de carbono, cuyo potencial de mitigación aproximado, según la estrategia 4 por 1000, sería de unos 24 millones de toneladas de CO₂eq al año. Cabe destacar que las emisiones totales están dominadas por la ganadería, donde destacan los piensos importados, seguidos del metano entérico y el manejo de estiércol. Además, una parte de la producción vegetal y sus emisiones asociadas está destinada a la producción local de piensos. Por otro lado, la magnitud total de las emisiones asociadas a la producción vegetal y a los pastizales (insumos, N₂O y CH₄ del suelo) es similar al potencial de mitigación del secuestro de carbono. El N₂O juega un papel relativamente menor en las emisiones de la producción vegetal, siendo mayores las emisiones debidas a la producción de insumos.

En este sentido se puede afirmar que las emisiones de GEI debidas a la producción de alimentos están dominadas por la ganadería y que además en ganadería, la mitad de las emisiones están asociadas a los piensos importados. Por otra parte, la magnitud del secuestro de C potencial es similar a todas las emisiones de la agricultura y las emisiones de la producción de insumos son mayores que las emisiones del suelo.

Los resultados de los meta-análisis sobre la respuesta de las emisiones de N₂O y el secuestro de carbono a los cambios de manejo en condiciones mediterráneas muestran un elevado potencial de la agricultura ecológica mediterránea para reducir las emisiones de N₂O (Aguilera et al., 2013a y Cayuela et al., 2017) y fomentar el secuestro de carbono (Aguilera et al., 2013b, Vicente-Vicente et al., 2016 y Francaviglia et al., 2019) mucho mayor que en las condiciones de clima templado predominantes en el centro y norte de Europa.

Gráfico 2. Distribución de las emisiones de GEI en España, en función del tipo de emisión y del tipo de sistema productivo.



RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

CEREALES DE INVIERNO

Los cereales de invierno pertenecen a la familia de las gramíneas (Poaceae) e incluyen especies tan relevantes para la alimentación mundial humana y animal como el trigo, la cebada, el centeno y la avena, además de híbridos como el triticale.

En España, en 2017, se cultivaron 206.119 hectáreas bajo manejo ecológico, lo que supone un 3% de la superficie total de cereales de invierno. Castilla-La Mancha concentra un 37% de esa superficie, seguida por Andalucía (32%) y por Aragón (9%). Sólo las dos primeras suman más del 69% de la superficie

estatal de cereales ecológicos. (MAPAMA, 2018).

Por productos, la cebada es el cereal más cultivado en ecológico (68.699 ha), seguido de la avena (53.083 ha), y el trigo (50.504 ha). El cereal que tiene mayor porcentaje de superficie cultivada en ecológico respecto a su superficie total de cultivo es la avena (11%).

Los cereales de invierno están asociados a emisiones de GEI por hectárea generalmente bajas, que se ven reducidas bajo manejo ecológico debido principalmente a la ausencia de fertilizantes sintéticos, y en parte también al secuestro de carbono.

Principales resultados y propuestas de mejora:

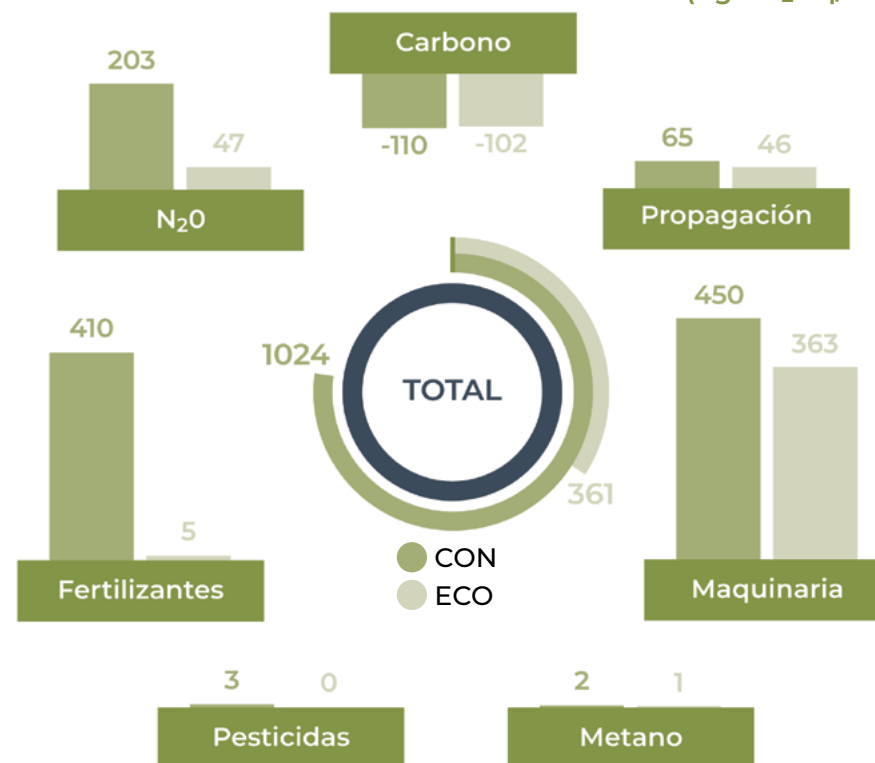
- El secuestro de carbono se podría promover más con el empleo de material genético más adaptado al manejo ecológico y las condiciones agroclimáticas locales, como las variedades antiguas.
- El uso de maquinaria es la mayor fuente de emisiones en ecológico, lo que indica que gran parte del potencial de mitigación se halla en prácticas relacionadas con el uso de maquinaria, como el laboreo reducido, que permite ahorrar combustible, o la autoproducción de combustible, que evita el uso de derivados de los combustibles fósiles.

RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Así, es preciso destacar que existe una reducción promedio del 42% de la huella de carbono en ecológico. Además, debemos

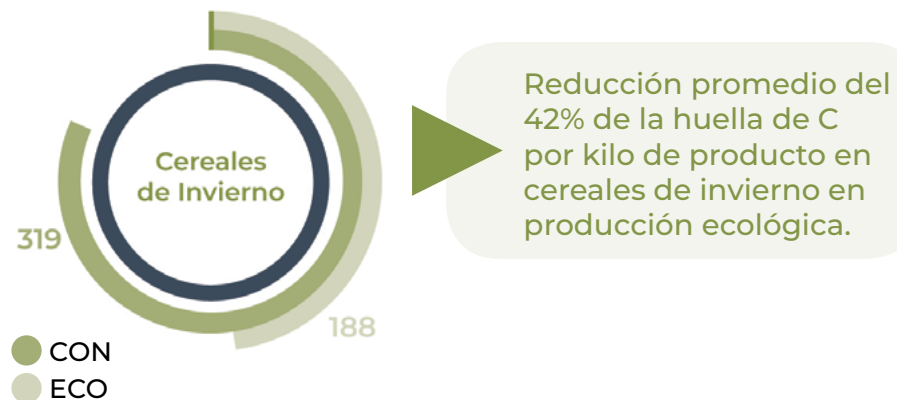
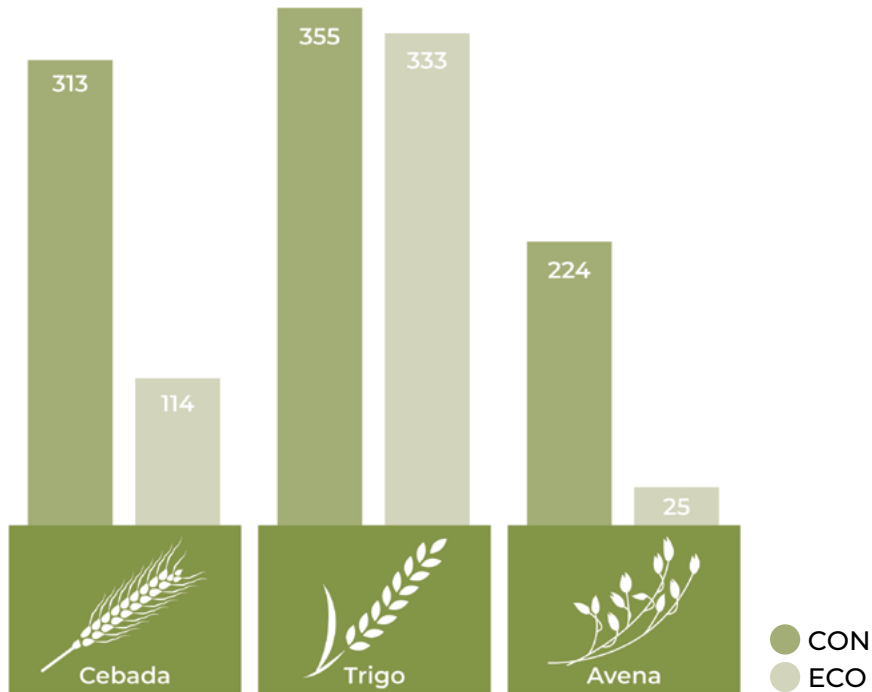
destacar que los cereales de variedades tradicionales pueden lograr una huella de C negativa en ecológico.

