

# GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS CARBOCERT

“Secuestro de carbono y mejora de los suelos  
en cultivos agrícolas mediterráneos”

carbocert



**GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS  
AGRARIAS CARBOCERT**

**“Secuestro de carbono y mejora de los suelos en  
cultivos agrícolas mediterráneos”**



# ÍNDICE

<b>1. Prólogo.....</b>	<b>07</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>13</b>

## TRIGO

<b>3. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en trigo .....</b>	<b>17</b>
3.1.- TÉCNICAS PARA EL SECUESTRO DE CARBONO EN TRIGO.....	21

## OLIVAR

<b>4. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en Olivar .....</b>	<b>29</b>
4.1. CUBIERTAS DE RESTOS DE PODA.....	33
4.2. CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA .....	37
4.3. CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA.....	41

## VIÑEDO

<b>5. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en Viña .....</b>	<b>47</b>
5.1. APLICACIÓN DE ENMIENDAS.....	51
5.2. CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA .....	57
5.3. CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA.....	61
5.4. INCORPORACIÓN DE RESTOS DE PODA DE INVIERNO .....	65
5.5. INCORPORACIÓN DE RESTOS DE PODA EN VERDE.....	69

## CÍTRICOS

<b>6. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en Cítricos .....</b>	<b>73</b>
6.1. CUBIERTAS DE RESTOS DE PODA .....	77
6.2. CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA .....	81
6.3. CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA.....	85

## ALMENDRO

<b>7. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en Almendro .....</b>	<b>89</b>
7.1. CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA .....	93
7.2. CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA.....	97
7.3. INCORPORACIÓN DE RESTOS DE PODA DE INVIERNO .....	101
7.4. INCORPORACIÓN DE RESTOS DE PODA EN VERDE.....	105

## ARROZ

<b>8. Prácticas agrícolas secuestradoras de carbono en Arroz .....</b>	<b>109</b>
8.1. TÉCNICAS PARA EL SECUESTRO DE CARBONO EN ARROZ .....	113



## Autores

Esteban Medina, A. (UNE)

Bellón García, X. (UNE)

Gómez Martín, J.C. (AENOR)

Fuentes Pérez, J.L. (AENOR)

Llorente Pérez, E. (AENOR)

Olmos Sandoval, A. (AENOR)

Ordóñez-Fernández, R. (IFAPA)

Carbonell-Bojollo, R.M. (IFAPA)

Moreno-García, M. (IFAPA)

Repullo-Ruibérriz de Torres, M.A. (IFAPA)

Veroz-González, O. (AEAC-SV)

Martínez Eixarch, M. (IRTA)

Català Forner, M. (IRTA)

Belenguer-Manzanedo, M. (IRTA)

Savé Montserrat, R. (IRTA)

Funes Mesa, I. (IRTA)

Aranda Frattarola, X (IRTA)

de Herralde Traveria, F. (IRTA)

Serra Graells, E. (IRTA)

Sanchez Costa , E. (IRTA)

Vidal Balart, M. (IRTA)

Hermoso León, J.F. (IRTA)

Fibla Queralt, J.M. (IRTA)

Miarnau Prim, X. (IRTA)

Gener Cogul, J. M. (IRTA)

Rincón García, P. (ASAJA)

Caballero Rubiato, J. (ASAJA)

García García, Y. (ASAJA)

Agradecimientos:

Almagro Bonmatí, M. (CEBAS-CSIC)







Nombre de la actuación  
**GO CARBOCERT**

Actuación cofinanciada por la Unión Europea

*Europa invierte en las zonas rurales*

Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

INVERSIÓN:  
Total 517.432,66 €  
Cofinanciación UE 80 %

## Cambio climático y pérdida de suelo agrícola

La abrumadora conclusión del informe del Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico (FAO y GTIS. 2015.) es que “la mayoría del recurso suelo del mundo está en una condición aceptable, pobre o muy pobre. Las amenazas más significativas para la función del suelo a escala global son la erosión del suelo, la pérdida del carbono orgánico del suelo (COS), y el desequilibrio de nutrientes”.

Cada año se pierden 3,4 toneladas de suelo fértil por habitante en el planeta y se prevé que para el año 2050 se reduzca a la mitad la superficie total de suelos fértiles.

Al mismo tiempo se prevé que el aumento en la demanda de alimentos a nivel mundial supere el 60% para el año 2050, respecto a los niveles de 2006. El IPCC destaca que *“el cambio climático afecta a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: disponibilidad (rendimiento y producción), acceso (precios y capacidad para obtener alimentos), utilización (nutrición y preparación de alimentos) y estabilidad (alteraciones de la disponibilidad)”*<sup>1</sup>.

La incongruencia entre estas dos alarmantes constataciones es la que ha llevado al Grupo Operativo CARBOCERT a querer contribuir a dicho reto mediante la puesta en marcha de metodologías que permitan contabilizar el aumento de carbono que se produce en los suelos agrícolas y en las estructuras fijas y perdurables como consecuencia de la aplicación de prácticas agronómicas sostenibles, de manera que se contribuya en la lucha contra el cambio climático a nivel individual y colectivo

## Necesidad de una guía de buenas prácticas para la captura del carbono

El sector agrícola se considera uno de los sectores que puede verse más afectado por el cambio climático como consecuencia de la estrecha relación que existe entre las actividades agrarias y el clima. Los cambios previstos podrían afectar a los rendimientos agrícolas, así como a la elección de los cultivos y lugares dedicados a las producciones. Si no se produce una adaptación a tiempo y se toman medidas para mitigar los efectos del cambio climático, las consecuencias económicas, sociales y ambientales podrían ser considerables teniendo en cuenta el importante papel que desempeña este sector productivo, tanto como proveedor de alimentos como de bienes y servicios ambientales.

*“El uso de la tierra para fines agrícolas, silvícolas y de otra índole supone el 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, los procesos naturales de la tierra absorben una cantidad de dióxido de carbono equivalente a prácticamente una tercera parte de las emisio-*

---

<sup>1</sup> Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) informe especial sobre el cambio climático y la tierra. 8 de agosto 2019

nes de dióxido de carbono causadas por la quema de combustibles fósiles y la industria”<sup>2</sup>.

En este contexto es imprescindible comparar y calcular correctamente los cambios en el contenido en carbono orgánico en suelos, así como su acumulación. Estas variaciones son atribuibles a las características fisicoquímicas del suelo (densidad aparente, pedregosidad, textura o contenido en limo, arcilla y arena, profundidad, tiempo desde la última transición, etc.), pero también a las condiciones climáticas (precipitación, ETP, temperatura, déficit hídrico...) y agronómicas (variedad plantada, densidad, laboreo del cultivo y/o suelo, tipología de la mecanización, tipología de los aportes orgánicos al suelo, etc.)

Primer responsable de la selección de prácticas y manejos agrícolas, el agricultor se sitúa en primera línea de la lucha contra el cambio climático, pero también en un actor principal en la mitigación del impacto de cambio climático en sus propias cosechas.

**El propósito de esta Guía es ofrecer con sencillez y claridad una serie de manejos agrícolas, en seis cultivos de referencia en el contorno mediterráneo (trigo, olivo, vid, cítricos, almendro y arroz), que han demostrado científicamente su eficacia no solo en el aumento de secuestro de carbono en los suelos y en las estructuras perennes, pero también en cuestiones de mejora de la biodiversidad, de retención de agua, etc.**

Esta Guía no tiene carácter normativo, es un documento orientativo para lograr los objetivos y los fines fijados.

El agricultor se enfrenta a un exceso de información, la cual en muchos casos se presenta de manera heterogénea, impidiendo que los resultados derivados de ensayos experimentales contribuyan a la implantación de tratamientos y prácticas más beneficiosas para los suelos agrícolas y para apoyar la lucha contra el cambio climático.

A través de esta guía, el agricultor podrá, según el cultivo y las características fisicoquímicas de su explotación, escoger los manejos y prácticas que mejor se adapten a su proceso productivo permitiéndole así contribuir a paliar la pérdida de suelos fértiles que se derivan de la aplicación de prácticas intensivas.

Los seis cultivos seleccionados en el marco del presente proyecto (trigo, arroz, cítricos, vid, olivar y almendro), ocuparon en el año 2015 un total de 6.963.911 ha<sup>3</sup>, lo que supone más del 40% de la superficie agrícola nacional, tratándose además todos ellos de cultivos con presencia muy importante en el entorno mediterráneo, lo que da idea del potencial del proyecto para establecer acciones en la lucha contra el cambio climático que tengan aplicación directa en España.

## Metodología seguida para la elaboración de esta guía

El Grupo Operativo CARBOCERT (GO CARBOCERT) nace de la iniciativa de la Asociación Europea para la innovación en materia de productividad y sostenibili-

---

<sup>2</sup> Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) informe especial sobre el cambio climático y la tierra. 8 de agosto 2019

<sup>3</sup> Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos del año 2015 publicada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

dad agrícola, financiada por el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER) que junto al Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación del Gobierno de España impulsan y financian proyectos innovadores para elaborar formas de producción agrícolas más sostenibles y respetuosas del medio ambiente, pero a la vez más productivas y generadoras de competitividad.



Financiado a través de una subvención, el proyecto tiene como objetivos principales la elaboración y la difusión de esta guía, así como la creación de un esquema de certificación de estas prácticas.

Este proyecto tiene una duración limitada de dos años por lo que la mayoría de la base científica se apoya en estudios ya realizados.

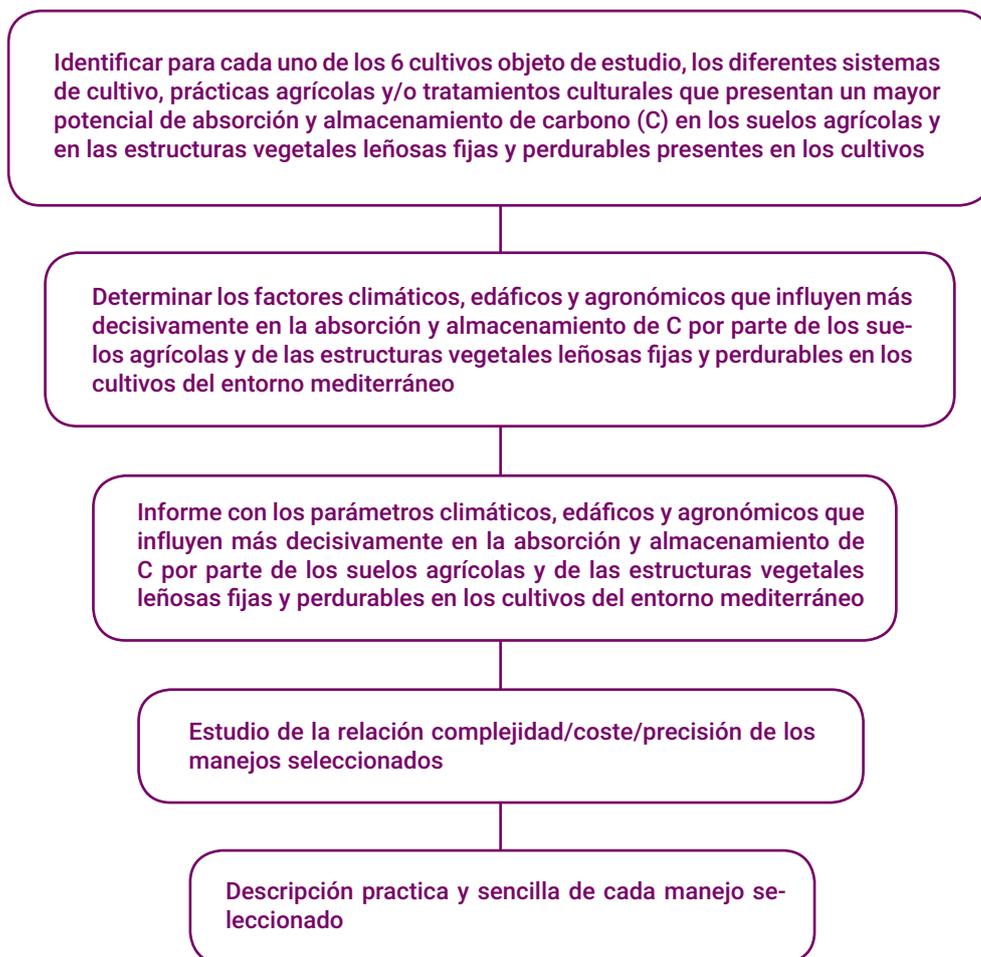
Desde el punto de vista científico, se revisaron los principales estudios que avalan el secuestro de carbono en los suelos, identificando las publicaciones más relevantes en la materia, así como las técnicas agrarias y tratamientos empleados para conseguir dicho secuestro. Esta búsqueda incluyó también la identificación de los principales equipos científicos que trabajan en la materia a nivel nacional y de los proyectos más relevantes llevados a cabo en los últimos años. En la revisión bibliográfica priorizaron los artículos de autores de grupos españoles y cuando los resultados fueron escasos o nulos (como en el caso del arroz) se recurrió a investigación o experimentación internacional.

La recopilación de la información anteriormente mencionada se ha llevado a cabo a través de diferentes fuentes primarias y secundarias, entre las que se incluyen:

- Consultas a las principales BBDD y revistas de prestigio.
- Búsqueda en redes científicas (Red Remedia, Grupos PAIDI, etc.).
- Conocimiento y contactos derivados de la presencia en diferentes foros y congresos relacionados con la temática de secuestro de carbono en la agricultura.

El proceso de selección de los manejos agrícola lo mostramos **en la página siguiente**.

Las prácticas se han seleccionado teniendo en cuenta la gran diversidad y complejidad de casuísticas a la que se enfrentan los agricultores en cuestiones de tipología y heterogeneidad de los suelos como de las condiciones climáticas. A pesar de que en la mayoría de los estudios consultados en los que se han probado estas prácticas se ha comprobado su eficacia en el secuestro de carbono, se ha observado que en una minoría de casos muy específicos el impacto en el aumento de secuestro de carbono sea nulo e incluso en condiciones muy excepcionales el impacto del manejo sea negativo.



Aun así, se han mantenido estas prácticas como referentes para simplificar los resultados y facilitar y promover su implementación a nivel global. En efecto, se considera que, aunque en una minoría de casos el impacto no sea positivo, la aplicación amplia de estas prácticas tendría un impacto global muy positivo en la lucha contra la degradación de los suelos fértiles. Además, se demuestra también que las prácticas y manejos descritos son benéficos para la biodiversidad, la reducción de la erosión y la retención de agua en los suelos agrícolas, de esta forma aun no teniendo un beneficio claro en el secuestro de carbono la aplicación de la practica tendría consecuencias benéficas para la sostenibilidad de los suelos agrícolas.

En cuestiones de certificación de las prácticas y de la consecuente mejora en la secuestro de carbono el proyecto ha tenido en cuenta todas las normas y estándares, nacionales e internacionales referentes en la materia.

Las normas ISO proporcionan las buenas prácticas, conocimiento, colaboración y el compromiso de los países que requiere este desafío global. ISO parti-

cipó en la reciente Cumbre del Clima (COP 25) de Madrid, subrayando la contribución de los estándares para la transición hacia una economía neutra en carbono.

Ejemplos de estándares en este ámbito son la serie de normas UNE-EN ISO 14064 que establece metodologías para la cuantificación de gases de efecto invernadero (GEI) de las organizaciones y de proyectos de reducción de emisiones, así como los requisitos para su verificación. En el caso concreto de la huella de carbono de los productos y servicios, la norma de referencia es la UNE-EN ISO 14067.

Por su parte, los requisitos que tienen que cumplir los organismos que realizan esta verificación se contemplan en las normas UNE-EN ISO 14065 y UNE-ISO 14066. La comunicación fiable de estas huellas de carbono es un factor relevante, que se aborda en la norma UNE-EN ISO 14026.

En el ámbito de la adaptación al cambio climático, la familia ISO 14090 permite establecer el marco adecuado, evaluar la vulnerabilidad y el riesgo, y establecer planes de adaptación.

Por su parte, la futura Norma ISO 14097 ayudará a alinear las inversiones económicas de las organizaciones con los objetivos climáticos.

En España, la Asociación Española de Normalización tiene un destacado papel en el desarrollo y aplicación de estos estándares ISO, llevando la voz de los expertos y la industria española a los foros mundiales en los que se elaboran. La influencia española se realiza a través del grupo CTN 216/GT 2 Cambio Climático, en el que participan, entre otros, una representación de diferentes sectores económicos junto a Administraciones Públicas.