Gráfico 3. Emisiones de GEI por hectárea en cereales de invierno. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Gráfico 4. Huella de C por kg de producto en cereales de invierno.
(Kg CO₂ eq/kg producto)



RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

HORTÍCOLAS

Las hortalizas u hortalizas son plantas comestibles que se cultivan generalmente en regadío, al aire libre o en invernaderos. Incluyen una amplia variedad de cultivos de distintas familias botánicas. En este grupo se incluyen también frutas de cultivos herbáceos como melón, sandía o fresa. Además, se incluyen las raíces y tubérculos, así como leguminosas para cosecha de su fruto en verde, como habas, guisantes o judías.

En producción ecológica de hortalizas, según el MAPAMA

(2018), siguen estando a la cabeza las mismas comunidades autónomas que años anteriores: Andalucía (43% de la superficie ecológica nacional de hortalizas, y 8% de la superficie total de hortalizas de la comunidad), Murcia (19% y 6%, respectivamente) y Castilla-La Mancha (17% y 6%, respectivamente); sumando, entre las dos primeras, más del 60% de la superficie ecológica nacional de cultivos hortalizas. En España, la superficie dedicada al cultivo ecológico de hortalizas es de 20.537 hectáreas, lo que supone el 7% de la superficie total dedicada a hortalizas.

Principales resultados y propuestas de mejora:

- A raíz de los estudios analizados se puede afirmar que las hortalizas están asociadas a emisiones de GEI por hectárea generalmente elevadas, que se ven reducidas bajo manejo ecológico debido principalmente a la ausencia de fertilizantes sintéticos y al secuestro de carbono.
- Así mismo, las emisiones por kg de producto también son en promedio más bajas en ecológico.
- El regadío, y en particular el uso de electricidad, es la mayor fuente de emisiones en ecológico, lo que indica que gran parte del potencial de mitigación se halla en la reducción de estas emisiones, lo que puede lograrse mediante el ahorro de agua (por ejemplo, con la eficiencia en los sistemas de riego), por un lado, y el uso de energía renovable (particularmente, solar fotovoltaica), por otro.

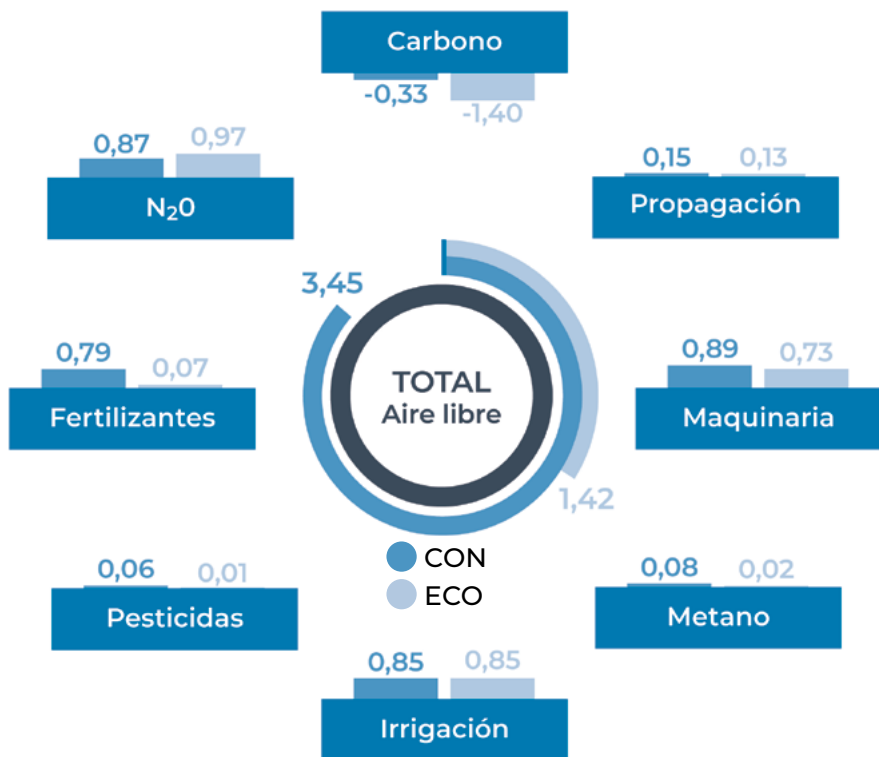
RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

- El secuestro de carbono puede promoverse mediante la incorporación al suelo de los residuos de cultivo (directamente o previo compostaje) así, como mediante la vinculación con la ganadería y la agroindustria.

De esta forma, a nivel general podemos decir que la reducción promedio en ecológico de la huella de carbono es del 32% al aire libre y del 17% en invernadero.

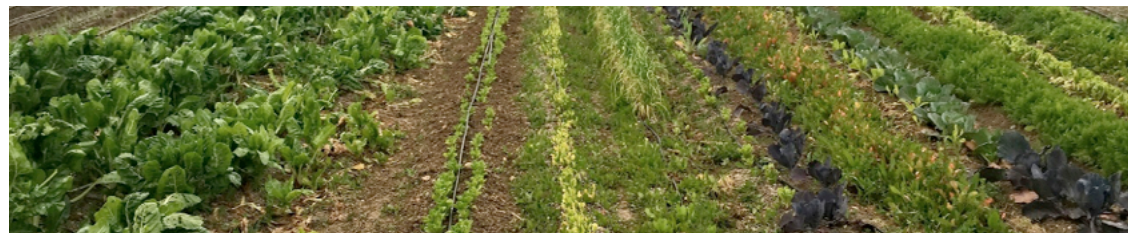
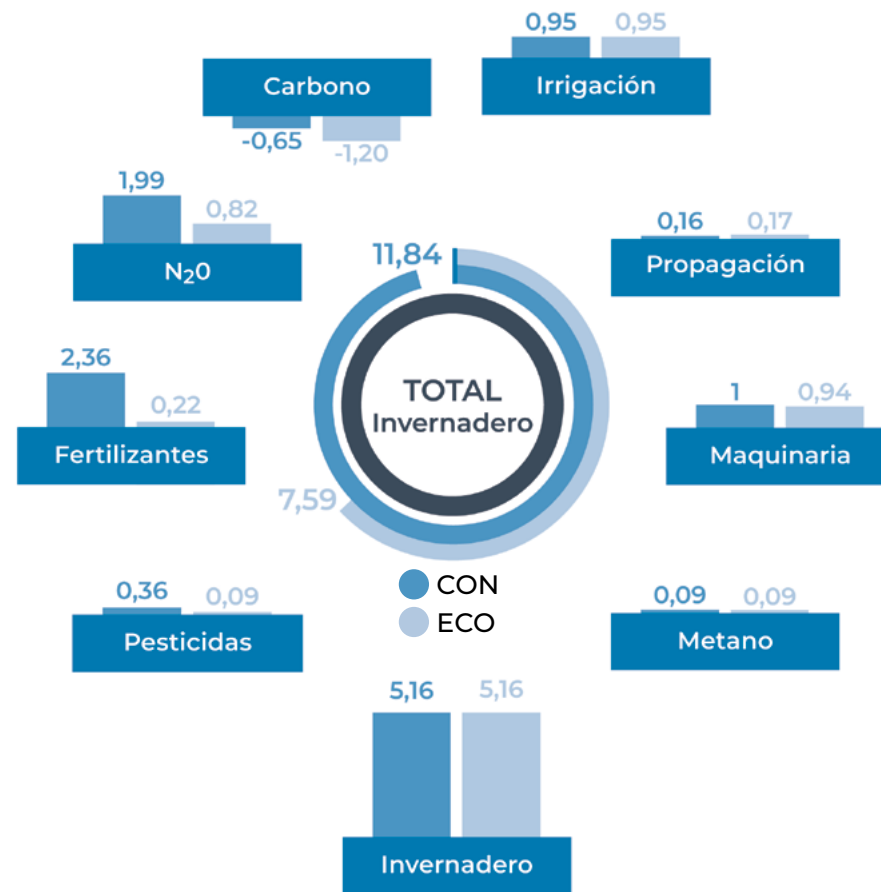
Gran parte del potencial de mitigación viene dado por el manejo del agua.

Gráfico 5-1. Emisiones de GEI por hectárea en hortícolas al aire libre. (Kg CO₂ eq/ha)



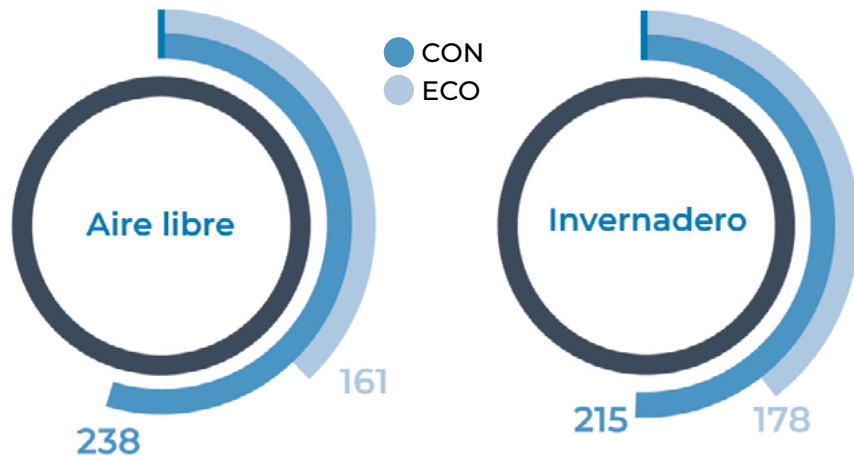
RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Gráfico 5-2. Emisiones de GEI por hectárea en hortícolas en invernaderos. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Gráfico 6. Huella de C por kg de producto en hortalizas al aire libre e Invernadero.
(Kg CO₂ eq/kg producto)



Reducción promedio del 32% de la huella de C por kilo de producto en hortalizas al aire libre y del 17% en hortalizas de invernadero en producción ecológica.

Gran parte del potencial de mitigación en hortalizas está en el manejo del agua.

RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

OLIVAR

El olivar es uno de los cultivos más representativos de la cuenca mediterránea, y su principal producto derivado, el aceite de oliva, es también una parte fundamental de la llamada “dieta mediterránea” y de sus cualidades saludables.

La superficie de olivar ecológico fue de 197.114 hectáreas en 2017 (MAPAMA, 2018), lo que representa el 7% de la superficie de olivar en España. Andalucía concentra un 38% de esta superficie, seguida de cerca por Castilla la Mancha (33%). Junto

con Extremadura (15%), estas 3 comunidades autónomas suman el 86% de la superficie de olivar ecológico en el país. Por otro lado, el porcentaje de superficie en ecológico en el olivar en Andalucía (5%) es notablemente inferior a la media estatal, mientras que en Castilla la Mancha (15%) y Extremadura (10%) es superior. En España el olivar ecológico representa el 40% de los cultivos permanentes en agricultura ecológica.

El olivar reúne una serie de características que le confieren un gran potencial como herramienta de mitigación de emisiones de GEI.

Entre los principales resultados obtenidos a raíz de los estudios analizados destacan los siguientes:

- El olivar ecológico contribuye a mitigar la emisión de GEI principalmente a través del secuestro de carbono en el suelo, que puede tener una magnitud similar, en términos de CO₂ equivalente, a la del resto de emisiones. Esto significa que puede ser un cultivo neutro en carbono.
- El elevado secuestro de carbono en ecológico se produce gracias a la aplicación de cubiertas vegetales, restos de poda y enmiendas orgánicas. Las tres prácticas tienen un alto potencial de secuestro de C, y todas ellas se basan o pueden basarse en recursos de la propia finca, como el alperujo compostado aplicado como enmienda orgánica. Esto significa que estas prácticas no dependen de fuentes externas, que podrían estar limitadas a nivel local, así que pueden extenderse por todo el territorio.

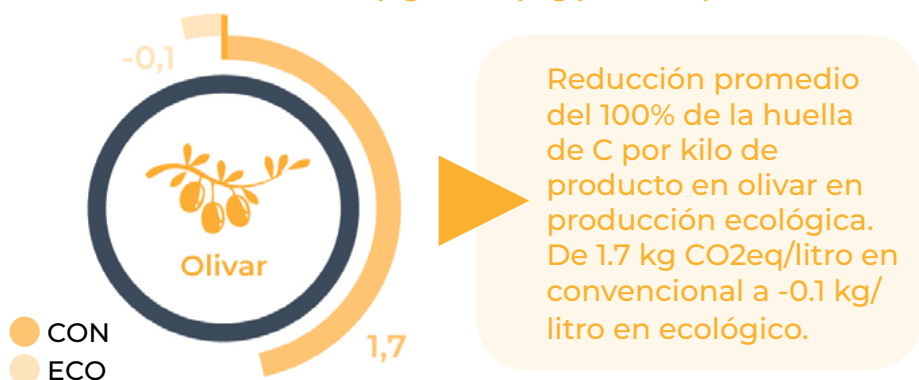
RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Las huellas de carbono negativas en ecológico no siempre se producen, ya que hay casos en los que no se aplican prácticas de manejo como las cubiertas vegetales. Existe, por tanto, un gran potencial para reducir aún más la huella de carbono del manejo ecológico si estas prácticas se expanden aún más.

De esta forma, a modo de conclusión, podemos afirmar que la reducción promedio de la huella de carbono en olivar es de más del 100% en ecológico: de 1,7 kg CO₂eq/litro en convencional a -0,1 kg/litro en ecológico.

Gráfico 7. Huella de C por kg de producto en olivar.

(Kg CO₂ eq/kg producto)

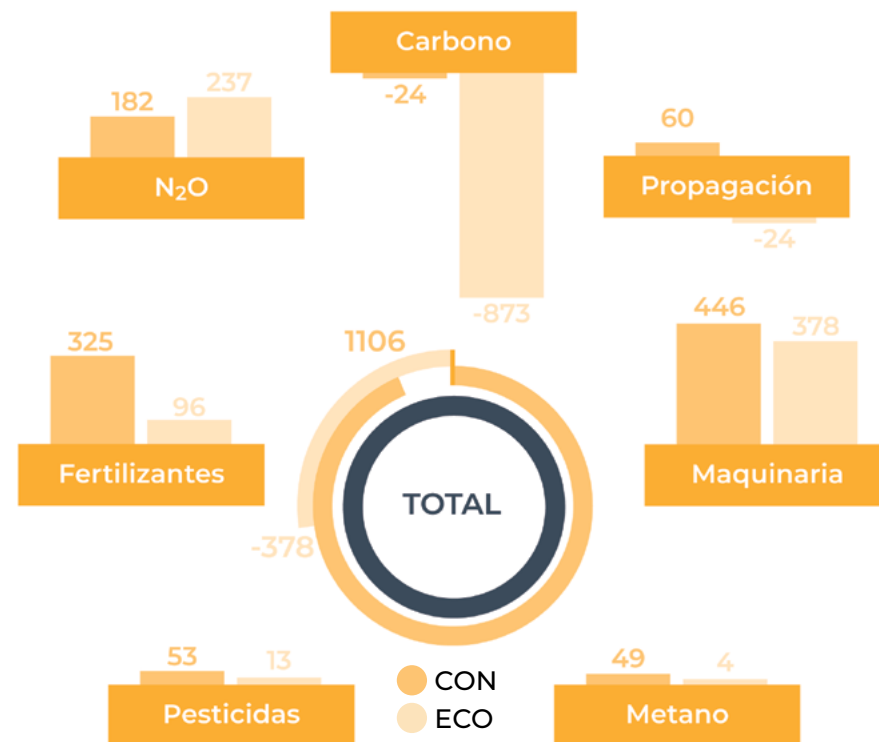


Gran parte del potencial de mitigación en olivar es a través del secuestro de C promovido por las cubiertas vegetales, las enmiendas orgánicas (alperujo compostado) y la reincorporación de restos de poda, sin necesidad de aportes externos.

Si estas prácticas culturales se generalizaran más aún, se conseguiría que la huella de C en olivar pudiera ser aún más baja.

RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 8. Emisiones de GEI por hectárea en olivar. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

VIÑEDO

La vid es un cultivo muy representativo de la cuenca y del clima mediterráneo, si bien su distribución se extiende tanto al clima templado como a climas subtropicales. El principal producto derivado de la vid, el vino, es también parte de la llamada “dieta mediterránea” y de sus cualidades saludables.

En 2017 se cultivaron 0,94 millones de hectáreas de viñedo en plantaciones regulares en España. La mayor parte de la producción de uva (95%) se destina a vinificación, mientras que el 5% restante se destina a uva de mesa, y apenas

un 0,02% a pasificación (MAPAMA, 2018).

La vid ecológica se cultivó en 2017 en 106.897 hectáreas, lo que representa el 11% de la superficie del viñedo español. Castilla- La Mancha concentra un 53% de esta superficie, seguida a gran distancia por Cataluña (13%), Murcia (11%) y la Comunidad Valenciana (10%). Estas 4 comunidades autónomas suman el 88% de la superficie estatal de viñedo ecológico. Por otro lado, el mayor porcentaje de superficie en ecológico de viñedo respecto al total regional se encuentra en Murcia, con un 51%, seguida Cataluña (27%), Baleares (20%) y Comunidad Valenciana (18%).

Principales resultados y propuestas de mejora:

- El viñedo reúne una serie de características que le confieren un gran potencial como herramienta de mitigación de emisiones de GEI. De esta forma, el viñedo ecológico contribuye a mitigar la emisión de GEI principalmente a través del secuestro de carbono en el suelo, que puede llegar a tener una magnitud similar, en términos de CO2 equivalente, a la del resto de emisiones.
- Los estudios indican que existe una alta respuesta del carbono del suelo a los cambios de manejo en el viñedo. El secuestro de carbono en ecológico se produce gracias a la aplicación de cubiertas vegetales y enmiendas orgánicas. Además, los restos de poda se podrían incorporar al suelo. Las tres prácticas tienen un alto potencial de secuestro de C, y se basan o pueden basarse en recursos de la propia finca, como el orujo compostado aplicado como enmienda orgánica.