Los estándares aportan credibilidad, coherencia y transparencia. En conjunto, hay más de 600 normas ISO que ayudan a las organizaciones en su estrategia para la protección del medio ambiente.

Esta guía está lógicamente dirigida a agricultores profesionales, técnicos agrícolas y responsables de organizaciones agrarias y de la administración preocupados por la mitigación de los efectos del cambio climático en la producción agraria; por contribuir a la lucha contra el cambio climático; por promover una diferenciación de las producciones agrarias de cara al mercado basadas en un buen comportamiento ambiental; y por prepararse para los nuevos ecoesquemas de la futura PAC.



# Introducción 2



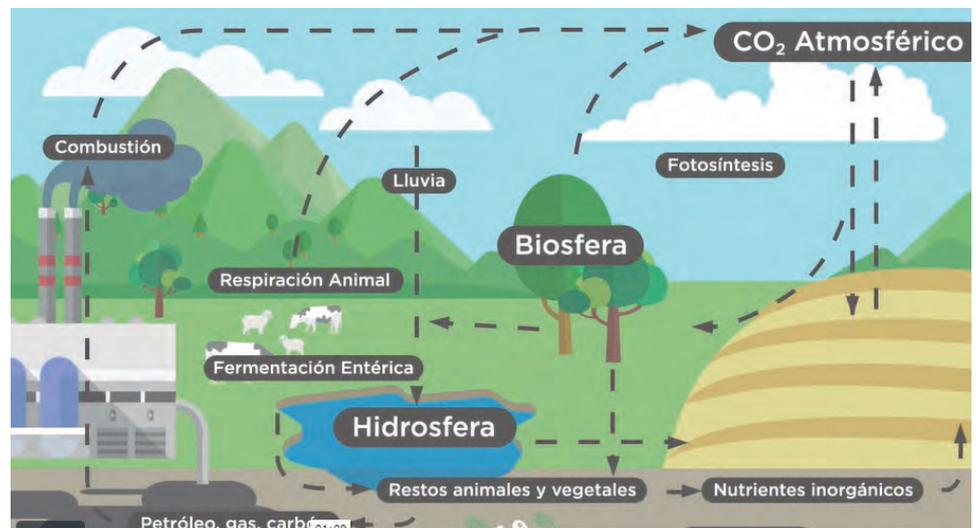
Las tierras de cultivo mediterráneas son agroecosistemas secos estacionales con bajo contenido de carbono orgánico en el suelo y alto riesgo de degradación de la tierra y desertificación.

Sobre la Unión Europea en general, y en la zona Mediterránea en particular, se cierne una grave problemática de origen medioambiental, con repercusiones a varios niveles y que será especialmente adversa en los ecosistemas agrícolas. En este sentido, las características propias de la agricultura hacen que sea a la vez fuente de emisiones de GEI y receptor de los efectos de las repercusiones del cambio climático. Por tanto, al ser causante y, a la vez, parte afectada, los agricultores pueden desempeñar un papel esencial en la puesta en marcha de medidas mitigadoras y también de adaptación por el interés general pero también por su propio interés.

Entre estas medidas, el aumento del carbono orgánico del suelo (COS) es de especial interés en estos sistemas, ya que puede ayudar a construir la resiliencia para la adaptación al cambio climático, aportando soluciones sostenibles a los agricultores, al mismo tiempo que contribuye a mitigar el calentamiento global a través del secuestro de carbono atmosférico (C).

## IMPORTANCIA DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO (COS)

La materia orgánica presente en los suelos influye de manera directa en sus propiedades fisicoquímicas, así como en su estructura y porosidad, en la capacidad de los mismos para la retención del agua y, en definitiva, en la disponibilidad de nutrientes para las plantas.



Para garantizar la presencia de unos suelos ricos en materia orgánica, el aumento del contenido en carbono en los mismos es crucial, ya que así se garantiza una mejora de la fertilidad y una restauración de las tierras agrícolas degradadas.

El carbono orgánico del suelo participa en cuatro grandes servicios ecosistémicos:

- Proporciona resistencia de los suelos a la erosión;
- Aumenta su capacidad de retención de agua;
- Incrementa su fertilidad para las plantas;
- Favorece la mejora de la biodiversidad.

Uso de la tierra	Superficie (Km <sup>2</sup> )	COS medio (tC/ha)	SD	Cantidad de C (GT)
<b>Uso forestal</b>				
Frondosas	73.537	65,24	35,05	479,74
Coníferas	52.949	65,21	32,12	345,31
Mixtas	18.215	98,57	45,87	179,55
<b>Uso agrícolas</b>				
Cultivos herbáceos	155.995	45,26	28,49	706,04
Cultivos leñosos	51.212	38,09	11,91	195,04
<b>Praderas</b>				
Pastizales	46.698	68,13	40,73	318,15
Matorral	69.653	62,30	35,23	433,91
Bosques	4.165	57,05	30,65	23,76
Otras tierras	25.781	53,67	35,71	138,36
<b>Total</b>	<b>498.206</b>	<b>56,57</b>	<b>34,94</b>	<b>2.819,86</b>

#### Almacenamiento de carbono según uso de suelo en España.

Además, en el caso de los arrozales costeros (en Doñana, la Albufera y Delta del Ebro) permite compensar los efectos de la subsidencia propia de los sistemas deltaicos y la pérdida de superficie costera por el aumento del nivel del mar a través de su efecto en la acreción del suelo.

El secuestro de carbono requiere estabilizar el carbono en el suelo en fracciones o estructuras de baja degradabilidad, de manera que no se vuelva a emitir de forma inmediata. Dado que el tiempo medio de degradación de la materia orgánica en el suelo es del orden de siglos, incluso milenios (Paul et al., 1997; Torn et al., 1997), aumentar el COS mediante prácticas de manejo de suelo adecuadas es una opción interesante, ya que la estrategia de fijar o secuestrar carbono en el suelo, es eficaz económica y medioambientalmente.

Mínimas evoluciones de las reservas de carbono del suelo generan efectos muy significativos tanto en la productividad agraria como en el ciclo mundial de los gases de efecto invernadero. Por tanto, preservar el carbono orgánico del suelo, restaurar y mejorar los suelos agrícolas degradados y, de forma general, incrementar el carbono en los suelos, contribuyen a mejorar la adaptación de los sistemas alimentarios y las poblaciones a los efectos del cambio climático, a dar respuesta al incremento de la demanda de alimentos y a compensar las emisiones de carácter antropogénico.

En España, y según los datos recopilados por Rodríguez Martín (2016), puede observarse que la cantidad de carbono estimada en los suelos españoles se sitúa cerca de las 3 Gt, que se reparten de manera diferenciada entre los diferentes tipos de cultivo y ubicaciones, según los datos reflejados en la tabla superior.

Se estima que debido a las malas prácticas se han perdido en el suelo entre 55 y 78 Gt de carbono, lo que se corresponde con su capacidad potencial como sumidero de este elemento, si bien en la práctica la capacidad real de almacenar carbono del suelo se encuentra entre un 50 y 66% de su capacidad potencial (Lal, 2004).

Otro aspecto importante que afecta negativamente y de forma significativa a la pérdida de COS es la erosión. Las pérdidas de suelo por erosión van de 1 a 10 t/ha/año, y en casos extremos hasta 50 t/ha/año (Lal y Kimble, 1998), lo que representa a nivel global una pérdida de carbono de 150 a 1500 t/año (Gregorich et al., 1998).

En este sentido, algunos estudios indican grandes pérdidas de suelo en cultivos leñosos, como Laguna y Giráldez (1990), que estimaron unas pérdidas anuales en olivar entre 60 y 105 t/ha/año, si bien estudios posteriores proveen valores algo menores de 41.4 (Bruggeman et al., 2005), 21.5 (Gómez y Giráldez, 2007) y 19 t/ha/año (Gómez et al. 2009), en parcelas manejadas con laboreo convencional, lo que suponen ratios de erosión muy por encima de los considerados como tolerables (Montgomery, 2007).

## CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO (COS) Y LA NUEVA PAC POST-2020

El objetivo específico 4 de la PAC post 2020 en la propuesta de Reglamento sobre los Planes Estratégicos de la PAC se señala que la UE ha suscrito nuevos compromisos internacionales, por ejemplo en relación con la atenuación del cambio climático (a través de la COP 21) y los aspectos generales del desarrollo internacional, a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

Intensificar el cuidado del medio ambiente y la acción por el clima y contribuir a lograr objetivos climáticos y medioambientales de la UE es una prioridad fundamental para el futuro de la agricultura y la silvicultura de la Unión Europea.

La agricultura contribuye al cambio climático y se ve afectada por el cambio climático. La Unión Europea necesita reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de su agricultura y adaptar su sistema de producción alimentaria para hacer frente al cambio climático. Pero este es tan solo una de las muchas presiones que afectan a la agricultura. La agricultura de la UE es muy vulnerable al cambio climático, más que la mayoría de los otros sectores de la economía. Hay evidencias de los efectos negativos del cambio climático en la producción de alimentos, en Europa y en todo el mundo.

La reforma de la PAC tiene como objetivo fundamental conseguir una agricultura sostenible, que permita presentar el sistema productivo agrario europeo, como un modelo diferenciado en los mercados internacionales, por lograr cumplir el paradigma de producir (para contribuir a satisfacer la demanda creciente de alimentos a nivel mundial) con menos recursos, a la vez que contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos en materia medioambiental. En

este sentido, los eco-esquemas se configuran como una nueva intervención, incluida en el primer pilar de la PAC (fondo FEAGA), basada en prácticas agrícolas que sean beneficiosas para el clima y el medio ambiente y que han de responder a los tres objetivos específicos medioambientales definidos, relativos al cambio climático y la energía sostenible; el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de los recursos naturales; y la protección de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la conservación de los hábitats y los paisajes.

Los eco-esquemas se configuran, en su filosofía, como una intervención análoga a las medidas agroambientales, pero que permite pagos incentivadores, anuales, y que busca un impacto territorial mucho más amplio que el de éstas.

Para conseguir una amplia acogida voluntaria por los posibles beneficiarios, en su calidad de agricultores genuinos, el tipo de intervenciones debería resultar lo suficientemente atractivo tanto desde el punto de vista medioambiental y climático, como económico, y ser en la medida de lo posible de fácil implementación. Por último, hay que tener en cuenta las sinergias que se desarrollan ante la aplicación simultánea de varios eco-esquemas por un mismo agricultor. Por ello, el diseño de los eco-esquemas, que se perfilará definitivamente y cerrará en una fase posterior, debería permitir llevar a cabo varias de las medidas propuestas, de forma que, a mayor compromiso por parte de un productor (mayor nº de acciones), éste pueda recibir un mayor apoyo.

Esta guía presenta y promueve manejos agrícolas incluidos en las definiciones y especificaciones provisionales de los siguientes ecoesquemas:

- Eco-esquema 2. Implantación y mantenimiento de cobertura vegetal viva en cultivos.
- Eco- esquema 3. Incorporación al suelo de restos de poda en cultivos Leñosos.
- Eco- esquema 4. Fomento de rotaciones con cultivos mejorantes.

Conjuntamente con el esquema de certificación de los manejos presentados en esta guía el proyecto CARBOCERT pretende guiar y apoyar a los agricultores a seleccionar los manejos agrícolas que más le beneficien tanto a niveles de sostenibilidad de su cultivo, de la comunicación medioambiental como de la acumulación de incentivos.

Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en trigo

3



## Introducción

Es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad.

La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles. Proviene del vocablo latino *triticum*, que significa quebrado, triturado o trillado, haciendo referencia a la operación que se realiza para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre.

Es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas originario de Asia y actualmente es una de las plantas más cultivadas en todo el mundo.

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las evidencias arqueológicas más antiguas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía, Palestina e Irak. Hace alrededor de 8000 años, una mutación o una hibridación ocurrió en el trigo silvestre, dando por resultado una planta tetraploide con semillas más grandes, la cual no podría haberse diseminado con el viento.

El cultivo del trigo prefiere los suelos profundos, para el buen desarrollo de su sistema radicular. El mejor terreno que se puede utilizar es uno que tenga un suelo arcilloso con un adecuado contenido de cal.

## Superficie en España

España cultiva alrededor 6 millones de ha de cereales, de las cuales el 29 % corresponden a trigo blando con 1,7 millones de ha, el 6,5% a trigo duro con 0,4 millones de ha. **Por lo que la superficie española de trigo se encuentra alrededor de 2 millones de hectáreas (Fuente: MAPA, 2018).**

El trigo es el segundo cultivo con más representación a nivel nacional por detrás de la cebada. Este se cultiva en todas las comunidades autónomas, siendo las mayores productoras Castilla y León, Andalucía y Castilla-La Mancha; seguidos de Aragón y Navarra, con un porcentaje respecto a la producción nacional del 45,0%, 18,6%, 11,3%, 10,5% y 3,6% respectivamente.

Castilla y León concentra la mayor parte del cultivo nacional destacando en este caso la producción de trigo blando con alrededor de un 50%. Y Andalucía con el 70% de la producción de trigo duro.

## El trigo y la retención de carbono

El secuestro de carbono (C) ha sido señalado como una importante estrategia para la adaptación y mitigación del Cambio Climático (CC) en la agricultura, contribuyendo a mejorar la calidad edáfica a la vez de retirar CO<sub>2</sub> de la atmósfera. En los agroecosistemas mediterráneos, con un bajo nivel de carbono orgánico del suelo (COS), se han observado

importantes incrementos del COS en respuesta a cambios en el manejo (Aguilera *et al.* 2013), lo que puede contribuir a aumentar el rendimiento de los cultivos.

Dada la relevancia del cultivo, diversas investigaciones han evaluado el efecto del CC sobre la producción de trigo a nivel mundial (Asseng *et al.* 2015, Challinor *et al.* 2014, Deryng *et al.* 2011, Lobell y Field 2007), así como en áreas de clima mediterráneo (Farina *et al.* 2011, Ludwig y Asseng 2006), mostrando la probable disminución en el rendimiento de este cereal durante las próximas décadas debida al CC (Asseng *et al.* 2015, Deryng *et al.* 2011, Ferrise *et al.* 2011, Saadi *et al.* 2015, Yang *et al.* 2014) y señalando la probabilidad de que algunas áreas de cultivo de trigo actuales no sean viables en un futuro escenario de CC (Luo *et al.* 2005).

La agricultura, al mismo tiempo, tiene su cuota de responsabilidad directa en el CC, ya que es una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El sector agrícola contribuyó, durante el 2010, al 16% de las emisiones de GEI globales, y a un 24%, si se incluyen cambios de uso del suelo (IPCC 2014, Bennetzen *et al.* 2016). Los sistemas de cultivo mediterráneos presentan características edafoclimáticas que afectan a su patrón de emisiones de GEI y en consecuencia a la efectividad de las medidas de mitigación que puedan aplicarse (Sanz-Cobena *et al.* 2017). En este contexto, es necesario desarrollar estrategias de adaptación y mitigación del CC adecuadas a la agricultura mediterránea.