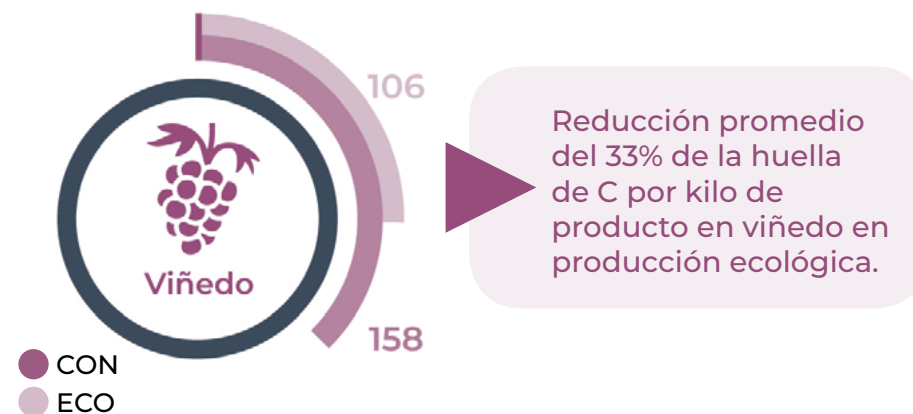
RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

- Por otra parte, la mayoría de las emisiones son debidas a la maquinaria, por lo que una reducción del laboreo, ahorrará combustible y por tanto, reducirá su huella de C.

Como principales conclusiones podemos establecer que existe una reducción promedio de la huella de carbono del 33% en ecológico, debida en gran medida al secuestro de C.

Se podrían alcanzar huellas de C negativas en ecológico si las prácticas recomendadas se generalizasen más.

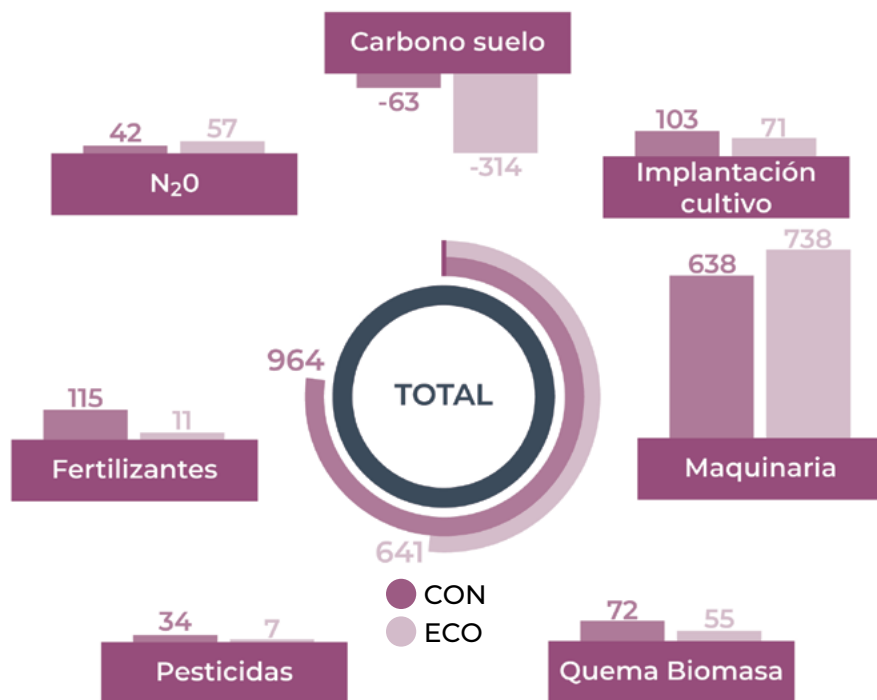
Gráfico 9. Huella de C por Kg de producto en viñedo.
(Kg CO₂ eq/kg producto)



Gran parte del potencial de mitigación en viñedo es a través del secuestro de C promovido por las cubiertas vegetales, las enmiendas orgánicas y la reincorporación de restos de poda. Es muy recomendable potenciar estas prácticas culturales.

RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 10. Emisiones de GEI por hectárea en viñedo.
(Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

FRUTOS SECOS

Los frutales de fruto seco incluyen un grupo heterogéneo de cultivos leñosos de los que se cosechan semillas con bajo contenido en agua, generalmente ricas en grasas, proteínas y oligoelementos. Algunas de las especies más representativas son el almendro, avellano, nogal, castaño, pistachero o anacardo. La mayoría de ellos se cultivan ampliamente en clima mediterráneo.

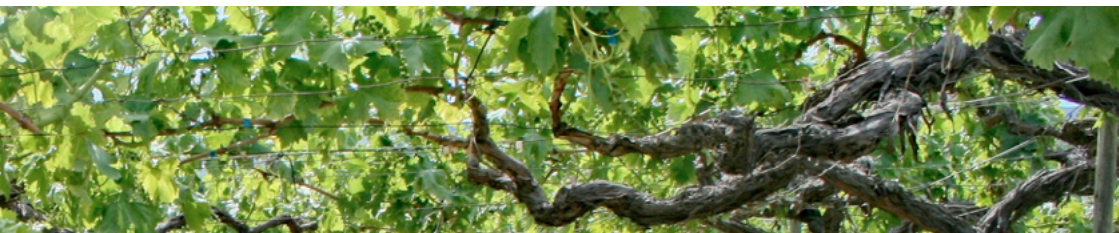
Los frutos secos se cultivaron en ecológico en 2017 en 146.977 hectáreas en España, lo que representa el 17% de la superficie de frutos secos, uno de los mayores porcentajes de entre todos los grupos de cultivo. Andalucía concentra un 37% de esta superficie, seguida por Castilla-

La Mancha (23%), Murcia (20%), y Comunidad Valenciana (5%). Estas 4 comunidades autónomas suman el 86% de la superficie estatal de frutos secos ecológicos. (MAPAMA, 2018).

Los frutos secos poseen características que podrían contribuir a mitigar el cambio climático principalmente a través del secuestro de carbono. Sin embargo, en la actualidad la mayor parte de este potencial de mitigación y adaptación está desaprovechado, quizás porque en muchos casos se trata de cultivos deprimidos localizados en suelos muy pobres donde la práctica más habitual de manejo es el mantenimiento del suelo desnudo, total o parcialmente, y donde además no suelen aprovecharse los restos de poda.

Entre los principales resultados obtenidos enumeramos los siguientes:

- Los frutos secos en ecológico están asociados a emisiones de GEI generalmente bajas. El secuestro de carbono se promueve notablemente con las cubiertas vegetales, pero éstas a menudo no son implementadas al encontrarse en zonas deprimidas, lo que perjudica su desempeño en términos de huella de carbono.
- Es importante un manejo adecuado de las cubiertas para que ayuden a promover el rendimiento del cultivo (y no a reducirlo) y optimizar el secuestro de C y otros servicios ecosistémicos.



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

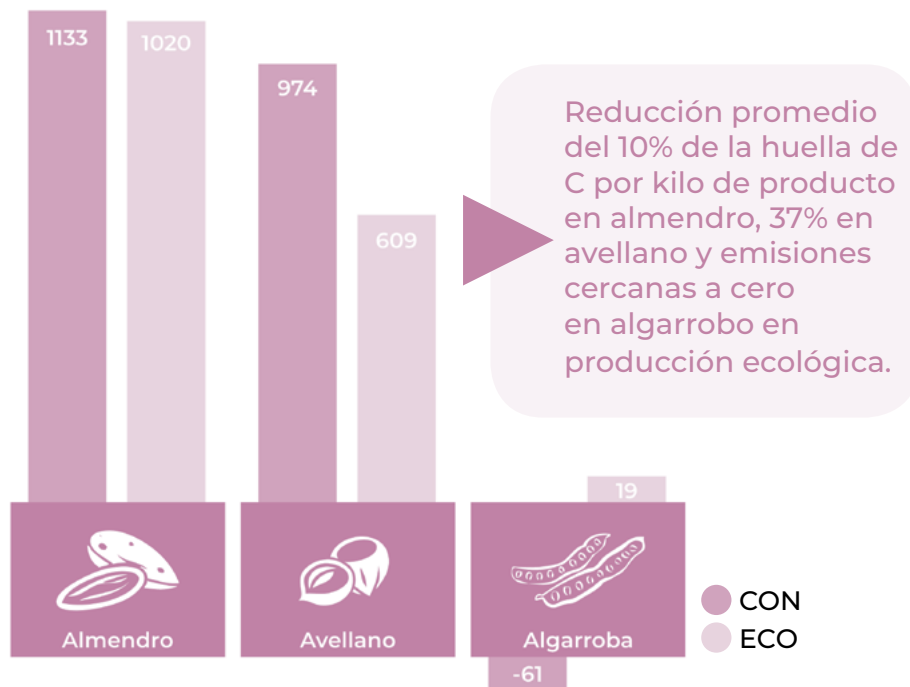
30

- El secuestro de carbono en ecológico se podría promover más con la aplicación más generalizada de cubiertas vegetales y el uso de enmiendas orgánicas. Además, los restos de poda se podrían incorporar al suelo. Las tres prácticas tienen un alto potencial de secuestro de C, más aún si se trata principalmente de recursos de la propia finca. Existe un gran potencial para reducir la huella de carbono del manejo ecológico, pudiendo alcanzar valores negativos, si estas prácticas se expanden.

A nivel general, a través de los estudios analizados se puede afirmar que la reducción promedio de la huella de carbono es del 10% en almendro, el 37% en avellano y emisiones cerca-

nas a cero en algarrobo. Además, se podrían alcanzar huellas de C negativas en ecológico si las prácticas recomendadas se generalizasen más.

Gráfica 11. Huella de C por kg de producto en frutos secos. (Kg CO₂ eq/kg producto)

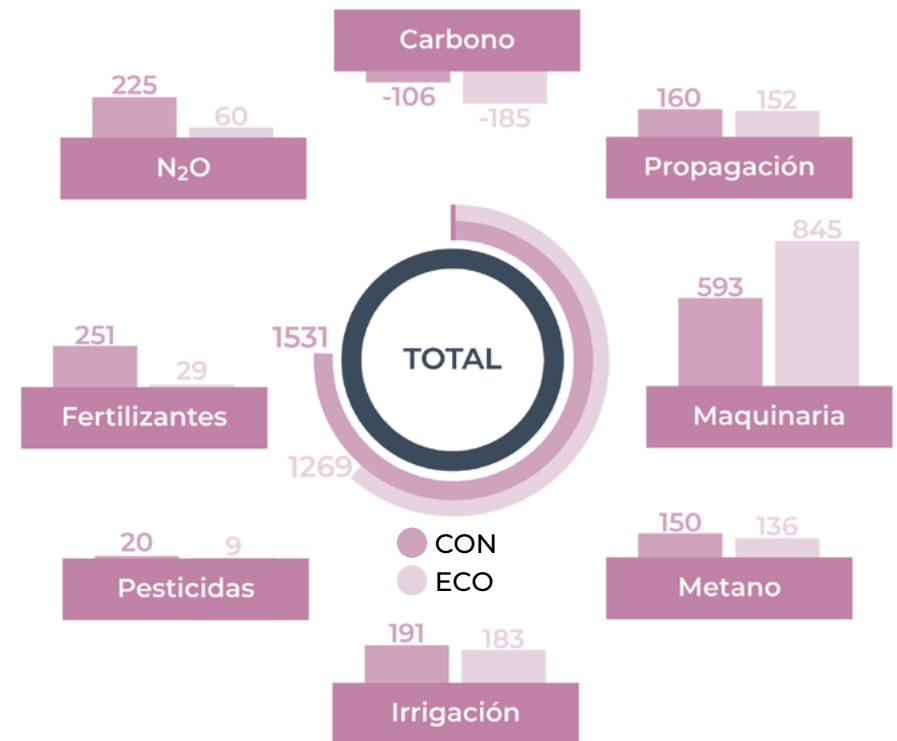


RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

31

A través de prácticas recomendadas como las cubiertas vegetales, las enmiendas orgánicas y la reincorporación de restos de poda, se podrían alcanzar huellas de C negativas en ecológico.

Gráfico 12. Emisiones de GEI por hectárea en frutos secos. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

FRUTALES NO CÍTRICOS

Los frutales incluyen un grupo heterogéneo de cultivos leñosos de los que se cosechan frutos con alto contenido en agua, generalmente ricos en azúcares, fibra y vitaminas. Algunas de las especies más representativas son el melocotonero, manzano, ciruelo, peral, platanera (aunque el plátano no es un cultivo leñoso suele incluirse dentro del grupo de árboles frutales) o mango. Muchos de ellos se cultivan ampliamente en clima mediterráneo.

Los frutales se cultivaron en ecológico en 2017 en 9.833 hectáreas (incluyendo frutales, subtropicales y plataneras), lo que apenas representa el 3% de la superficie de frutales en España, uno de los menores porcentajes de entre todos los grupos de cultivo. Andalucía concentra un 26% de esta superficie, seguida por Extremadura (16%), Comunidad Valenciana (9%) y Murcia (6%). Estas 4 comunidades autónomas suman el 57% de la superficie estatal de frutales ecológicos. En España, en 2015, los frutales ecológicos con mayor superficie de cultivo fueron la higuera (7%), el manzano (7%) y el albaricoque (6%). (MAPAMA, 2018).

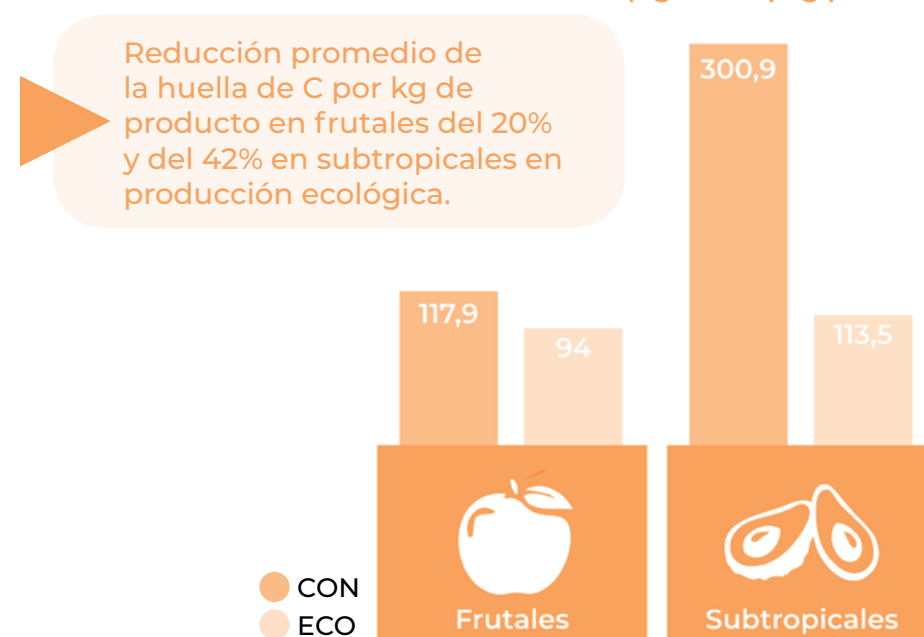
Principales resultados y propuestas de mejora:

- Los frutales están asociados a emisiones de GEI por hectárea generalmente altas, que se ven reducidas bajo manejo ecológico debido al secuestro de carbono y a la ausencia de fertilizantes sintéticos.
- Las emisiones por kg de producto también son en promedio más bajas en ecológico, pero puede diferir en cada caso.
- El secuestro de carbono en ecológico se podría promover más con la aplicación más generalizada de cubiertas vegetales, restos de poda y enmiendas orgánicas. Estas prácticas tienen un alto potencial de secuestro de C, y, excepto las enmiendas, pueden basarse en recursos de la propia finca, lo que significa que no dependen de fuentes externas (que podrían estar limitadas a nivel local), así que potencialmente pueden extenderse por todo el territorio.

RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

- Es importante un manejo adecuado de las cubiertas para que ayuden a promover el rendimiento del cultivo (y no a reducirlo) y optimizar el secuestro de C y otros servicios ecosistémicos.

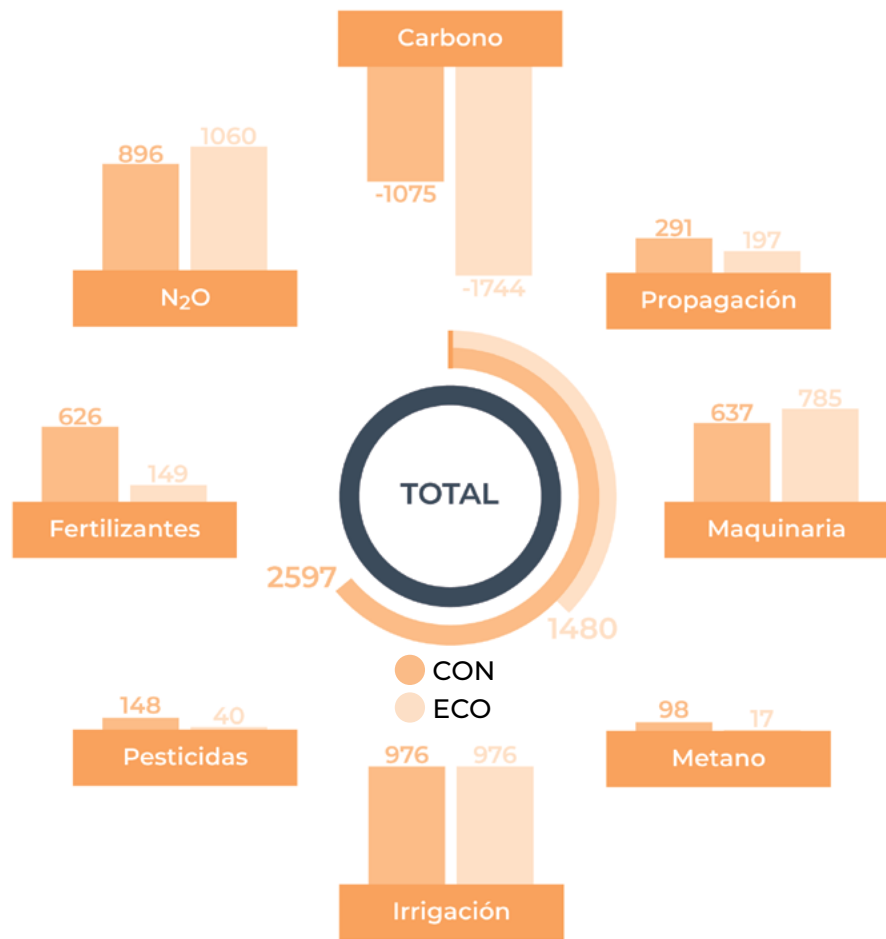
Gráfico 13. Huella de C por kg de producto en frutales no cítricos.
(Kg CO₂ eq/kg producto)



A través de prácticas recomendadas como las cubiertas vegetales, las enmiendas orgánicas y la reincorporación de restos de poda, se podrían alcanzar huellas de C negativas en ecológico.

RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 14. Emisiones de GEI por hectárea en frutales no cítricos. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

CÍTRICOS

Muchas áreas mediterráneas son importantes regiones exportadoras de cítricos. De hecho, 6 de los 8 mayores exportadores de naranjas y mandarinas a nivel global en 2013, son países mediterráneos (España, Sudáfrica, Egipto, Turquía, Grecia y Marruecos) (FAO, 2018).

Los cítricos se cultivaron en ecológico en 12.087 hectáreas, lo que representa apenas el 4% de la superficie de cítricos en España, uno de los menores porcentajes de entre todos los grupos de cultivo. Andalucía concentra un 59% de esta superficie, seguida por Murcia (19%), y la Comunidad Valenciana (18%). Estas 3 comunidades autónomas suman el 96% de la superficie estatal de cítricos ecológicos. (MAPAMA, 2018).

Los cítricos son cultivos leñosos, lo que significa que almacena carbono en su biomasa y que poseen características que podrían contribuir a mitigar el cambio climático principalmente a través del secuestro de car-

bono, que también implicaría mejorar el potencial de adaptación.

Tras el análisis de los diferentes estudios, se ha detectado que los cítricos en ecológico están asociados a emisiones de GEI menores que en convencional, tanto por hectárea (47%-90% de reducción) como por kg de producto (44%-69% de reducción).

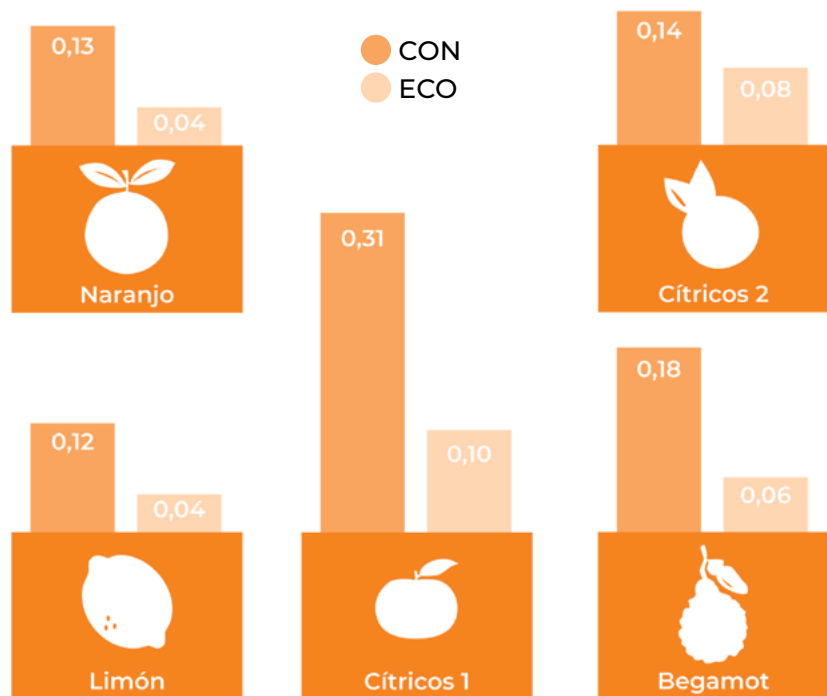
Por otra parte, el secuestro de carbono en ecológico se podría promover más con la aplicación más generalizada de cubiertas vegetales, el uso de enmiendas orgánicas y la incorporación al suelo de los restos de poda. Esto significa que estas prácticas no dependen de fuentes externas que pueden estar limitadas a nivel local, así que podrían extenderse por todo el territorio.

En síntesis, las reducciones de la huella de carbono están en algo más del 60% en varios estudios sin tener en cuenta el secuestro de C, lo que puede suponer que este porcentaje sea aún mayor. Además, el secuestro de C puede compensar cerca del 50% de las emisiones.



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 15. Huella de C por Kg de producto en cítricos.
(Kg CO₂ eq/kg producto)

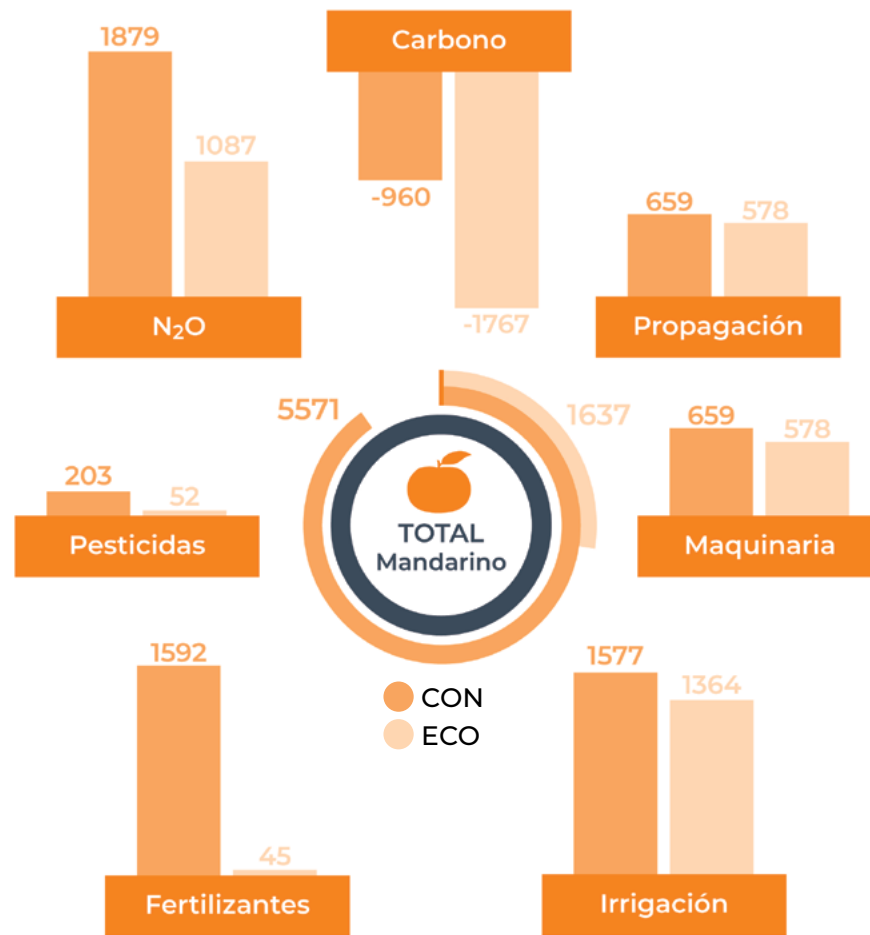


Reducción de >60% de la huella de C por kilo de producto en cítricos en producción ecológica en varios estudios sin tener en cuenta el secuestro de carbono.

El secuestro de C en cítricos ecológicos puede compensar cerca del 50% de sus emisiones de cultivo.

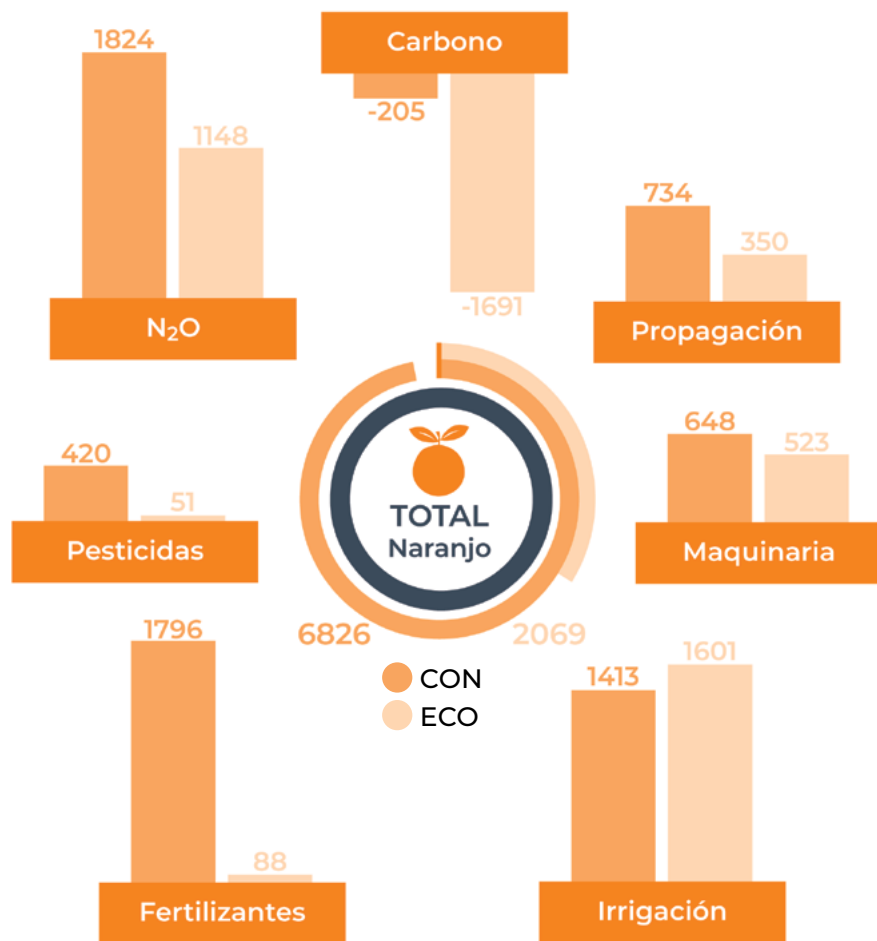
RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 16-1. Emisiones de GEI por hectárea en cítricos.
(Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS CULTIVOS LEÑOSOS

Gráfico 16-2. Emisiones de GEI por hectárea en cítricos. (Kg CO₂ eq/ha)



RESULTADOS GANADERÍA

Las especies monogástricas están representadas por el ganado porcino y el avícola. Por su parte, las especies rumiantes incluyen el ganado vacuno, el ovino y el caprino.