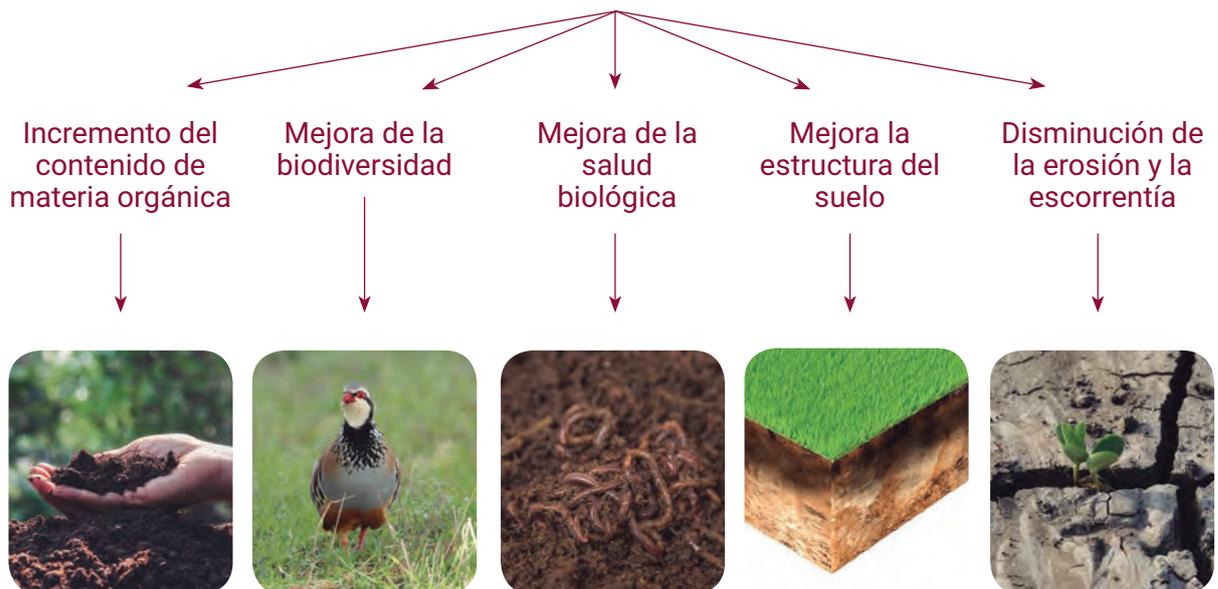


## BENEFICIOS AGRO-AMBIENTALES DE LAS PRÁCTICAS QUE FOMENTAN EL SECUESTRO DE CARBONO

El cultivo de trigo representa un 40% de la superficie total cultivada de cereales de otoño-invierno en España. La importancia de este cultivo en el territorio nacional y los criterios de sostenibilidad implícitos en la normativa de la nueva PAC, indican la conveniencia de implantación de prácticas agrícolas que ofrezcan beneficios agronómicos y ambientales como son, reducción de la erosión y escorrentía, incremento del contenido de materia orgánica, mejora de la estructura del suelo, mejora de la biodiversidad y mejora de la salud biológica de los ecosistemas agrícolas, reducción del consumo energético e incremento de la eficiencia y productividad energética, así como técnicas que hayan demostrado su eficacia en favorecer el secuestro de carbono en el suelo.



### IMPLANTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS



Beneficios derivados de la implantación de buenas prácticas en la gestión del suelo.

# Técnicas para el secuestro del carbono en trigo

# 3.1

## Prácticas a implantar antes de la siembra

### ¿QUÉ HACER CON LOS RESTOS DE LA COSECHA ANTERIOR PARA MEJORAR EL SECUESTRO DE CARBONO?

Se deben de mantener los restos de la cosecha anterior sobre la superficie del suelo, por lo que se recomienda esparcir el rastrojo cuando se coseche. La forma más eficaz y económica de hacerlo es en el momento de la recolección, instalando en la cosechadora un sistema de picado y esparcido que, en el caso del trigo, se puede adosar en la parte posterior.

El esparcido de restos debe de hacerse lo más homogéneo posible en toda la superficie de cultivo. Una distribución irregular puede dar lugar a que se produzcan zonas con una mayor acumulación de rastrojo lo que puede condicionar la operación de siembra y la emergencia del cultivo.

En las imágenes se muestra una cosechadora de cereal con una picadora de restos incorporada en la parte trasera. Al pasar la máquina coge los restos y los pica esparciéndolos en la superficie, finalmente en la última imagen se puede observar cómo queda la superficie cubierta con los restos (fig. 1).

En cuanto al picado de los restos, hay que valorar la conveniencia de esta operación en función de la sembradora a utilizar. Si para la siembra se utiliza una sembradora con sistema de apertura de surco de discos, es mejor no picar, pero si el sistema de apertura utilizado es de reja, es recomendable el picado del rastrojo.



Figura 1. Recogida y esparcido de los restos de cosecha.

## ¿CÓMO APLICAR ENMIENDAS PARA MEJORAR EL SECUESTRO DE CARBONO?

El principal objetivo de la aplicación de una enmienda orgánica es la de restablecer los niveles de materia orgánica del suelo. No obstante, el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas depende principalmente de las condiciones ambientales que regulan la actividad microbiana y de las prácticas agrícolas y de su manejo, cómo por ejemplo tipo de abono, dosis, frecuencia y forma de aplicación, etc.

Para cultivos anuales, la época de aplicación de la enmienda orgánica debe ser entre 7 a 15 días previo a la siembra, e incorporar superficialmente la aplicación con el rastreo para siembras realizadas con laboreo convencional. De esta forma se reducen los riesgos de daño generados en las semillas y plántulas por acumulación de sales en superficie. Además, la aplicación previa de la enmienda permite aumentar la disponibilidad hacia el cultivo de nutrientes como el N y P contenidos en ella. Para siembras realizadas con siembra directa, se sugiere realizar la aplicación de enmiendas orgánicas entre 2 a 3 semanas antes de la siembra del cultivo, dado que no se permite sistemas mecánicos de incorporación de dichas enmiendas dentro de la capa arable del suelo.

Para la distribución de la enmienda orgánica, se utiliza un remolque aplicador que esparce la enmienda a voleo por la parte trasera mediante sinfines verticales y platos rotatorios (fig. 2).

A efectos de secuestro de carbono hay que tener en cuenta que las aplicaciones puntuales de estas enmiendas (por ejemplo una aplicación en un período de 5 años) no logran un incremento efectivo de carbono, puesto que una vez que se ha realizado la aplicación de cualquiera de estas enmiendas, el C orgánico aportado es asimilado paulatinamente por la biomasa microbiana del suelo, y aproximadamente 2/3 de este C son perdidos como producto de la respiración microbiana, por lo que sólo 1/3 del C aplicado con la enmienda contribuye a aumentar el contenido de este parámetro en el suelo y el aumento final es bajo. En este sentido, se recomienda aplicaciones en años sucesivos para un mayor efecto de la enmienda en el incremento de carbono secuestrado.

## ¿CÓMO CONTROLAR LA FLORA ADVENTICIA EN SISTEMAS QUE FAVORECEN EL SECUESTRO DE CARBONO?

El suelo debe de estar libre de malas hierbas entre el periodo que va desde la cosecha a la siembra del cultivo siguiente. Aunque la rotación de cultivos y la descomposición de los restos de la cosecha anterior dejados sobre la superficie del suelo ayudan a conseguirlo, es conveniente realizar tratamientos con herbicidas no residuales antes de la siembra.

Para cultivos de invierno, se suele hacer una aplicación de herbicida después de las lluvias otoñales y para cultivos de primavera se realiza una o dos aplicaciones en función de la presencia de hierbas adventicias. Lo habitual es utilizar una mezcla compuesta por herbicidas de amplio espectro junto con herbicidas de tipo hormonal. Estos productos se utilizarán siempre a dosis autorizadas y sólo cuando las condiciones de la parcela lo exijan.

Cuando el cultivo esté establecido, es necesario hacer un seguimiento de su desarrollo con el objetivo de tomar decisiones de los tratamientos a realizar en el momento oportuno. La optimización en el uso de herbicidas consiste no sólo en emplear las materias activas necesarias siempre en el momento y dosis oportuna, sino también en utilizar equipos en condiciones óptimas de mantenimiento y calibración (fig. 3).

Los restos de las malas hierbas, junto con los rastros del cultivo precedente, deben permanecer sobre la superficie del suelo.

## Establecimiento del cultivo

### ¿CÓMO REALIZAR LA SIEMBRA PARA CONSERVAR Y FAVORECER EL SECUESTRO DE CARBONO?

La operación de siembra debe de producir una alteración mínima del suelo, en caso contrario se favorece la pérdida del carbono del suelo y la emisión del CO<sub>2</sub> contenido en el espacio poroso (fig. 4). Se aconseja utilizar una sembradora para siembra directa ya que la siembra se va a realizar sobre un suelo cubierto de restos vegetales.

Previo a realizar la siembra, se aconseja tener en cuenta algunos aspectos como características del suelo y tipo y volumen de los restos vegetales sobre los que se va a sembrar para regular convenientemente la sembradora.

Por lo general, una sembradora directa dispone de:

- Elemento separador y/o cortador de los restos vegetales, constituido por discos.
- Dispositivo abre surco, con varias modalidades: discos simples o dobles inclinados con respecto a la superficie del suelo y a la dirección de avance, o rejas que actúan sobre el suelo ejerciendo el corte en sentido vertical.
- Elemento fijador de la semilla en el suelo.
- Por último, y para el cierre del surco de siembra, se disponen de ruedas tapadoras al final del tren de siembra.

En el mercado existen básicamente dos tipos de sembradoras directas dependiendo del tipo de elemento utilizado para depositar la semilla en el suelo:

- Sembradora de disco.
- Sembradora de reja.



Figura 2. Imagen de enmienda orgánica compostada y esparcimiento en el suelo

- Optimización en el uso de agroquímicos.
- Adecuado manejo en el uso de agroquímicos.



Figura 3. Uso óptimo de agroquímicos.

- Mantenimiento de una cobertura vegetal en el suelo.
- Mínima alteración mecánica del suelo.

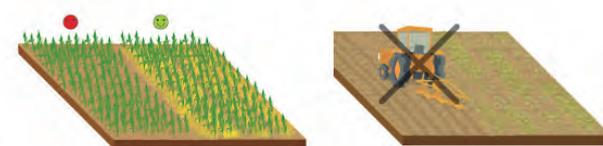


Figura 4. Operación de siembra para conservar y favorecer el secuestro de carbono en el suelo

En la primera de las siguientes imágenes se puede ver una sembradora de disco de siembra directa y en la siguiente imagen un detalle de cómo queda el lecho de siembra (fig. 5).



**Figura 5.** Detalle del trabajo de una sembradora de siembra directa.

## Postcosecha

### ¿QUÉ HACER CON LOS RESTOS DE LA COSECHA PARA INCREMENTAR EL CARBONO DEL SUELO?

Una vez cosechado el cultivo se procederá con los rastrojos del modo a como se ha indicado anteriormente en el punto 1. Teniendo en cuenta que el porcentaje de suelo cubierto con los restos debe superar el 30% de la superficie cultivada.

En las imágenes podemos observar como en la primera de ellas no se ha alcanzado a cubrir ese 30% después de esparcir los restos por la superficie, sin embargo, en la segunda imagen no solo se ha alcanzado ese porcentaje, sino que se ha logrado superar (fig. 6).



**Figura 6.** Vista de restos de cosecha de la finca "Tomejil", incluida en la red de parcelas de CARBOCERT. Foto de la izquierda, manejo de suelo convencional, y foto de la derecha, manejo con siembra directa.

Es importante valorar la marcha del año agrícola, con el objetivo avanzar en las estrategias a seguir en la siguiente campaña en relación a aquellas prácticas que pueden influir en el secuestro de carbono como la fertilización, control de malas hierbas, plagas y enfermedades. Este análisis es fundamental de cara a resolver los problemas que hayan surgido y a superar las dificultades que se hayan podido dar a lo largo de la implantación y desarrollo del cultivo bajo las prácticas agrarias mencionadas.

A efectos de valorar el secuestro de carbono, se recomienda hacer un análisis de suelo, considerando varios horizontes hasta los 30 cm de profundidad. Esta opera-

ción es importante para evaluar la evolución temporal del contenido de carbono orgánico del suelo con las prácticas agrícolas implementadas.

## Secuenciación de cultivos

### ¿CÓMO CONCATENAR LOS CULTIVOS EN SUCESIVAS CAMPAÑAS AGRÍCOLAS Y FAVORECER EL SECUESTRO DE CARBONO?

La rotación de cultivos consiste en la siembra sucesiva de diferentes cultivos en un mismo terreno, siguiendo un orden definido. Este concepto se contrapone al monocultivo, consistente en la siembra repetida de una misma especie en el mismo campo, año tras año. La rotación de cultivos mejora la eficiencia de los sistemas agrícolas para incrementar el carbono orgánico de los suelos frente al monocultivo. La magnitud de este efecto está en función de la rotación seguida y del manejo de suelo utilizado por el productor.

Es necesario no dejar al azar la sucesión de las plantas cultivadas, porque sólo así puede planificarse un trabajo agrícola correctamente y en el momento adecuado. El principio fundamental para elaborar una rotación es muy simple. Se trata de alternar cultivos que tengan tipos de vegetación, sistemas radiculares y necesidades nutritivas diferentes (fig. 7).

### ¿QUÉ VENTAJAS PROPORCIONA LA ROTACIÓN DE CULTIVOS?

El establecimiento de una rotación adecuada que incluya trigo es una opción que favorece al suelo y las producciones y con ello aumentará la biomasa de restos vegetales y los microorganismos del suelo que los descomponen favoreciendo el incremento de carbono orgánico. Se indican algunas de las ventajas:

- **Diversificar la oferta** y no poner el peso de la explotación a un solo cultivo, ayudando a disminuir los riesgos económicos, en caso de que llegue a presentarse alguna eventualidad que afecte a alguno de los cultivos.
- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas, enfermedades y malas hierbas:** el cambio de cultivo supone un cambio de hábitat, por lo que los ciclos de vida de las plagas y enfermedades se

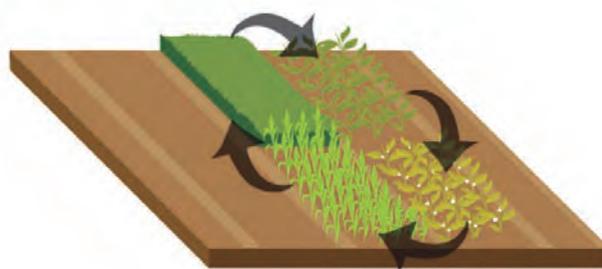


Figura 7. Esquema de la rotación en cultivos en herbáceos.

interrumpen. El control de malas hierbas se puede mantener mediante el uso de especies de cultivo muy vigorosas, cultivos de cobertura, que se utilizan como abono verde o cultivos de invierno cuando las condiciones de temperatura, humedad de suelo o riego lo permiten.

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la diferente morfología de la raíz de los distintos cultivos (varias formas, amaños y profundidades).
- **Mejora la distribución del agua y los nutrientes** a través del perfil del suelo (los cultivos de raíces más profundas extraen nutrientes a mayor profundidad).
- **Reducción de las labores mecánicas** para la preparación del suelo y de sus costes.
- **Permite regular la cantidad de restos de cosecha**, ya que se pueden alternar cultivos que producen escasos residuos con otros que generan gran cantidad de ellos.
- **Incremento del contenido de materia orgánica** del suelo.

Las prácticas recomendadas son llevar a cabo una rotación de cultivos adecuada y acorde con las características locales y evitar el monocultivo de cereales, estableciendo rotaciones trienales donde al menos uno de los cultivos no sea cereal (fig. 8). Por ello es recomendable:

- **Alternar especies más demandantes de insumos con especies menos exigentes** o que incluso mejoren el suelo (enriqueciéndolo y aumentando su fertilidad, como ocurre con las leguminosas).
- **Introducir en la rotación cultivos con diferentes sistemas radiculares** para que exploren y extraigan el agua y los nutrientes de diferentes profundidades del suelo.

Si se incluye una campaña de barbecho en la rotación, es recomendable implantar durante la misma una le-

guminosa con la finalidad de proteger el suelo contra la erosión, mejorar la fertilidad del mismo y mejorar los niveles de carbono en el suelo.

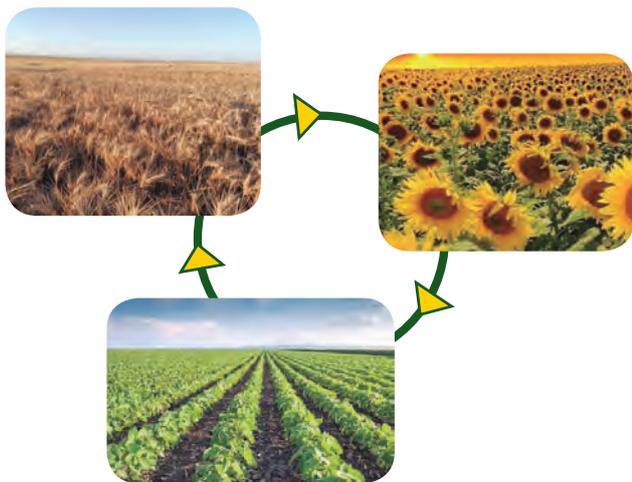


Figura 8. Ejemplo de una rotación en seco.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la de cobertura del suelo en la parcela:** En las parcelas de cultivos herbáceos extensivos se procurará que, al menos, exista un 30% de la superficie de suelo cubierta por restos vegetales. En el caso de cultivos herbáceos de seco poco productivos, en donde puede no ser posible alcanzar dicho porcentaje de cobertura, estarán exentos de dicho límite siempre y cuando no se retire el resto vegetal de la parcela.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.
- **Aspectos relativos a la rotación de cultivos:**
  - En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se recomienda sembrar más de 2 campañas seguidas cultivos de cereal, para así evitar problemas de malas

hierbas, plagas y enfermedades, así como la aparición resistencias a materias activas. La inclusión de diferentes cultivos en la rotación mejora el contenido de carbono orgánico del suelo.