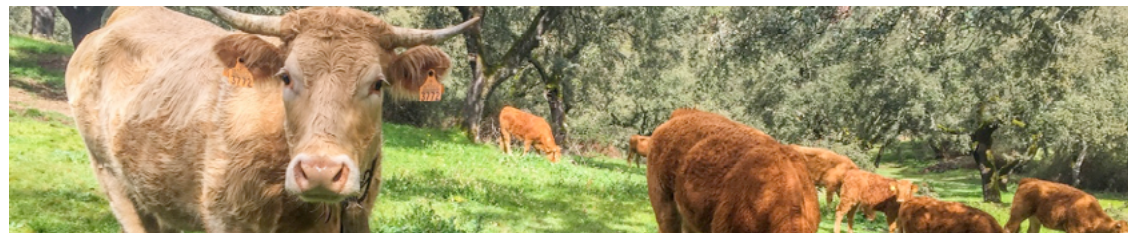
El sector porcino ecológico representa una proporción extremadamente pequeña en comparación con el total de cabaña ganadera de este sector. Castilla y León es la comunidad autónoma que más toneladas de porcino ecológico produce.

En España, la producción avícola ha sido el sector ganadero que ha experimentado un mayor aumento en su censo en las últimas décadas.

Al igual que pasa con la producción de carne de porcino, la carne de ave ecológica representa un porcentaje muy pequeño de la producción total nacional. La comunidad autónoma que más carne de ave ecológica produce es Galicia.

El porcentaje de censo de vacuno dedicado a la producción en ecológico es mayor que en otras especies, aunque sigue siendo un porcentaje bajo, del 3,5% (MAPAMA, 2017c). Andalucía es la comunidad autónoma con la mayor producción de carne de vacuno ecológico, con el 78% de la producción (MAPAMA, 2017b).

La explotación del ovino en sistemas ecológicos sigue una tendencia al alza. El censo de ovino en ecológico se situó en 2016 en 16.943 cabezas para el ovino de leche (un 0,55% del total) y 565.574 para el ovino de carne (un 4,39%) (MAPAMA, 2017c). Dentro de la producción ecológica del sector, las comunidades autónomas que lideraron la producción fueron Canarias en el caso de la leche (47% de la producción) y Andalucía en el de la carne (83% de la producción) (MAPAMA, 2017b), mientras que es Galicia la que destaca con un 43% en la producción de leche de vacuno ecológico (MAPAMA, 2018).



Respecto al ganado caprino, en la explotación ecológica de esta especie, Andalucía es la comunidad autónoma que destaca en ambos tipos de aprovechamientos, con el 69% de la producción de leche y el 59% de la producción de carne (MAPA-MA, 2017b).

Se ha detectado un bajo número de estudios sobre ganadería y emisiones de GEI en sistemas mediterráneos. No obstante, la información existente muestra que el principal componente de la huella de carbono de la ganadería se debe a la producción de piensos y a la deforestación para ampliar la superficie de cultivo de materias primas para la alimentación animal.

En este sentido, ya que la ganadería ecológica está vinculada al suelo, cobra especial importancia el modelo extensivo sobre pastos permanentes, lo que conlleva a una alta capacidad de almacenaje de C.

Los pastos favorecen el secuestro de C, por el menor laboreo y la mayor cobertura vegetal que tienen asociadas.

En el caso de los pastos arbolados, como son las dehesas, existe un mayor secuestro de C,

especialmente bajo la copa de los árboles. Los pastizales arbolados además contribuyen a la mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento de carbono en la biomasa leñosa y la producción de energía renovable (leña).

Así, desde el punto de vista de las producciones ecológicas, algunas de las estrategias más interesantes para reducir la huella de C son las centradas en la disminución de la dependencia de alimento procedente de cultivos y en el aprovechamiento de pastizales, que no tiene otra posibilidad de aprovechamiento. También hay un gran potencial en la utilización para alimentación animal de fuentes de biomasa actualmente subutilizadas, como los residuos de cosecha y agroindustria. Además hay que considerar el papel de la ganadería extensiva en la prevención de incendios, con lo que se evita la masiva liberación de C a la atmósfera.

La mitigación de GEI de la ganadería ecológica también puede abordarse de forma indirecta a través del aumento de la productividad. Este enfoque incluiría prácticas como la optimización del rebaño o la optimización de la alimentación.

El estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento” destaca que las tendencias esperadas en los patrones climáticos ponen en peligro la producción agropecuaria en la

cuenca mediterránea, haciendo necesaria la adopción de medidas que incrementen la resiliencia de los sistemas productivos, contrarrestando las pérdidas en producción y en la calidad de los suelos que se pronostican.

La agricultura ecológica posee un alto potencial de adaptación al cambio climático y al agotamiento de recursos, principalmente a través de 3 tipos de prácticas:

- **Manejo de la biodiversidad:** la diversidad a distintos niveles es la base de la resiliencia de los sistemas ecológicos. Incluye la diversificación a distintas escalas, enmarcada dentro del concepto de biodiversidad funcional. Abarca desde el número y tipo de variedades de cultivo y razas de ganado, las especies silvestres asociadas, hasta la biodiversidad a escala de paisaje.
- **Manejo de la materia orgánica:** las prácticas agroecológicas que fomentan la acumulación de materia orgánica en el suelo cumplen el doble objetivo de promover la mitigación del cambio climático, a través del secuestro de carbono, y la adaptación a sus efectos, por el impacto positivo de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo.
- **Reducción de insumos externos:** Esta estrategia, asociada a la ausencia de fertilizantes y pesticidas de síntesis en agricultura ecológica, también tiene beneficios sobre la adaptación y la mitigación, al reducir la dependencia y vulnerabilidad ante los efectos del pico de los combustibles fósiles, a la vez que reduce las emisiones asociadas a su uso.

La agricultura ecológica posee una alta capacidad de adaptación frente al cambio climático y al agotamiento de recursos.

Los esfuerzos en mitigación deben coordinarse con los de adaptación y con los de reducción del resto de impactos ambientales.

En este sentido, las prácticas agroecológicas logran reducir al mismo tiempo los impactos y los riesgos asociados al cambio climático.

Las tres estrategias de adaptación agroecológica son:

- Manejo de la biodiversidad
- Manejo de la materia orgánica
- Uso de energías renovables

Es necesaria más investigación para desarrollar todo el potencial de las prácticas agroecológicas para la adaptación al

cambio climático, poniendo énfasis en las posibles interacciones con el resto de los aspectos de la sostenibilidad.

Imagen 3. Adaptación a través del manejo de la materia orgánica.



En el estudio “Producción Ecológica Mediterránea y Cambio Climático: Estado del conocimiento” se recogen una serie de conclusiones diferenciadas según se trate del número de estudios realizados hasta la fecha, de las metodologías usadas en estos estudios y sobre las emisiones de GEI bajo manejo ecológico en condiciones mediterráneas.

En relación a los estudios realizados, aunque se cuenta con un gran número de estudios, existen importantes lagunas para algunos tipos de emisión, producción y manejo. Especialmente es destacable la poca información sobre ganadería lo que impide derivar conclusiones en ecológico. Además, se

han detectado problemas metodológicos, en unos casos por tratarse de carencias metodológicas (estudios sobre N₂O), en otros por detectar importantes sesgos metodológicos que pueden perjudicar la evaluación del manejo ecológico (estimación del secuestro de C) y en otros por no encontrarse adaptados a condiciones mediterráneas (estudios sobre manejo de estiércol y CH₄ entérico). Por último, destaca la necesidad de integrar el conocimiento sobre emisiones y sumideros biogénicos de GEI en condiciones mediterráneas en los modelos de Análisis del Ciclo de Vida de (ACV) estimación de la huella total de C, su omisión en los ACV penaliza los sistemas ecológicos de bajos insumos y extensivos.

Las conclusiones en relación a las emisiones de GEI bajo manejo ecológico en condiciones mediterráneas destacan la existencia de una fuerte evidencia de que el manejo ecológico de los cultivos contribuye a la mitigación del cambio climático a través de:

- Reducción en las emisiones de N₂O por el uso de fertilizantes orgánicos y menores aportes.
- Incremento del secuestro de C, por ejemplo a través de las cubiertas vegetales o el uso de variedades tradicionales.
- Exclusión de las emisiones de la producción de fertilizantes y pesticidas sintéticos.
- Disminución de la huella total de C por kg de producto en la mayor parte de los cultivos estudiados.

Una vez caracterizadas las prácticas culturales que más favorecen la reducción de huella de C, se reconoce mucho potencial adicional de mejora en eco-

lógico, ya que las emisiones de GEI están más vinculadas a las prácticas concretas que al manejo en sí.

Algunas de las prácticas más prometedoras son:

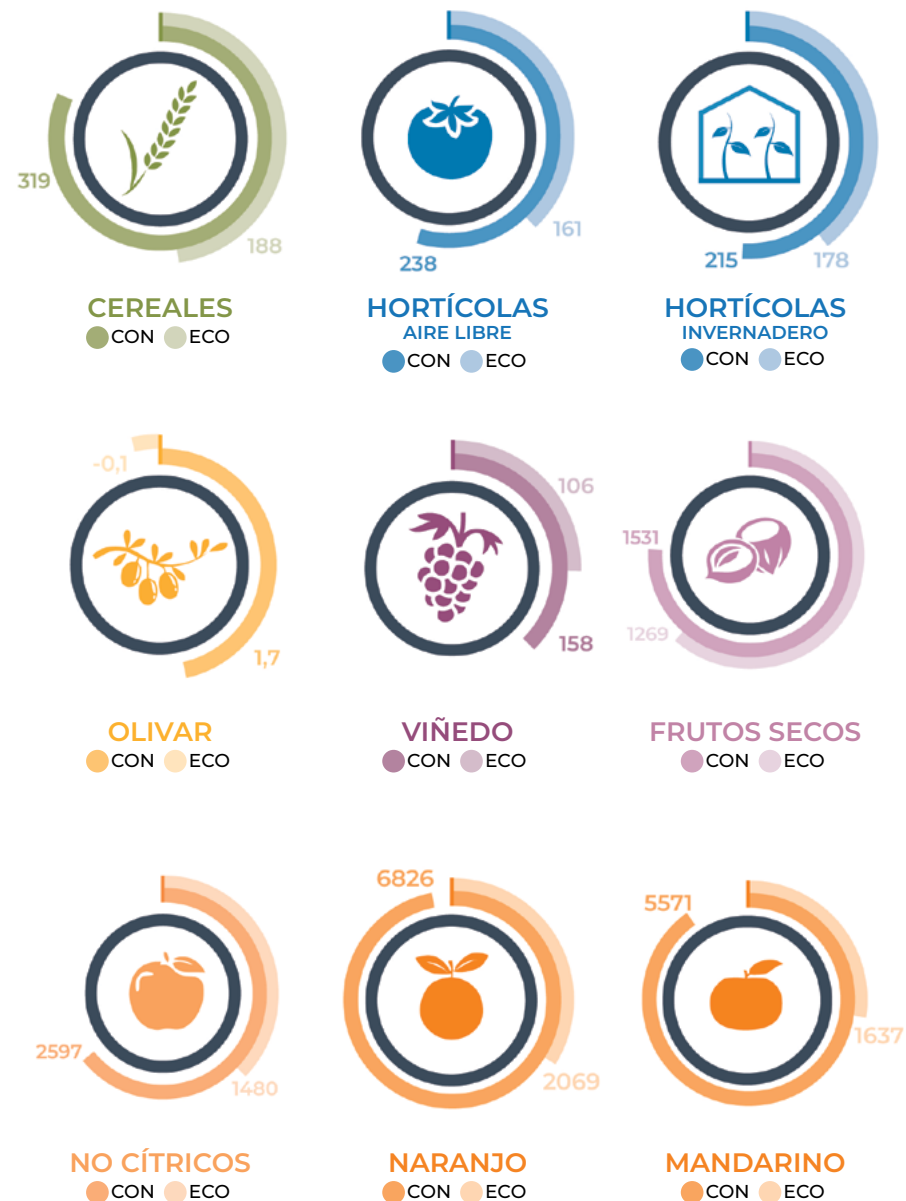
- Implantación de cubiertas vegetales
- Reincorporación de los restos de poda
- Reciclaje de los residuos de la agroindustria
- Reducción del laboreo
- Uso de energías renovables
- Uso de variedades tradicionales

La efectividad de las prácticas es variable en cada situación, por ello no es fácil generalizar, por lo que son necesarios más estudios en cada condición específica.

No obstante, si podemos destacar que algunos de los cultivos en los que existe mayor evidencia de una fuerte mitigación en ecológico son los cereales de invierno, el olivar, los subtropicales y los cítricos.



Imagen 4. Promedio de Reducción de Emisiones en cultivos ecológicos. (Kg CO₂ eq/ha)



- Aguilera E, Lassaletta L, Sanz-Cobena A, Garnier J, Vallejo A (2013a) The potential of organic fertilizers and water management to reduce N₂O emissions in Mediterranean climate cropping systems. A review. *Agric, Ecosyst Environ* 164:32-52. doi: 10.1016/j.agee.2012.09.006.
- Aguilera E, Lassaletta L, Gattinger A, Gimeno BS (2013b) Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems. A meta-analysis. *Agric, Ecosyst Environ* 168: 25-36.
- Bennetzen, E. H., P. Smith & J. R. Porter (2016) Decoupling of greenhouse gas emissions from global agricultural production: 1970-2050. *Global Change Biology*, 22, 763-781.
- Birkhofer, K., T. M. Bezemer, J. Bloem, M. Bonkowski, S. Christensen, D. Dubois, F. Ekelund, A. Fliessbach, L. Gunst, K. Hedlund, P. Maeder, J. Mikola, C. Robin, H. Setälä, F. Tatin-Froux, W. H. Van der Putten & S. Scheu (2008) Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2297-2308.
- Cayuela ML, Aguilera E, Sanz-Cobena A, Adams DC, Abalos D, Barton L, Ryals R, Silver WL, Alfaro MA, Pappa VA, Smith P, Garnier J, Billen G, Bouwman L, Bondeau A, Lassaletta L (2017) Direct nitrous oxide emissions in Mediterranean climate cropping systems: emission factors based on a meta-analysis of available measurement data. *Agric, Ecosyst Environ* 238: 25-35.
- Crowder, D. W. & J. P. Reganold (2015) Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 7611-7616.
- FAO. 2018. <http://www.fao.org/faostat/es/#dat a/QA/visualize>.
- Françaviglia R, Di Bene C, Farina R, Salvati L, Vicente-Vicente JLJM, Change ASfG (2019) Assessing "4 per 1000" soil organic carbon storage rates under Mediterranean climate: a comprehensive data analysis. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9832-x>.
- Garnier, J., G. Billen, G. Vilain, M. Benoit, P. Passy, G. Tallec, J. Tournebise, J. Anglade, C. Billy, B. Mercier, P. Ansart, A. Azougui, M. Sebilo & C. Kao (2014) Curative vs. preventive management of nitrogen transfers in rural areas: Lessons from the case of the Orgeval watershed (Seine River basin, France). *Journal of Environmental Management*, 144, 125-134.
- Gattinger, A., A. Muller, M. Haeni, C. Skinner, A. Fliessbach, N. Buchmann, P. Mäder, M. Stolze, P. Smith & N. E.-H. Scialabba (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 18226-18231.
- Gomiero, T., M. G. Paoletti & D. Pimentel (2008) Energy and environmental issues in organic and conventional agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27, 239-254.
- Gomiero, T., D. Pimentel & M. G. Paoletti (2011) Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 95-124.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). 2013. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España 1990-2011*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2017a) *Agricultura ecológica. Estadísticas 2016*.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2017b) *DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE POTENCIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERLOCUCIÓN Y VERTEBRACIÓN DEL SECTOR DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE ESPAÑA*.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2017c) *ESYRCE encuesta sobre superficies y rendimientos 2017*.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2018) *Agricultura ecológica. Estadísticas 2017*.
- Reganold, J. P., L. F. Elliott & Y. L. Unger (1987) Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature*, 330, 370-372.
- Reganold, J. P. & J. M. Wachter (2016) Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 15221.
- Smith, L. G., A. G. Williams & B. D. Pearce (2015a) The energy efficiency of organic agriculture: A review. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30, 280-301.
- Tubiello, F. N., M. Salvatore, A. F. Ferrara, J. I. House, S. Federici, S. Rossi, R. Biancalani, R. D. C. Golec, H. Jacobs, A. Flammini, P. Prospero, P. Cardenas-Galindo, J. Schmidhuber, M. J. S. Sanchez, N. Srivastava & P. Smith (2015) The Contribution of Agriculture, Forestry and other Land Use activities to Global Warming, 1990-2012. *Global Change Biology*, 21, 2655-2660.
- Tubiello, F. N., M. Salvatore, S. Rossi, A. Ferrara, N. Fitton & P. Smith (2013) The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. *Environmental Research Letters*, 8, 015009.
- Tuck, S. L., C. Winqvist, F. Mota, J. Ahnström, L. A. Turnbull & J. Bengtsson (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 746-755.
- Vicente-Vicente JL, García-Ruiz R, Francaviglia R, Aguilera E, Smith P (2016) Soil carbon sequestration rates under Mediterranean woody crops using recommended management practices: A meta-analysis. *Agric, Ecosyst Environ* 235:204-214. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.024>.
- Zalecka, A., S. Bugel, F. Paoletti, J. Kahl, A. Bonanno, A. Dostalova & G. Rahmann (2014) The influence of organic production on food quality - research findings, gaps and future challenges. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 2600-2604.



ecovalia

www.ecovalia.org



Cátedra de Producción Ecológica
ECOVALIA - CLEMENTE MATA

www.uco.es/ganaderiaecologica