- Al menos una vez cada 3 años se recomienda implantar un cultivo de leguminosa con el objetivo de reducir el gasto de insumos nitrogenados en las parcelas agrícolas.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos del cultivo precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.
- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Hay estudios científicos en España que avalan la eficacia de las prácticas propuestas (no labrar, mantener los restos vegetales sobre la superficie del suelo y hacer rotación de cultivos) en favorecer el incremento de carbono orgánico en el suelo a largo plazo, potenciando el efecto sumidero. Los trabajos contemplan diferentes situaciones edafo-climáticas y abarcan a la mayor parte del territorio nacional, con mayor incidencia en regiones en las que se concentran la mayor

superficie como son, Andalucía, Aragón, las dos Castillas, Cataluña y Extremadura. De la revisión de estos trabajos se ha observado que la implementación de estas prácticas (incluidas dentro de la siembra directa) respecto del manejo convencional ha conseguido una tasa de secuestro de carbono que oscila entre 0,29 y 2,08 t/ha/año, dependiendo del número de años contemplados en el estudio y de la profundidad de suelo muestreada.

Respecto a la aplicación de enmiendas orgánicas, el número de estudios es menor y la eficacia de la enmienda en elevar los niveles de carbono orgánico del suelo va a depender no sólo de las características edafo-climáticas de la zona sino, en mayor medida, del tipo de enmienda y de su composición. La revisión de estos trabajos presenta tasas de secuestro de carbono que varían entre 0,08 y 0,25 t/ha/año.

## SECUESTRANDO CARBONO EN TRIGO ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

### Uso de fertilizantes orgánicos (compost, estiércoles, lodos de depuradora, etc.).

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

### Uso de variedades más vigorosas en rotaciones de cultivo

Aumenta el carbono secuestrado en forma de biomasa vegetal, aumentan los residuos orgánicos propios.

3

### Uso de los residuos orgánicos propios (restos de cultivo y cosecha).

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan quemaduras, etc.

4

## Referencias

- MAPAMA, 2018. Encuesta Nacional de Superficies y Rendimientos. Análisis de las Técnicas de Mantenimiento del Suelo y Métodos de Siembra en España 2017. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. España. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>
- Gil Ribes, J.A.; Ordóñez Fernández, R.; González Sánchez, E.J.; Veroz González, Ó.; Gómez Ariza, M.; Sánchez Ruiz, F. (2017). Beneficios de la Agricultura de Conservación en un entorno de Cambio Climático. [ebook] Córdoba (España): Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV). Disponible en: <[http://www.agriculturadeconservacion.org/Estudio\\_AEAC.pdf](http://www.agriculturadeconservacion.org/Estudio_AEAC.pdf)>
- Gómez, J.A., Giráldez, J.V. (2007). Soil and water conservation. A European approach through ProTerra projects. In: Proceedings of the European Congress on Agriculture and the Environment. Sevilla, España, 26-28th, 2007.
- Ordóñez Fernández, R.; González Fernández, P.; Giráldez Cervera, J.V.; Perea Torres, F. (2007). Soil properties and crop yields after 21 years of direct drilling trials in southern Spain. *Soil and Tillage Research* 94 (1): 47-54.
- Sombrero, A. & De Benito, A. (2010). Carbon accumulation in soil. Ten-year study of conservation tillage and crop rotation in a semi-arid area of Castile-Leon, Spain. *Soil and Tillage Research*, 107(2), 64-70.
- López-Bellido, R.J., Fontán, J.M., López-Bellido, F.J., López-Bellido, L. (2010). Carbon sequestration by tillage, rotation, and nitrogen fertilization in a Mediterranean Vertisol. *Agron. J.* 102, 310–318.
- Muñoz, A.; López-Piñero, A.; Ramírez, M. (2007). Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of south western Spain. *Soil & Tillage Research* 95: 255–265.
- López-Garrido, S.; Madejón, E.; Murillo, J.M.; Moreno, F. (2011). Soil quality alteration by mouldboard ploughing in a commercial farm devoted to no-tillage under Mediterranean conditions. *Agriculture, ecosystem and environment* 140, 182-190.
- López-Fando, C. (2010). Efecto de la AC en la microflora y fauna del suelo. En Aspectos agronómicos y medioambientales de la AC, 111-125. Editado por Eumedia y Ministerio Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Holland, J.M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103, 1–25.
- Moitzi, G.; Neugschwandtner, R.W.; Kaul, H.P.; Wagentristl, H. (2019). Energy efficiency of winter wheat in a long-term tillage experiment under Pannonian climate conditions. *European Journal of Agronomy* 103: 24–31
- Hernanz, J.L.; Girón, V.S.; Cerisola, C. (1995). Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research* 35: 183-198.
- González-Sánchez, E.J.; Ordóñez-Fernández, R.; Carbonell-Bojollo, R.; Veroz-González, O.; Gil-Ribes, J.A. (2012). Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil & Tillage Research* 122, 52-60.
- Carbonell-Bojollo, R.; González-Sánchez, E.J.; Repullo-Ruibérriz de Torres, M.; Ordóñez-Fernández, R.; Domínguez-Gimenez, J.; Basch, G. (2015). Soil organic carbon fractions under conventional and no-till management in a long-term study in southern Spain. *Soil Research* 53, 113-124. <http://dx.doi.org/10.1071/SR13369>
- Álvaro-Fuentes, J., & Cantero-Martínez, C. (2010). Potential to mitigate anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions by tillage reduction in dryland soils of Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1271-1276.
- Hernanz, J.L., Sánchez-Girón, V., Navarrete, L. (2009). Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.009>

A photograph of an olive tree with green olives. The tree is in the foreground, and the background is a blurred olive grove. The text is overlaid on a dark green rectangular box in the upper right corner.

Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en olivar

4

## INTRODUCCIÓN

Los primeros fósiles de hojas de olivo se remontan al período final de la Edad Terciaria (Plioceno), mientras en España los primeros restos encontrados proceden de la Edad del Bronce (entre 2.500 y 1.000 años AC), otros autores anticipan esa fecha hasta 4.000 años antes de la era cristiana.

El precedente del olivo cultivado actual es el olivo silvestre o acebuche. Los primeros de ellos se localizaron en Asia Menor. La primera expansión importante del olivar probablemente pasó de esa península asiática a Grecia y Creta, aunque otros consideran que de forma casi simultánea pasó a Egipto. El olivo cultivado, *Olea europaea*, pertenece a la familia Oleacea, orden Scrophulariales (para algunos botánicos Lamiales), dentro de la subclase Asteridae. Es un árbol de hoja perenne, muy longevo, originariamente con copa ancha y tronco grueso (aspecto que en nuevas plantaciones superintensivas difiere del original).

El cambio climático está afectando a los ciclos habituales del desarrollo del olivo, teniendo que ver generalmente con el adelanto de la floración y sometiendo a la planta a elevadas temperaturas y escasez de agua en un porcentaje alto en las últimas campañas, lo que lo convierten en uno de los cultivos más afectados en la cuenca mediterránea.

Por su origen y superficie plantada el olivo es una especie típicamente mediterránea adaptada al clima de estas zonas, siendo sensible a temperaturas por debajo de los 10°C bajo cero, esa resistencia al frío es a su vez una característica varietal.

## OLIVAR EN ESPAÑA

Según el MAPA, el olivar español ocupaba en 2018 una superficie de 2.578.997 ha. A esa superficie habría que añadir la correspondiente a la ocupada por los 40.191 olivos diseminados, especialmente en la Comunidad de Madrid y en la de Canarias.

Durante los últimos quince años la superficie de olivar de regadío se ha incrementado en un 73,5%, mientras la de secano ha disminuido en un 5,9%, datos que tienen que ver tanto con el incremento de superficie plantada como con la transformación de secano a regadío.

La superficie agraria destinada a olivar en España lo convierte en el cultivo leñoso con mayor número de ha en nuestro país, formando junto a los cereales las producciones más extendidas en producción como en diseminación en todo el territorio español. Destaca la superficie y la cosecha que se obtiene en Andalucía respecto al resto de zonas productivas. Ésta comunidad produce una media del 83% del aceite de oliva obtenido en España. Todo ello, sitúa a España como el primer país productor de aceite de oliva del mundo y también el primero en superficie.

En los años ochenta se realizaron las primeras plantaciones de olivares de alta densidad, las cuales a su vez se pueden clasificar en función del número de árboles por hectárea en intensivo y superintensivo, y de forma paralela se han reducido a la mínima expresión las plantaciones mixtas con otros cultivos como por ejemplo vid.

## SUPERFICIE DE OLIVAR POR CCAA (2018)

Comunidad autónoma	Superficie (ha)
ANDALUCÍA	1.630.473
CASTILLA LA MANCHA	428.850
EXTREMADURA	283.416
CATALUÑA	114.038
C. VALENCIANA	94.764
ARAGÓN	59.918
OTRAS	85.986

## El olivar y la retención de carbono

### El olivar español secuestra el 6% de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub>, según un estudio de ceiA3 (Campus de Excelencia Internacional en Agroalimentación)

El olivar español es uno de los mejores aliados del medio ambiente gracias al secuestro de carbono que realizan sus árboles, en las más de 2,5 millones de hectáreas dedicadas a este cultivo en España. Ésta es una de las principales conclusiones del estudio realizado por el Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3) en la Universidad de Córdoba (UCO), publicado en Vida Rural.

Concretamente, la tasa anual de secuestro se estima en un 6% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> calculado por el Gobierno para un año y el 56% de las que corresponden a la agricultura.

La mayoría de los suelos de olivar tienen un bajo contenido en CO, potenciado por dos problemas: la erosión y el laboreo intensivo. El clima mediterráneo, caracterizado por lluvias irregulares en el mismo año y entre distintos años y la presencia de sistemas montañosos que provocan que una gran parte de los olivares se sitúen en pendiente son factores que contribuyen a que el terreno sea susceptible a la erosión. Por otra parte, los motivos que provocan la disminución del contenido de SOC debido a su mineralización son varios, asociados por norma general al laboreo del terreno: aireación del perfil del suelo, disgregación, disminución, e inestabilidad de los agregados; aumento de la proporción de macroporos frente a microporos y severa reducción del aporte de restos orgánicos. No obstante, los suelos pobres en CO tienen una gran capacidad de aumentar sus niveles si se implementan las prácticas y manejos que favorezcan su captura en el suelo. Estudios realizados indican que, la superficie con cubiertas vegetales en España secuestran 7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año (según un informe de la OECC sobre la Iniciativa 4 por 1000), lo que supone compensar el 18% de las emisiones del sector agrario.





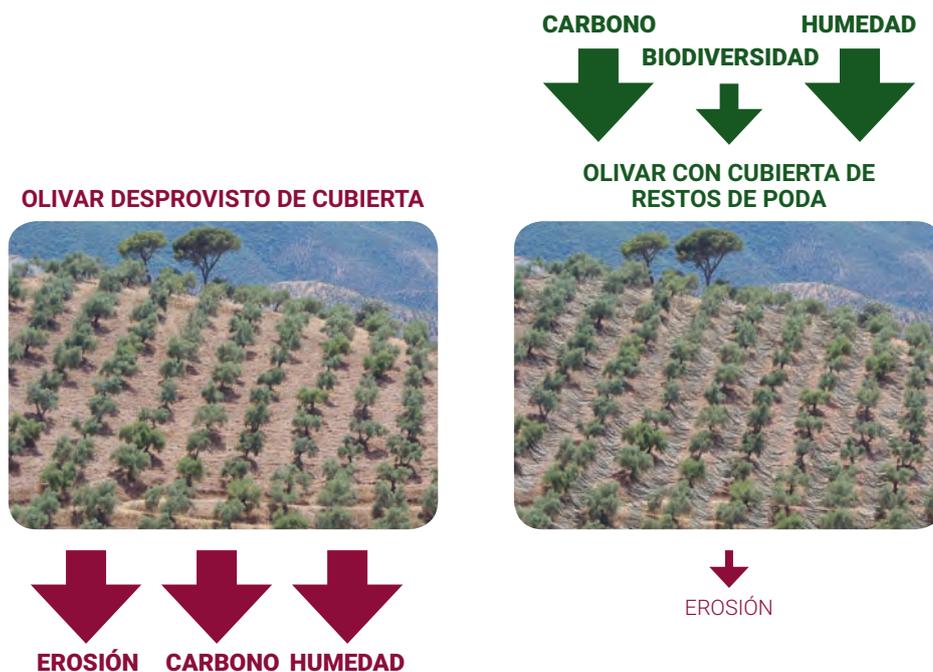
# Cubiertas de restos de poda

# 4.1

## Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

Depositar los restos de poda sobre las calles del olivar, en lugar de retirarlos o quemarlos, permite obtener diferentes beneficios a las explotaciones agrarias. El depósito de estos restos debe realizarse de forma que cubra, al menos, el 30% de la superficie de suelo situado entre las hileras de los olivos. Su acumulación sobre la superficie del suelo va a formar una capa protectora que reduce la erosión que se produce en las calles del olivar. Tanto la originada por el impacto directo de las gotas

de lluvia, como la que ocasiona la escorrentía generada como consecuencia de la pendiente. A este efecto benefactor, se suma el incremento de materia orgánica y carbono que se genera en el suelo al ir degradándose la materia leñosa, hasta formar una especie de mulching orgánico. Y supone un refugio para el conjunto de fauna que puede cobijarse en ella. Finalmente, la capa de restos, al detener el impacto del agua de lluvia y la posterior escorrentía, mejora la capacidad de infiltración del agua en el suelo. A la vez que lo protege de la evaporación del agua retenida en el mismo. Lo que produce que la humedad edáfica se mantenga más fácilmente que en un suelo sin cubierta alguna. (Fig. 1).



**Figura 1.** Esquema de los principales beneficios que obtiene un olivar al depositar sobre sus calles los restos que se originan de la poda del ramaje.



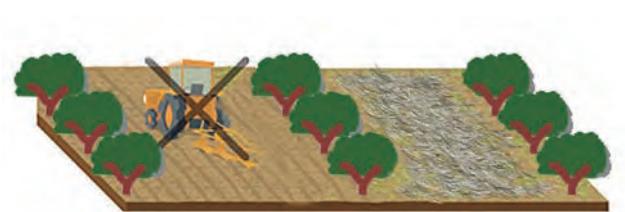
**Figura 2.** Cubierto de restos de poda en la calle de un olivar.



**Figura 3.** Acumulación de restos de poda en el centro de la calle del olivar.



**Figura 4.** Picado de los restos de poda para facilitar su degradación una vez depositados en el suelo.



**Figura 5.** Dentro de las operaciones para controlar la flora espontánea que surge entre los restos de poda no debe realizarse el laboreo del terreno.

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta de restos picados entre las calles de los olivos procedentes de la poda de los mismos (Fig. 2).

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda sobre la superficie del suelo del centro de la calle (Fig. 3). Los restos de poda generados deben ser de pequeño tamaño para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones en el olivar y se facilite su descomposición.

Por tanto, para su implantación definitiva, es necesario realizar un tratamiento mecánico de troceado o picado (Fig. 4). Al descomponerse lentamente, el carbono se introduce de forma paulatina y prolongada en el tiempo. La cubierta consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de, al menos, 1 metro. Deben de estar implantadas, al menos, en la mitad de las calles del olivar.

En invierno y primavera, entre los restos surgirán especies vegetales que pueden llegar a competir con el olivo por agua y nutrientes. Su control, puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 5).

Los restos de podan deben de cubrir, al menos, un 50% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado la cubierta (que debe poseer una anchura mínima de 1 m). En caso de combinar cubierta de restos de poda con cubierta vegetal espontánea se considerará la cobertura conjunta de ambas.

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La poda del olivar se realiza en invierno. A modo de control, desde el 1 marzo al 15 de mayo la cubierta de restos de poda debe ocupar, al menos, un 50% de la

superficie en la que se ha aplicado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

Con el fin de secuestrar carbono, la siega de la cubierta vegetal espontánea, que pudiera aparecer entre los restos deberá, realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo (Fig. 5). En cualquier caso, al menos que haya alguna enfermedad o plaga, los restos de poda nunca deberán ser quemados. Sí se diera el supuesto de la necesidad de eliminar los restos a través de la quema, hay que pedir autorización a los organismos pertinentes.



**Figura 6.** La quema de los restos de poda solo se realizará para hacer frente a plagas o enfermedades y previa solicitud de autorización de esta práctica.

## 6. Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporcionan las cubiertas de restos de poda?

Depositar los restos de poda entre las calles del olivar, creando una capa protectora favorece al suelo, ya que se incrementa la biomasa disponible para los microorganismos. Estos pequeños seres vivos los acaban por degradar y descomponer, generando la fijación de carbono en el perfil del suelo. De esta forma el carbono atmosférico que paso a formar las ramas de los olivos es secuestrado de una forma más permanente en el suelo. Generándose además algunas otras ventajas:

- **Mejora la estructura del suelo** por la propia adición de carbono desde los restos. Lo que a la larga

repercute en otras propiedades como la fertilidad o la retención de humedad.

- **Aumenta la distribución del agua** debido a la mejora de la estructura del suelo, la capacidad de almacenaje del agua aumenta y es menos susceptible de perderse en periodos de escasez de lluvia.
- **Eliminación de competencia con el olivar** al estar constituido por materia inerte.
- **Reducción de costes.** Al limitarse el número de pases de maquinaria y al obtener una biofertilización de forma natural, reduciendo la adición de productos sintéticos.
- **Incrementa la fertilidad** debido a la mejora de la estructura y a los mayores contenidos en carbono y nitrógeno que quedan disponibles en el suelo para su aprovechamiento por el olivar.
- **Aumenta la sostenibilidad del olivar,** pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del olivar:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos de poda.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado la práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación. Igualmente se evitará la quema de los restos sobrantes.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos de la campaña precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de operaciones realizadas en la explotación.
  - Fechas de abonado, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos relativos a cubiertas de restos de poda en olivar no son muy abundantes, debido a que es una práctica cuya utilización no llega a los niveles de la utilización de cubiertas vegetales. Los estudios consultados muestran que su implementación favorece el incremento de carbono orgánico en el suelo a largo plazo, potenciando el efecto sumidero. El valor medio de secuestro de carbono que se ha observado utilizando estas prácticas es el de 1,58 t/ha/año.

### SECUESTRANDO CARBONO EN OLIVAR CON CUBIERTAS DE PODA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### 3 Eliminación del efecto de competencia con la producción del olivar

La utilización de restos de poda, al ser un material inerte, tiene como principal ventaja la ausencia de la competencia con el cultivo por agua y nutrientes.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al requerir un proceso de picado y generación de una franja de restos, las cubiertas deben ser ubicadas preferentemente en perpendicular a la línea de máxima pendiente. Evitar la erosión, reduce la pérdida de carbono orgánico por este proceso.

4

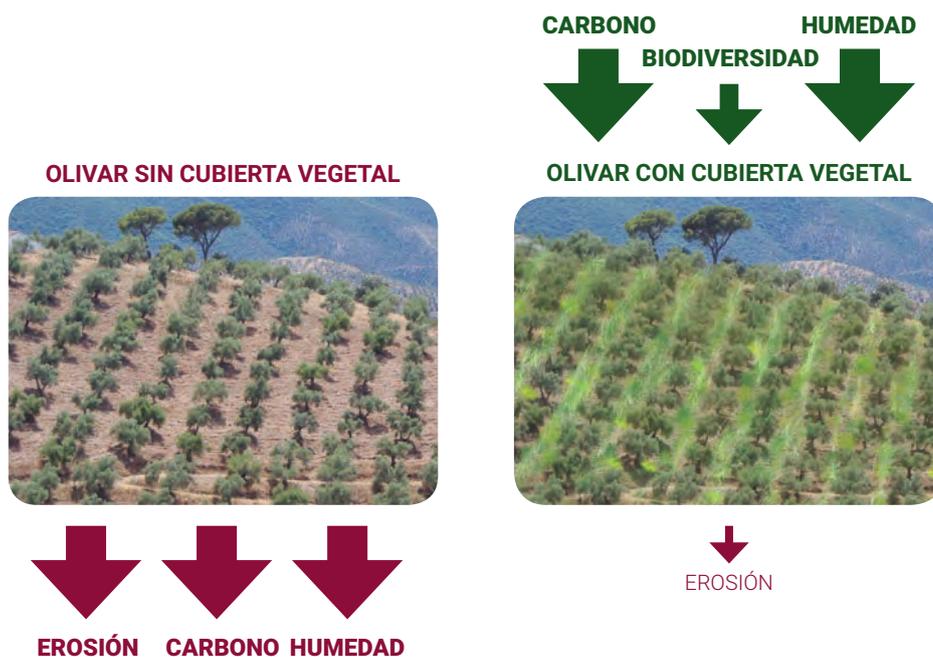


# Cubierta vegetal espontánea 4.2

## Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

Dejar crecer cubiertas vegetales espontáneas es una práctica agronómica utilizada en cultivos de olivar para obtener una amplia diversidad de beneficios. Dicha cubierta debe de cubrir, al menos, el 50% de la superficie de suelo situado entre las hileras de los olivos. Formando una capa protectora sobre el suelo que reduce tanto la erosión hídrica, generada por el impacto directo de las gotas de lluvia, como el arrastre que se produce en las calles del olivar debido a la escorrentía

que se produce como consecuencia de la pendiente. A este efecto benefactor, se suma el incremento de materia orgánica y carbono que se genera en el suelo al terminar en el mismo las estructuras vegetales de la flora que ha constituido la cubierta. Además, la flora que crece de forma espontánea genera un aumento de la biodiversidad, a la que se suma el conjunto de fauna que puede alimentarse y cobijarse en ella. Por último, la mayor capacidad de infiltración del agua de lluvia que se produce en el suelo y la reducción de la evaporación del agua retenida en el mismo, determina que la humedad edáfica se mantenga más fácilmente que en un suelo sin cubierta alguna (Fig. 1).



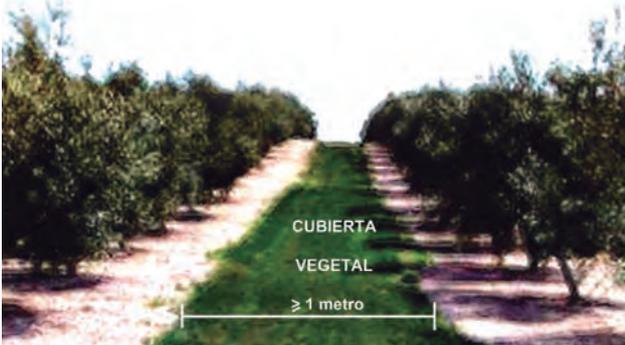
**Figura 1.** Esquema de los principales beneficios que obtiene un olivar al dejar crecer en las calles la flora espontánea.



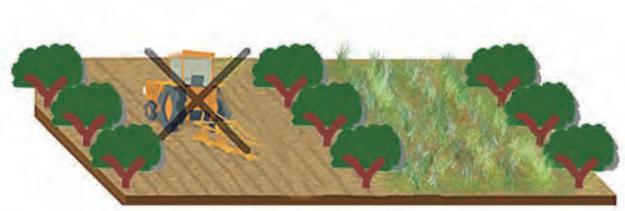
**Figura 2.** Cubierto vegetal espontánea en olivar.



**Figura 3.** Cubierto vegetal surgiendo espontáneamente en las calles del olivar.



**Figura 4.** Esquema básico de una cubierto vegetal espontánea en la calle de un olivar.



**Figura 5.** Dentro de las operaciones para controlar la cubierto vegetal espontánea no debe estar comprendido el laboreo del terreno.

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierto de especies herbáceas espontáneas entre las calles de los olivos (Fig. 2).

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La cubierto compuesta por flora espontánea consiste en permitir el crecimiento de la vegetación que surja de forma natural entre las calles de los olivos.

Por tanto, no se va a realizar ningún tipo de siembra, sino que a partir del invierno las calles se van a ir cubriendo con flora diversa que va a ir surgiendo espontáneamente (Fig. 3).

La cubierto vegetal consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de al menos un metro (Fig. 4). Deben de estar implantadas en todas las calles del olivar. En la estación primaveral, las especies vegetales comienzan a competir con el olivo por agua y nutrientes. En ese momento se procede a la siega de la cubierto. Que puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 5).

Las especies vegetales o sus restos deben de cubrir al menos un 50% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado (que debe poseer una anchura mínima de 1 m).

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Desde el 15 de febrero al 15 de mayo la cubierto viva o segada debe cubrir, al menos, un 50% de la superficie en la que se ha aplicado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

Con el fin de secuestrar carbono la siega de la cubierta vegetal deberá realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo.

Los restos vegetales de la cubierta deben de permanecer sobre la superficie del suelo (Fig. 6).



**Figura 6.** Los restos de la cubierta no deben ser retirados, permaneciendo sobre el suelo.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporcionan las cubiertas vegetales espontáneas?

Dejar crecer una cubierta vegetal espontánea favorece al suelo, ya que se incrementa la biomasa que se incorpora a las calles del olivar. Beneficiando a la comunidad de microorganismos del suelo, que la descomponen, permitiendo el secuestro de carbono orgánico. Se indican algunas de las ventajas:

- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, permiten controlar a las plagas que afectan al olivar.
- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.

- **Reducción de costes.** Al limitarse el número de pases de maquinaria y estar constituida la cubierta por la flora que aparece de forma natural en las calles del olivar.
- **Incrementa la fertilidad** sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el olivar**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo, que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Aumenta la sostenibilidad del olivar**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del olivar:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos vegetales en la anchura de la cubierta vegetal.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado esta práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirá el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos de la campaña precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.
- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:

- Fecha y tipo de labores.
- Fechas de abonado, tipos y dosis utilizadas.
- Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
- Fechas de recolección y rendimientos.
- Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos relativos a la implantación de cubiertas vegetales espontáneas en España

avalan la eficacia de las prácticas descritas anteriormente. Mostrando que su presencia favorece el incremento de carbono orgánico en el suelo a largo plazo, potenciando el efecto sumidero. Debido a la mayor distribución del olivar en el sur de España, la mayor parte de los trabajos consultados se localizan en Andalucía.

De la revisión de estos trabajos se ha observado que la implementación de esta práctica respecto a dejar al olivar desnudo o labrado ha conseguido una tasa de secuestro de carbono que oscila entre 0,4 y 3,11 t/ha/año, dependiendo del número de años contemplados en el estudio y de la profundidad de suelo muestreo. El valor medio de secuestro de carbono para cubiertas sembradas ha sido el de 1,64 t/ha/año.

### SECUESTRANDO CARBONO EN OLIVAR CON CUBIERTAS DE PODA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del olivar

La utilización de restos. Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, éstas deben de ser seleccionada de manera que, preferentemente, las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4



# Cubierta vegetal sembrada 4.3

## Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

La implantación de cubiertas vegetales es una práctica agronómica utilizada en cultivos de olivar para obtener una amplia diversidad de beneficios. En concreto, la utilización de cubiertas sembradas consiste en cubrir con flora seleccionada previamente, al menos el 50% de la superficie de suelo situado entre las hileras de los olivos. Su principal característica es que otorgan una gran protección al suelo ante la erosión

hídrica generada tanto por el impacto directo de las gotas de lluvia, como del posterior efecto de arrastre que se produce en las calles del olivar debido a la escorrentía generada como consecuencia de la pendiente. Pero además, produce cambios en las propiedades del suelo en el que se siembran favoreciendo el incremento de materia orgánica y carbono, el aumento de la biodiversidad, el mantenimiento de la humedad edáfica (Fig. 1). Y dependiendo de la composición de la cubierta sembrada, también pueden aportar efectos antifúngicos (cubierta de crucíferas) o de fertilidad (cubierta de leguminosas).

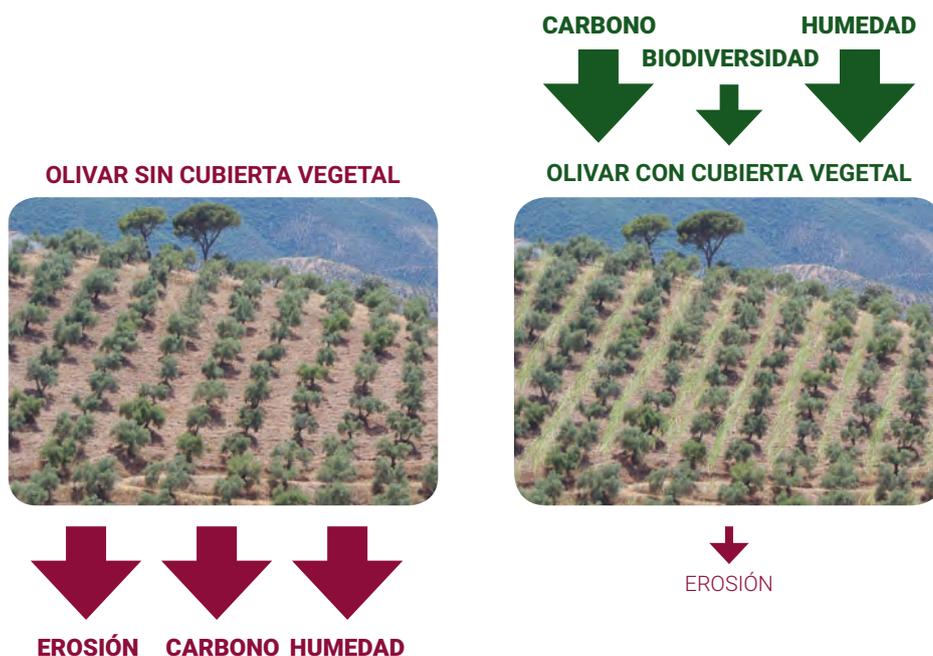


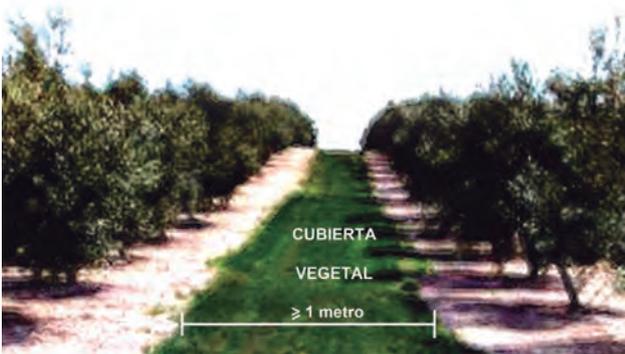
Figura 1. Esquema de los principales beneficios que obtiene un olivar al implantarse en sus calles cubiertas vegetales sembradas.



**Figura 2.** Cubierto vegetal en olivar, sembrado con una especie de leguminosa.



**Figura 3.** Cubierto vegetal sembrado en estado de emergencia.



**Figura 4.** Esquema básico de una cubierta vegetal sembrada en la calle de un olivar.



**Figura 5.** Dentro de las operaciones para controlar la cubierta vegetal no debe estar comprendido el laboreo del terreno.

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta de especies herbáceas compuesta por una o varias especies sembradas entre las calles de los olivos (Fig. 2)

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La cubierta compuesta por especies herbáceas debe implantarse mediante la siembra de las semillas correspondientes en el centro de la calle (Fig. 3). Previamente se ha debido preparar el suelo con un pase de labor superficial (cultivador).

Las especies a sembrar pueden ser gramíneas, leguminosas y/o crucíferas. La cubierta vegetal sembrada consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de, al menos, 1 metro (Fig. 4). Deben de estar implantadas en todas las calles del olivar.

Si nos atenemos a las características que regulan la ayuda agroambiental de Andalucía, la implantación de la cubierta sembrada se podrá llevar a cabo un máximo de tres veces durante el período de compromiso (cinco años). Siendo obligatorio que una de ellas se realice el primer año.

En parcelas con menos de un 15% de pendiente se puede enterrar la semilla mediante un pase superficial de rastra o reja.

Con el paso de la primavera, las especies vegetales comienzan a competir con el olivo por agua y nutrientes. En ese momento se procede a la siega de la cubierta. Que puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 5).

En el centro de la franja de implantación hay que dejar hasta el 31 de mayo una banda de autosemillado de, al menos, 25 cm de ancho.

Las especies vegetales o sus restos deben de cubrir al menos un 50% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado (que debe poseer una anchura mínima de 1 m).

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Desde el 15 de febrero al 15 de mayo la cubierta viva o segada debe cubrir, al menos, un 50% de la superficie en la que se ha aplicado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

De 15 de marzo a 15 de mayo debe perdurar una banda de autosemillado de, al menos, 25 cm de ancho (Fig. 6).



**Figura 6.** A partir del 15 de marzo debe perdurar, al menos, una banda de autosemillado superior a los 25 cm de anchura.

Sí se toma el ejemplo de la ayuda agroambiental de Andalucía, el periodo mínimo de compromiso adquirido por el agricultor de implantación de esta práctica sería de 5 años.

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

Con el fin de secuestrar carbono la siega de la cubierta vegetal deberá realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo (Fig. 5).

Los restos vegetales de la cubierta deben permanecer en superficie hasta la siembra de la siguiente cubierta. (Fig. 7).



**Figura 7.** Los restos de la cubierta no deben ser retirados, permaneciendo sobre el suelo.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona la implantación de cubiertas vegetales sembradas?

El establecimiento de una cubierta vegetal sembrada favorece al suelo al incrementarse la biomasa que se incorpora a las calles del olivar. Favoreciendo a la comunidad de microorganismos del suelo, que la descomponen, y permitiendo el secuestro de carbono orgánico. Se indican algunas de las ventajas:

- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La utilización de determinadas especies (fundamentalmente de la familia de las crucíferas), aporta al cultivo una defensa frente a patógenos. Ya que son fuente de sustancias como los glucosinolatos, que actúan como biofungicidas.
- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta.
- **Facilita el control de la flora arvense.** Tanto porque se impide su crecimiento, al tener una especie sembrada que ha crecido en su lugar, como porque se puede usar contra la flora arvense sustancias destinadas a su control, descartando afectar

a la especie que se ha sembrado (ya sea en unos casos de hoja ancha, o bien de hoja estrecha).

- **Incrementa la fertilidad** sobre todo en el caso de cubiertas de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo. Estas especies, son capaces de aprovechar el nitrógeno atmosférico gracias a su asociación con las bacterias del género *Rhizobium*, incrementando la cantidad de este nutriente en el suelo cuando sus restos se descomponen. Esta cubierta es interesante para olivares ecológicos que tienen limitado la aplicación de fertilizantes sintéticos.
- **Facilita las labores en el olivar**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Aumenta la sostenibilidad del olivar**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del olivar:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos vegetales en la anchura de la cubierta vegetal.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado la práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos de la campaña precedente) y la

introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos relativos con la implantación de cubiertas vegetales sembradas en España avalan la eficacia de las prácticas descritas anteriormente. Mostrando que su presencia favorece el incremento de carbono orgánico en el suelo a largo plazo, potenciando el efecto sumidero. Debido a la mayor distribución del olivar en el sur de España, la mayor parte de los trabajos consultados se localizan en Andalucía. De la revisión de estos trabajos se ha observado que la implementación de esta práctica respecto a dejar al olivar desnudo o labrado ha conseguido una tasa de secuestro de carbono que oscila entre 0,4 y 2,56 t/ha/año, dependiendo del número de años contemplados en el estudio, de la profundidad de suelo muestreada y de la especie utilizada en la cubierta. El valor medio de secuestro de carbono para cubiertas sembradas ha sido el de 1,31 t/ha/año. En cuanto a las especies utilizadas en las experiencias, se ha observado que pertenecen a los géneros *Lolium*, *Brachypodium*, *Eruca*, *Sinapis* y *Veza*.

## SECUESTRANDO CARBONO EN OLIVAR CON CUBIERTAS DE PODA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

### Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos,...

2

### Uso de cubiertas de especies que no compitan con la producción del olivar

Utilización de especies de ciclo corto y temprano, de forma que ya hayan cerrado su ciclo vital cuando el olivar requiera de agua y nutrientes.

3

### Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al requerir un proceso de siembra, las cubiertas deben realizarse preferentemente en perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4





Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en viñedo

5

## INTRODUCCIÓN

Pertenece a la familia Vitaceae. Se distribuye predominantemente por el hemisferio norte. El cultivo de la vid para la producción del vino es una de las actividades más antiguas de la civilización, probablemente contemporánea al comienzo de ésta.

Existen pruebas de que los primeros cultivadores de viñas y productores de vino se encontraban en la región de Egipto y Asia Menor, durante el neolítico. Al mismo tiempo que los primeros asentamientos humanos permanentes empezaron a dominar el arte del cultivo y la cría de ganado, así como el de la producción de cerámica.

Antiguamente los viñedos se plantaban en los peores terrenos y esparcidos por estos sin ningún tipo de orden, aprovechándose muy bien el espacio con más de 4.000 cepas por hectárea. Tenían el inconveniente de requerir mucha mano de obra para realizar los cuidados y recogida de la uva, por lo que en las nuevas plantaciones se empezaron a alinear las cepas, dejando mayor espacio entre ellas, con el objetivo de poder usar animales para realizar algunas labores. Con la llegada de la maquinaria agrícola los pasillos entre las diferentes hileras tuvieron que empezar a ser mayor, reduciendo el número de plantas, pero ganando en comodidad.

## VID EN ESPAÑA

Las plantaciones de uva para vino eran tradicionalmente de secano. Las vides de uva de vino se solían plantar en cepa baja, y bastante separadas unas de otras (dos o más metros entre plantas). En la actualidad es más frecuente la plantación en hileras con espaldera o emparrado y generalmente con riego de apoyo, aunque en La Mancha sigue siendo muy común el cultivo de la vid en cepa en secano. Las uvas de mesa normalmente se plantan en parra o con algún otro sistema de conducción y suelen regarse.

España es el primer país del mundo en cuanto a las hectáreas de viñedo, actualmente contamos con 967.234 ha (ESYRCE 2019), un 13% del total mundial. Sin embargo, en cuanto a producción de vino, ocupamos el tercer lugar por detrás de Francia e Italia. Esto hace del viñedo español uno de los principales sumideros de carbono en tierras agrícolas.

## LA VID Y LA RETENCIÓN DE CARBONO

El viñedo, al igual que otros cultivos leñosos mediterráneos, deben tenerse en cuenta por su elevada productividad, tanto en cantidad como en calidad y por tanto, en valor añadido. A su vez, estos cultivos juegan un papel clave en el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación de los flujos de agua y nutrientes y la evitación de incendios forestales. La industria del vino, basada en el tradicional cultivo de la vid, juega un papel substancial en la economía agrícola local y en la ecología del paisaje.

***El cultivo de la vid podría también tener un papel en términos de almacenamiento de carbono.***

Debido a su extensión en el territorio puede presentar un gran papel en la fijación de  $\text{CO}_2$  a través de la fotosíntesis y transformación en materia orgánica en la planta (hojas, fruto, tronco y raíces), una parte de la cual se quedará almacenado en el terreno. La evaluación de la fijación de carbono en la planta en sistemas agrícolas es una herramienta útil para estimar la capacidad de almacenaje de los cultivos y que está enmarcado en las políticas propuestas a partir del Protocolo de Kyoto. Para ello, se han establecido relaciones entre biomasa u otras variables biométricas y la edad del cultivo, en base a datos propios, de la literatura científica y del registro vitivinícola.

Existe un estudio en la Rioja que arroja los siguientes datos: En promedio, para el conjunto de la Comunidad Autónoma, el cultivo de la vid captaría 9,12 t.  $\text{CO}_2$ /ha, lo que daría aproximadamente para el total de hectáreas cultivadas unas 8.755.200 t.  $\text{CO}_2$  al año. Los resultados ponen de manifiesto el potencial del cultivo de la vid como fijador de carbono en ambientes mediterráneos.



## BENEFICIOS AGRO-AMBIENTALES DE LAS PRÁCTICAS QUE FOMENTAN EL SECUESTRO DE CARBONO

El cultivo de la vid representa un 5.7% de la superficie total cultivada en España. La importancia de este cultivo en el territorio nacional y los criterios de sostenibilidad implícitos en la normativa de la nueva PAC, indican la conveniencia de implantación de prácticas agrícolas que ofrezcan otros beneficios agronómicos y ambientales, que además hayan demostrado su eficacia en favorecer el secuestro de carbono en el suelo, como son (Fig. 1): 1) la reducción de la erosión y escorrentía, 2) el incremento del contenido de materia orgánica, 3) la mejora de la estructura del suelo y sus propiedades relacionadas (aumento de la retención de agua, de la densidad aparente, etc.) debido a la contribución en la formación de agregados estables, 4) la mejora de la biodiversidad

y la mejora salud biológica de los ecosistemas agrícolas y 5) la reducción del consumo energético e incremento de la eficiencia y la productividad energética. En definitiva, el aumento en contenido de carbono en el suelo a través del aumento de materia orgánica produce una mejora de la "calidad" del suelo y de los flujos de nutrientes clave para las plantas, lo cual afecta directamente a la productividad del cultivo. Además, supone una de las mejores herramientas para la mitigación y adaptación de los sistemas agrícolas al cambio climático, debido a que tienen un papel clave en el ciclo de carbono mediante el secuestro de carbono en el suelo y debido a que ayudan a mejorar la productividad del suelo para garantizar la seguridad alimentaria.



### IMPLANTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS



Beneficios derivados de la implantación de buenas prácticas en la gestión del suelo.



# Aplicación de enmiendas orgánicas

# 5.1

## Establecimiento de la práctica

### ¿QUÉ IMPLANTAR PARA MEJORAR EL SECUESTRO DE CARBONO?

La aplicación de enmiendas orgánicas se debe realizar cuando las características del suelo y las necesidades nutricionales del cultivo lo hagan aconsejable. La práctica consiste en la priorización de las enmiendas orgánicas por encima de las minerales, con una dosis de nitrógeno (N) correcta, con una proporción C/N adecuada y con una distancia de transporte desde el lugar de producción al de aplicación que, en balance, resulte no solo en secuestro de carbono en el suelo, sino también una disminución de las emisiones globales.

En la fabricación del compost, los residuos utilizados pueden ser tanto de origen animal como vegetal y la elección dependerá tanto de factores inherentes a su composición (relación C/N) como operacionales (disponibilidad estacional y/o cercanía de obtención del residuo). Existe una gran variedad de residuos procedentes de diferentes sectores e industrias. En la siguiente tabla se recogen los principales tipos de residuos que se generan y que son susceptibles de ser compostados y aplicados como enmienda.

TIPO DE RESIDUO	
Residuos ganaderos	Estiércoles
	Purines
Residuos agrícolas extensivos	Paja de cereales (co-compostaje)
Residuos agroindustriales	Industria vitivinícola: orujo de uva
	Industria cervecera: residuos de lúpulo y malta (cowcompostaje)
	Industria olivarera: alperujo
Residuos urbanos	Lodos de depuradora
	Residuos sólidos urbanos (RSU)

**Tabla 1.** Residuos generados por distintos sectores de actividad.

La mayoría de los residuos tienen una normativa específica que limita su aplicación, por lo que no se recomiendan para cualquier tipo de suelo ni ambiente climático. Además, el uso de residuos de tipo orgánico para producción de compost requiere en muchos casos de tratamientos previos, transporte, etc., que pueden generar, entre otros, elevados costes de transporte y problemas ambientales. Hay que señalar que existen leyes, normativas, directrices, etc., bien de ámbito europeo o nacional que hay que tener en cuenta cuando se produce un compost o posteriormente cuando se utiliza como fertilizante o enmienda orgánica, en agricultura.

Un caso específico para viñedo es el compostaje de restos de poda de invierno que se ha desarrollado en el Proyecto LIFE sarmiento, recomendable para evitar la quema en aquellos casos donde la incorporación directa de los sarmientos no se recomienda por razones sanitarias.

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono? ¿Cómo aplicar enmiendas para mejorar el secuestro de carbono?

El principal objetivo de la aplicación de una enmienda orgánica en suelos agrícolas es el de mejorar los niveles de materia orgánica. En este sentido, España es el país de la UE con menor contenido medio de carbono orgánico en el suelo, 14,9 g/kg frente a la media UE que es de 43,1 g/kg y presenta el valor más bajo al de otros países mediterráneos. Para mantener los niveles de materia orgánica nos encontramos con dos posibilidades, por un lado, hacer que la velocidad de descomposición sea reducida, aspecto muy difícil en ambientes cálidos y secos, o bien que se realicen frecuentes aportaciones de enmiendas orgánicas como pueden ser los diferentes residuos orgánicos o compost.

Por ello, se priorizará la enmienda orgánica frente a la fertilización mineral (fig. 1). No obstante, el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas depende principalmente de las condiciones ambientales que regulan la actividad microbiana y de las prácticas agrícolas y de su manejo, cómo por ejemplo tipo de abono, dosis, frecuencia y forma de aplicación, etc.

A la hora de elegir la enmienda a aplicar, sin embargo, lo prioritario, como en cualquier fertilizante, es calcular las necesidades de nitrógeno, y secundariamente también de fósforo, para evitar aplicar un exceso de estos nutrientes. En el caso del viñedo las necesidades de abono nitrogenado son menores que en otros cultivos, con extracciones alrededor de 4 kg de N por



**Figura 1.** Imagen de enmienda orgánica compostada y esparcimiento en el suelo.

tonelada de uva cosechada equivalentes a entre 20 y 70 kg de N por hectárea. Sin embargo, la sequía reduce altamente la capacidad de extracción del cultivo y las aportaciones deben moderarse.

Una vez determinadas esas necesidades, se recurrirá a aquella enmienda orgánica con una mayor relación Carbono - Nitrógeno (C/N), de manera que maximicemos la aportación de C. En este sentido, los purines son poco aconsejables, por tener una relación C/N muy baja respecto de otros productos compostados: así, los purines frescos suelen tener una relación C/N de solo 5/1; la gallinaza pura lo mejora algo, con un 7/1, mientras que un compost de estiércol de cerdo sube hasta 10-16/1, uno de bovino llega hasta los 15-20/1, y el de ovino-caprino hasta 32/1. Cualquiera de estos productos mejora aún su relación C/N si en el compostaje se ha añadido paja: así, la gallinaza con cama de paja sube a 18/1, o el estiércol de vacuno con paja a 20-30/1. Otros elementos interesantes son los mismos restos de poda, especialmente invernal, que, por su bajo contenido en N, llegan a relaciones C/N muy altas, del 40-45/1. Aunque son producidos en la misma finca, estos no están disponibles en cualquier momento ni en grandes cantidades si el cultivo está bien equilibrado. Sin embargo, aún debe matizarse esta elección en función de la distancia a la fuente del producto, pues el transporte, asociado actualmente al consumo de combustibles fósiles, puede echar al traste la función de secuestro de carbono como herramienta de mitigación del cambio climático. La situación ideal consiste en el aprovechamiento de restos que hayan podido compostarse en la propia finca o en las cercanías. Si el compost debe obtenerse de más lejos, deberá ponderarse su mayor relación C/N respecto de otros con menor relación, pero más cercanos.

Por el mismo motivo, la aplicación de la enmienda escogida será superficial, evitando laboreos profundos que desestructuran el suelo y producen un importante gasto de combustible. Así, no son **recomendables para mantener el carbono secuestrado, las siguientes prácticas:** el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirá el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

Como norma general, las enmiendas orgánicas se aplicarán a la salida del invierno, evitando su aplica-

ción en otoño, aunque dependiendo de los condicionantes que se exponen en el apartado 4 de esta guía. Para la distribución de la enmienda orgánica, se utiliza un remolque aplicador que esparce la enmienda a voleo por la parte trasera mediante sinfines verticales y platos rotatorios (fig. 2).



**Figura 2.** Aplicación de la enmienda al suelo mediante remolque esparcidor de abono.

A efectos de secuestro de carbono hay que tener en cuenta que las aplicaciones puntuales de estas enmiendas (por ejemplo una aplicación en un período de 5 años) no logran un incremento efectivo de carbono, puesto que una vez que se ha realizado la aplicación de cualquiera de estas enmiendas, el C orgánico aportado es asimilado paulatinamente por la biomasa microbiana del suelo, y aproximadamente 2/3 de este C son perdidos como producto de la respiración microbiana, por lo que sólo 1/3 del C aplicado con la enmienda contribuye a aumentar el contenido de este parámetro en el suelo y el aumento final es bajo. En este sentido, se recomienda aplicaciones en años sucesivos para un mayor efecto de la enmienda en el incremento de carbono secuestrado. Sin embargo, este criterio deberá ser siempre ponderado por las necesidades en N y P del cultivo, como hemos dicho anteriormente.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña se aplicará esta práctica?

El momento de aplicación de la práctica vendrá condicionado por las necesidades del cultivo y las condiciones del suelo. Pese a ello, como norma general, las enmiendas orgánicas se aplicarán a la salida del invierno, evitando su aplicación en otoño.



5. Al aplicar fertilizantes líquidos (purines), dejar una banda mínima de 10 m a cursos de agua sin aplicar.
6. Al aplicar fertilizantes sólidos, dejar una banda mínima de 5 m a cursos de agua sin aplicar.
7. Evitar aplicación de enmiendas orgánicas a menos de 50 m de pozos o puntos de abastecimiento de agua.
8. En riegos por gravedad, evitar que el fertilizante salga de la parcela.
9. Tener especial cuidado en la aplicación de enmiendas en cultivos inundados.
10. Extremar las precauciones en la aplicación de fertilizantes en sistemas de riego.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona la aplicación de enmiendas orgánicas?

Las enmiendas orgánicas, además de favorecer el incremento de los niveles de carbono orgánico del suelo, presentan otras ventajas, como son:

- Mejorar las características del suelo, aumentando la porosidad de éste y disminuyendo la compactación.
- Favorecer la auto regulación de los nutrientes del suelo y su reciclaje permanente.
- Incrementa la retención de humedad aprovechable del suelo para el cultivo.
- Evitar y corregir la erosión del suelo y la desertificación.
- Mejorar y mantener la biodiversidad autóctona del suelo.
- Tiende a mantener un pH más neutro y un suelo más tamponado.
- Producto del efecto de los diversos factores anteriormente señalados, promueve un mayor crecimiento de raíces.

La gestión y eliminación de las grandes cantidades de residuos orgánicos que se generan en distintos ámbitos, agrícola-ganadero, industrial y urbano, representan un gran problema medioambiental y hay una creciente presión legislativa y social sobre su eliminación, es por ello por lo que se hace necesario la búsqueda de soluciones para estos residuos puedan convertirse en un recurso y en esta búsqueda es donde se plantea la aplicación de estos subproductos orgánicos al suelo agrícola como enmienda.

El difícil manejo y la falta de estabilidad en la composición de la mayoría de los residuos orgánicos, ha llevado a que, en los últimos tiempos, la mejor opción para su reutilización sea en forma de compost. Esta forma de presentación del residuo orgánico facilita su aplicación al suelo y permite asegurar sus características en el tiempo.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Conocer las características del suelo receptor y la composición de la enmienda:** Este aspecto es de gran importancia porque va a determinar la dosis óptima de producto a aplicar para los fines que se pretende conseguir. De esta manera, se evitará alteraciones de la calidad del suelo y toxicidades o carencias en la planta.
- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Se recomienda la aplicación anual de la enmienda,** siempre que las necesidades del cultivo y la normativa lo permitan. Es importante que la enmienda se aplique anualmente para que pueda darse ese efecto acumulativo de carbono orgánico en el suelo, ya que si la aportación de esta biomasa orgánica al suelo se realiza anualmente se podrían compensar las pérdidas de carbono derivadas de las emisiones por su descomposición. Sin embargo, siempre deben primar las necesidades del cultivo, por lo que debe considerarse la cantidad de nitrógeno, y también de fósforo, aplicadas con esta práctica, así como la normativa vigente al respecto.

- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen la labora subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

Por ejemplo, en un estudio de 28 años en el Valle del Loira, la aplicación de enmiendas en base a estiércol de vacuno (20 t C/ha/año) y compost de residuos del cultivo de setas (16 t C/ha/año) acumularon en total una media de 30 t C/ha/año, más del doble que las dosis 50% respectivas. Las tasas de acumulación fueron elevadas en los primeros 15 años, llegando a un punto de saturación a partir de los 20. En un metaanálisis de diversos estudios se encontró que, de promedio, las tasas de secuestro de carbono en viñedos con aplicación de enmiendas orgánicas eran de 0,65 t C/ha/año.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos con relación a la aplicación enmiendas orgánicas avalan la eficacia de esta práctica en mejorar los stocks de carbono orgánico en el suelo.

## ¿Qué es importante recordar?

La aplicación de enmiendas orgánicas debe ser una práctica beneficiosa para el cultivo, a la vez que para el medioambiente.

### SECUESTRANDO CARBONO EN VIÑEDO CON ENMIENDAS ORGÁNICAS ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de enmiendas orgánicas compostadas

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2

#### 3 Aplicación anual de la enmienda orgánica

- Aplicaciones cada dos o tres años reducen la eficacia de la enmienda para secuestrar carbono.
- Siempre deben primar las necesidades del cultivo

3

# Cubierta vegetal espontánea **5.2**

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta vegetal que surja espontáneamente en las calles, filas o taludes del viñedo.

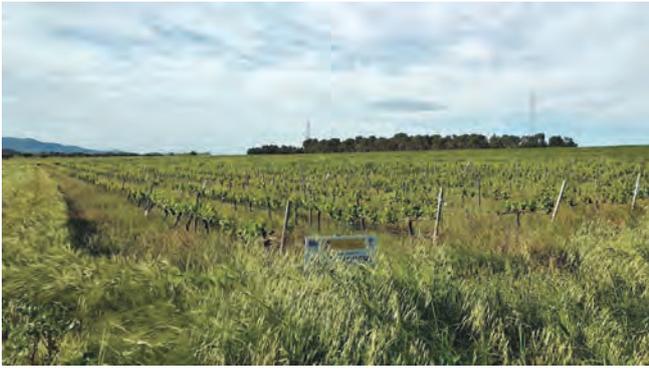


Cubierta espontánea en el Penedès (Foto IRTA)

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Se dejará crecer la cubierta vegetal espontánea que nazca, cuya composición dependerá de la tipología de suelo y clima, así como del manejo previo del cultivo y del ecosistema circundante.



Cubierta vegetal de un viñedo demostrativo adyacente a un campo de cebada antes (izquierda) y después (derecha) de la siega de la cubierta espontánea. (Fotos:IRTA)

La cubierta vegetal en la totalidad del viñedo sería la práctica que más carbono secuestra. Se recomienda que esta sea gestionada usando principalmente aperos de corte (segadoras, desbrozadoras, picadoras) o un laboreo muy superficial, y dejando siempre los restos en superficie. También sería viable la eliminación mediante sistemas térmicos (vapor, microondas) o químicos (aunque el uso de herbicida se desaconseja en el contexto de prácticas sostenibles y respetuosas con el medioambiente). Para el control hierbas en la fila se recomiendan los mismos tipos de gestión que podrían combinarse para una mayor eficiencia con mulching, ya sea procedente de la siega de la propia cubierta, ya sea de aporte externo (priorizando el mulching natural y de proximidad). También se puede utilizar ganado ovino o caprino para el control de la cubierta, que a la vez aporta nutrientes adicionales al suelo. Esta práctica es aconsejable solo durante el reposo invernal, ya que los animales también pastorean los brotes tiernos y racimos.



Siega de la cubierta vegetal (Foto IRTA).

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La cubierta vegetal viva o sus restos, deberían estar presentes a lo largo de todo el año

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

El mayor inconveniente del uso de cubiertas vegetales es la competencia por los recursos, especialmente el agua, pero también los nutrientes. La gestión adecuada de la cubierta vegetal debe ser aquella que permita controlar un grado de competencia adecuado con los objetivos productivos. En este sentido, las cubiertas más eficientes son aquellas cuyo ciclo vegetativo sea opuesto al de la vid (fig. 1), que presenten cubierta viva entre las fases de senescencia y hasta cuajado y que, de ser posible se vaya agostando naturalmente desde cuajado hasta post cosecha. Estas indicaciones generales, variarán en función de la pluviometría de cada año: en años más lluviosos se puede alargar la cubierta viva y en años más secos, su gestión será necesaria una gestión más temprana. Para ayudar a que la composición de la cubierta espontánea sea más favorable a nuestros intereses, además de controlar la competencia por los recursos mediante siegas, o desbroces, se pueden programar las siegas para favorecer la resiembra natural de las especies deseadas y no dejar que las especies no deseadas lleguen a florecer.

	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO		
Hem Norte	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Hem SUR	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
REPOSO												
DESBORRE												
BROTACION												
FLORACIÓN												
CUAJADO												
GUISANTE												
ENVERO												
MADURACIÓN												
VENDIMIA												
POSTCOSECHA												
SENESCENCIA												

**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico de la vid. Las operaciones en verde se llevan a cabo en el periodo rayado. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas la presencia de cubiertas vegetales?

Las cubiertas vegetales mejoran la fijación de carbono en el viñedo, la estructura del suelo. Se indican algunas de las ventajas:

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.
- **Reducen la erosión del terreno y la degradación del suelo.** La cubierta vegetal no sólo contribuye a la retención directa de suelo, si no también a la reducción de pérdidas de agua por escorrentía superficial.
- **Incrementa la fertilidad del suelo**, sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, ayudan a controlar plagas del cultivo.

- **Ayuda al control vegetativo:** En zonas donde haya un exceso de vigor vegetativo, la competencia de la cubierta puede ser beneficiosa para ayudar a controlar el vigor, reduciendo las operaciones en verde y contribuyendo a un rendimiento ajustado a la calidad.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación de este imposibilita su rentabilidad. Además, las cubiertas vegetales espontáneas no presentan costes de siembra.



- Mejora la estructura del suelo
- Reduce la erosión y la escorrentía
- Aumento de la retención de agua
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Ayuda al control vegetativo:
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- Importancia del cuaderno de campo de la explotación: Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.

- Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Estudios científicos llevados a cabo en diferentes lugares de España indican un gran potencial del uso de cubiertas vegetales para el incremento del control de la erosión (hasta un 80%), el secuestro de carbono en el suelo (entre 0,22 y 1,19 t C/ha/año) y una mejor infiltración de agua en el viñedo (hasta un 45%), respecto a un laboreo convencional. Los resultados suelen ser apreciables entre el tercer y quinto año de la implantación de la cubierta. Estos resultados son variables según el tipo de suelo, el clima de la zona y el tipo de cubierta vegetal. Sin embargo, la gestión de la cubierta debe ser precisa para no reducir sensiblemente el rendimiento.

### SECUESTRANDO CARBONO EN VIÑEDO CON CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del viñedo

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, éstas deben de ser seleccionada de manera que, preferentemente, las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4



## Cubierta vegetal sembrada

# 5.3

### Establecimiento de la práctica

#### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Se sembrará una cubierta vegetal formada por semillas de una o varias especies en las calles del viñedo.



Cubierta sembrada de gramíneas tras 10 años, con auto-siembra en el Penedès. A la izquierda cubierta viva en el mes de marzo. A la derecha cubierta seca en el mes de agosto (Fotos: IRTA).

### Características de la implantación de la práctica

#### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La siembra de una cubierta vegetal, es recomendable llevarla a cabo cuando el viñedo esté bien implantado,

aunque en suelos con disponibilidad hídrica adecuada, la cubierta podría usarse como abono verde desde el principio.

Antes de la siembra, habrá que preparar el terreno con un pase de cultivador superficial. La época de siembra será la adecuada para la especie herbácea seleccionada. La siembra se hará ocupando el centro de la calle y con un ancho que permita la buena gestión posterior según la maquinaria disponible.

La selección de la especie o mezcla de especies a aplicar dependerá de los objetivos productivos y de las características edafoclimáticas del viñedo. Si el objetivo es el abono verde, la resiembra será en base anual, en cambio las cubiertas permanentes suelen tener objetivos más relacionados con la estructura y funcionalidad del suelo. En aquellos suelos más pobres en nitrógeno, las cubiertas recomendables incluirían especies leguminosas. En zonas muy húmedas serán recomendables especies con raíces más profundas y en zonas más áridas las especies a elegir serían aquellas con reposo estival. También pueden plantarse especies que tengan efectos sobre la diversidad funcional, como por ejemplo especies que favorezcan la presencia de polinizadores, o Brassicaceas que contribuyen al control de las enfermedades de la madera. Existen numerosos estudios sobre el uso de cubiertas vegetales, sus propiedades y gestión en relación con el rendimiento y la calidad de la uva. Lo más apropiado es buscar asesoramiento experto en cada zona y empezar con franjas o parcelas pequeñas para determinar cual es la mejor opción para un objetivo productivo y condiciones concretas.



Cubierta vegetal sembrada con trébol encarnado en flor (*Trifolium incarnatum* L.) (Foto: Espelt Viticultors).

La cubierta vegetal en la totalidad del viñedo sería la práctica que más carbono secuestra. Se recomienda que esta sea gestionada usando principalmente aperos de corte (segadoras, desbrozadoras, picadoras) o un laboreo muy superficial, y dejando siempre los restos en superficie.

Si la competencia es muy elevada y hay que eliminar la cubierta o parte de ella, sería viable la eliminación mediante sistemas térmicos (vapor, microondas) o químicos (aunque el uso de herbicida se desaconseja en el contexto de prácticas sostenibles y respetuosas con el medioambiente). Para el control hierbas en la fila se recomiendan los mismos tipos de gestión que podrían combinarse para una mayor eficiencia con mulching, ya sea procedente de la siega de la propia cubierta, ya sea de aporte externo (priorizando el mulching natural y de proximidad). También se puede



Siega de la cubierta vegetal (Foto IRTA).

utilizar ganado ovino o caprino para el control de la cubierta, que a la vez aporta nutrientes adicionales al suelo. Esta práctica es aconsejable solo durante el reposo invernal, ya que los animales también pastorean los brotes tiernos y racimos.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La cubierta vegetal viva o sus restos, deberían estar presentes a lo largo de todo el año

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

El mayor inconveniente del uso de cubiertas vegetales es la competencia por los recursos, especialmente el agua, pero también los nutrientes. La gestión adecuada de la cubierta vegetal debe ser aquella que permita controlar un grado de competencia adecuado con los objetivos productivos. En este sentido, las cubiertas más eficientes son aquellas cuyo ciclo vegetativo sea opuesto al de la vid (fig. 1), que presenten cubierta viva entre las fases de senescencia y hasta cuajado y que, de ser posible se vaya agostando naturalmente desde cuajado hasta post cosecha. Estas indicaciones generales, variarán en función de la pluviometría de cada año: en años más lluviosos se puede alargar la cubierta viva y en años más secos, su gestión será necesaria una gestión más temprana.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas la presencia de cubiertas vegetales?

Las cubiertas vegetales mejoran la fijación de carbono en el viñedo, la estructura del suelo. Se indican algunas de las ventajas:

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.

	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO		
Hem Norte	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Hem SUR	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
REPOSO												
DESBORRE												
BROTACION												
FLORACIÓN												
CUAJADO												
GUISANTE												
ENVERO												
MADURACIÓN												
VENDIMIA												
POSTCOSECHA												
SENESCENCIA												

**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico de la vid. Las operaciones en verde se llevan a cabo en el periodo rayado. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año.

- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.
- **Reducen la erosión del terreno y la degradación del suelo.** La cubierta vegetal no sólo contribuye a la retención directa de suelo, si no también a la reducción de pérdidas de agua por escorrentía superficial.
- **Incrementa la fertilidad del suelo**, sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, ayudan a controlar plagas del cultivo
- **Ayuda al control vegetativo:** En zonas donde haya un exceso de vigor vegetativo, la competencia de la cubierta puede ser beneficiosa para ayudar a controlar el vigor, reduciendo las operaciones en verde y contribuyendo a un rendimiento ajustado a la calidad.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación de este imposibilita

su rentabilidad. Además, las cubiertas vegetales espontáneas no presentan costes de siembra.



- Mejora la estructura del suelo
- Reduce la erosión y la escorrentía
- Aumento de la retención de agua
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Ayuda al control vegetativo:
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se

han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Estudios científicos llevados a cabo en diferentes lugares de España indican un gran potencial del uso de cubiertas vegetales para el incremento del control

de la erosión (hasta un 80%), el secuestro de carbono en el suelo (entre 0,22 y 1,19 t C/ha/año) y una mejor infiltración de agua en el viñedo (hasta un 45%), respecto a un laboreo convencional. Los resultados suelen ser apreciables entre el tercer y quinto año de la implantación de la cubierta. Estos resultados son variables según el tipo de suelo, el clima de la zona y el tipo de cubierta vegetal. Sin embargo, la gestión de la cubierta debe ser precisa para no reducir sensiblemente el rendimiento.

## ¿Qué es importante recordar?

Que es una práctica más para beneficio del cultivo, que además es positiva para el medio ambiente.

### SECUESTRANDO CARBONO EN VIÑEDO CON CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del viñedo

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, éstas deben de ser seleccionada de manera que, preferentemente, las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4

# Incorporación de restos de poda de invierno

# 5.4

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta de restos picados de los restos de poda de invierno en las calles del viñedo, procedentes de la poda de los mismos.

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda triturados, dejándolos sobre la superficie del suelo del centro de la calle. Al descomponerse lentamente, el carbono se introduce de forma paulatina y prolongada en el tiempo.

Para su implantación, es necesario realizar un tratamiento mecánico previo de troceado o picado. Los restos de poda generados deben ser de pequeño tamaño para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones en el viñedo y se facilite su incorporación al stock de carbono del suelo.

La cubierta se distribuirá por el ancho de la calle. El porcentaje de cobertura de la superficie de la calle, dependerá de la anchura de la calle y del vigor del viñedo. Sería recomendable que al menos cubriera un tercio del ancho de la calle. En caso de viñedos de poco vigor, se recomienda implantar los restos de poda en calles alternas, para conseguir una mejor cobertura.



Restos de poda antes del picado en Catalunya (Imagen: IRTA).



Ejemplo de máquina picadora. (Foto: Julián Palacios.)

En este caso, también es recomendable alternar las calles donde se incorporan los restos de poda anualmente.



Picado de sarmientos y restos de poda picados sobre suelo pedregoso en La Rioja (Foto: Bárbara Sebastián).



Restos picados de la poda de invierno sobre cubierta vegetal. A la izquierda en Navarra (Foto: Julián Palacios) y a la derecha en Txacolí (Foto: Nacho Arzoz).

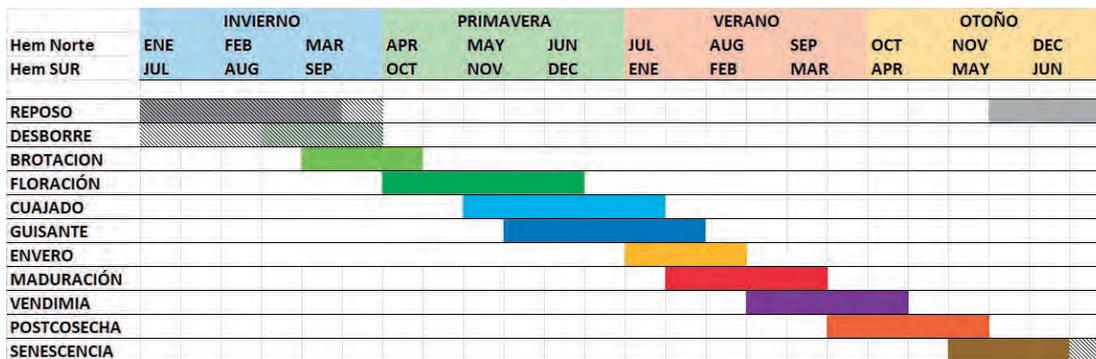
Otra posibilidad es incorporar los restos de poda picados en la línea a modo de mulch, de forma que además ayuden a controlar la aparición de vegetación bajo la línea. Esta práctica requiere más esfuerzo, pero en algunos casos puede compensar la siega o desbroce entre cepas.

El control de la vegetación (espontánea o sembrada) que pueda surgir entre los restos de poda deberá hacerse por siega o picado superficial, evitando el laboreo. El uso de herbicidas es compatible con la acumulación de carbono, aunque, en combinación con prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente no es aconsejable.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La poda del viñedo se suele realizar en fase de reposo, entre la caída de la hoja y el desborre, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero. El control in situ de los restos de poda, debería verificarse en un plazo de máximo de tres meses posteriores a la fecha de poda.



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico de la vid. Las operaciones en verde se llevan a cabo en el periodo rayado. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año.

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

La incorporación de la poda de invierno no requiere ningún manejo adicional. Si el triturado ha sido adecuado no debe interferir tampoco con la gestión de la cubierta vegetal, espontánea o sembrada.

Esta práctica se desaconseja en caso de presencia de enfermedades de la madera, en cuyo caso los restos de poda deberían ser sacados de la parcela de inmediato y procesados adecuadamente: compostaje (Proyecto LIFE sarmiento), para calderas de biomasa (Proyecto LIFE Vineyards4heat), o en quema directa, de menor a mayor impacto en cuanto a la huella de carbono global, siempre siguiendo la normativa y con los permisos necesarios de las autoridades competentes.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona la poda de invierno?

La poda de invierno es una de las labores esenciales en el ciclo del viñedo. Determina la estructura de la cepa y la carga vegetativa y productiva que se desea. Una buena gestión de la poda de invierno contribuye a prevenir y combatir la aparición de enfermedades de la madera de vid (yesca, eutipiosis, pie negro, etc.). La fecha de poda puede contribuir a retrasar la brotación y el ciclo fenológico en general, ayudando a reducir riesgos asociados a la climatología. Una poda adecuada mejora la longevidad y la rentabilidad del viñedo a largo plazo.

La incorporación de los restos de poda aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, y la sostenibilidad del cultivo en general.



- Mejora del equilibrio vegetativo productivo del viñedo
- Prevención y reducción de enfermedades de la madera
- Mejora de la calidad del fruto
- Mejora la estructura del suelo
- Aumento de la retención de agua
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se recomienda el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirá el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

el suelo, con todas las ventajas ya mencionadas. Según una revisión de artículos científicos la incorporación de restos de poda puede incrementar en un 60% el contenido de carbono orgánico en el suelo en las capas superficiales, cuando estas prácticas se combinan con aportación de mulch externo, el incremento llega al 73%. Los resultados mejoran más si se combinan con un manejo adecuado de la cubierta vegetal.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

La incorporación de los restos de poda en verde ayuda a incrementar rápidamente los niveles de carbono en

## ¿Qué es importante recordar?

Que es una práctica más para beneficio del cultivo, que además es positiva para el medio ambiente.

### SECUESTRANDO CARBONO EN VIÑEDO CON PODA DE INVIERNO ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de los restos de poda)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2

# Incorporación de restos de poda en verde

# 5.5

## Establecimiento de la práctica

¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono? Una cubierta de restos picados de las podas en verde y aclareos en las calles del viñedo. Bajo este tipo de práctica agruparemos todas las intervenciones en verde que se realicen: espergura, despampanado, despuntado, deshojado, desnietado o aclareo de racimos. Todas estas prácticas se realizan a lo largo del ciclo vegetativo de la vid y su ocurrencia e intensidad dependen tanto del vigor del viñedo, como de la meteorología del año, como de los objetivos productivos.

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda triturados, dejándolos sobre la superficie del suelo del centro de la calle. Al descomponerse lentamente, el carbono se introduce de forma paulatina y prolongada en el tiempo.

Para su implantación, es recomendable realizar un tratamiento mecánico de troceado o picado. Los restos de poda generados deben ser de pequeño tamaño para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones en el viñedo y se facilite su incorporación al stock de carbono del suelo.

La cubierta se distribuirá por el ancho de la calle. El porcentaje de cobertura de la superficie de la calle, de-



Restos de poda en verde antes del picado (izquierda) y después del picado (derecha) (Imagen: IRTA).

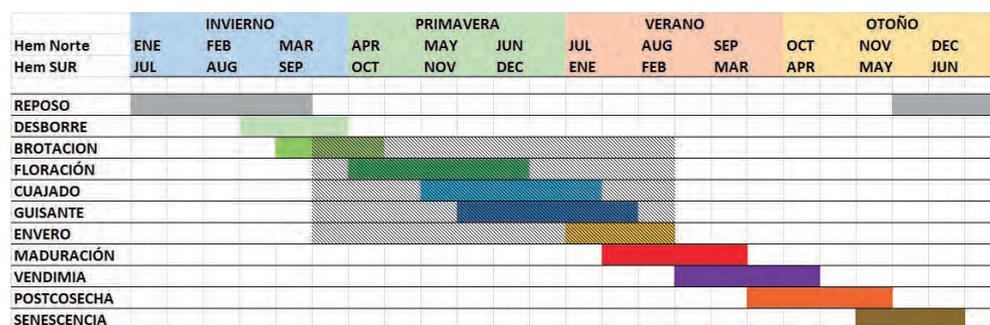
penderá de la anchura de la calle y del vigor del viñedo. Sería recomendable que al menos cubriera un tercio del ancho de la calle. En caso de viñedos de poco vigor, se recomienda implantar los restos de poda en calles alternas, para conseguir una mejor cobertura. En este caso, también es recomendable alternar las calles donde se incorporan los restos de poda anualmente. El picado de los restos de podas en verde se puede compatibilizar con el picado de la cubierta vegetal para ahorrar pases de maquinaria.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Las operaciones de poda en verde se inician con posterioridad a la brotación y antes de la floración con la

espergura y despampanado, que suele comenzar a partir del estadio E o F de Baggiolini, cuando los pámpanos están entre 10 y 20 cm de longitud. Dependiendo de la zona, la meteorología del año y la variedad puede tener lugar entre finales de abril y mediados de junio. Estas prácticas suelen acabar alrededor del invierno, o un poco después, ajustando la vegetación para la correcta maduración de los racimos.



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico de la vid. Las operaciones en verde se llevan a cabo en el periodo rayado. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año.

## Manejo de la práctica

¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

El momento, intensidad y adecuación de las operaciones en verde deben ser los necesarios para conseguir los objetivos productivos del viñedo. Si están desaconsejados, por ejemplo, en casos de poco vigor, no se realizarán.

La incorporación de los restos de poda en verde no requiere ningún manejo adicional. Si el triturado ha sido adecuado no debe interferir tampoco con la gestión de la cubierta vegetal, espontánea o sembrada.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona poda en verde?

El correcto manejo del dosel de la vid proporciona muchos beneficios. Es importante mantener un equilibrio vegetativo y productivo de las cepas. El control del número de pámpanos, su correcto posicionamiento y desarrollo es crucial para obtener el rendimiento y calidad del fruto deseados. Además, un correcto equilibrio ayuda al control de enfermedades criptogámicas (oídio, mildiu y botritis), tanto por una mejor ventilación como para una penetración más eficiente de los tratamientos fitosanitarios. La correcta exposición de los racimos a la luz solar contribuye a una maduración adecuada, dependiendo de la variedad y ubicación del viñedo puede ser óptimo un mayor sombreado o una mayor exposición de éstos. Según algunos estudios, algunas operaciones en verde pueden contribuir a retrasar la maduración y la fecha de cosecha, y contrarrestar efectos del cambio climático en la maduración de la uva. Además, la incorporación de los restos de poda en verde aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, y la sostenibilidad del cultivo en general.



- Mejora del equilibrio vegetativo productivo del viñedo
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Mejora de la calidad del fruto
- Mejora la estructura del suelo
- Aumento de la retención de agua
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen la labora subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

La incorporación de los restos de poda en verde ayuda a incrementar rápidamente los niveles de carbono en el suelo, con todas las ventajas ya mencionadas. Según una revisión de artículos científicos la incorporación de restos de poda puede incrementar en un 60% el contenido de carbono orgánico en el suelo en las capas superficiales. La incorporación de residuos en verde produce incrementos a medio plazo (5 años) proporcionales a la cantidad de carbono incorporado.

## ¿Qué es importante recordar?

Que es una práctica más para beneficio del cultivo, que además es positiva para el medio ambiente.

## SECUESTRANDO CARBONO EN VIÑEDO CON PODAS EN VERDE ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

### Uso de enmiendas orgánicas compostadas

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2



Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en cítricos

6



## Introducción

Los cítricos son una de las especies arbóreas más cultivadas en todo el mundo. Sus frutos gustan mucho y son muy demandados y, por ello, llevan siendo cultivados desde hace 4.000 años. Las numerosas especies de cítricos se desarrollan en casi todas las regiones del mundo dentro de la banda delimitada por la línea de 40° de latitud.

Proviene de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago Malayo. Las especies del género Citrus, han ido extendiéndose desde su lugar de origen hasta todas las regiones del mundo donde se cultivan en la actualidad. La llegada aproximada de estos frutos a Europa desde Asia tuvo lugar hacia el 310 a.C..

En España, tradicionalmente los cítricos son cultivados mediante regadío y las plantaciones intensivas. Esto es debido a que el cultivo de estos frutos es uno de los más destacados y arraigados de la agricultura ibérica. El cuidado de estos árboles requiere una gran cantidad de mano de obra y con frecuencia son preferibles los ejemplares de pequeño tamaño. El clima y suelo son también muy favorables a los cítricos. Se utilizan portainjertos de especies de cítricos o sus híbridos resistentes a salinidad, a la caliza y a las principales enfermedades.

## Superficie de cítricos España

La superficie citrícola cultivada en España en 2018, 297.815 ha, (Estadísticas Agrarias MAPA, 2018), hace que los cítricos constituyan con diferencia el principal grupo de frutales en España.

La superficie que se cultiva de naranja es de 153.866 hectáreas, la de mandarina es de 120.212 hectáreas de limonero unas 39.600 toneladas y de pomelo 1.882 hectáreas

En la superficie citrícola cultivada en España, el naranjo acapara el 48% del total de las hectáreas citricolas, seguido del mandarino con el 38,1%, y a mucha más distancia el limonero 12,6% y el pomelo con el 0,6%. Valencia continúa siendo la región productora con más superficie citrícola acaparando el 56,2% del total nacional, si bien el peso relativo de la superficie en Andalucía está creciendo continuamente, y ya representa el 27,1%. Valencia ocupa el primer lugar nacional tanto en naranjo como en mandarino, y Murcia en limonero y pomelo. La producción citrícola valenciana continúa perdiendo peso aunque todavía representa más de la mitad del total nacional mientras que Andalucía gana cuota de manera creciente.

En naranjo las tres provincias con más producción son Valencia, Sevilla y Huelva, representando conjuntamente el 60,5% del total nacional. En mandarino, las tres provincias más importantes son Valencia, Castellón y Huelva, que aglutinan el 76,5% del total español. En limonero, las tres primeras posiciones las ocupan Murcia, Alicante y Málaga, representando conjuntamente el 94,1% de la cifra nacional. Y en pomelo, las tres provincias que más producción acumulan son Murcia, Sevilla y Valencia, suponiendo en conjunto el 79,3% del conjunto.

## SUPERFICIE DE CÍTRICOS EN ESPAÑA (HA) .FUENTE: MAPA (2018)

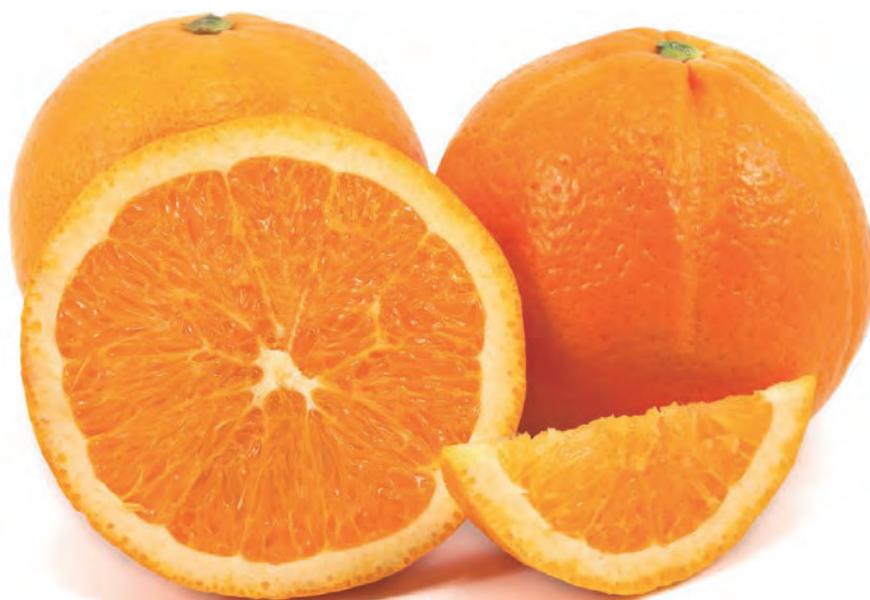
Especie	Cataluña	Valencia	Murcia	Andalucía	Otras CCAA	Total España
Naranja	2.172	70.025	7.501	56.621	2.813	139.132
Mandarino	7.932	75.731	5.700	20.104	365	108.613
Limonero	8	12.773	25.965	6.434	632	45.832
Pomelo		595	886	579	5	2.239
Otros cítricos		1.056	60	183	6	1.305
<b>Total cítricos</b>	<b>10.112</b>	<b>160.180</b>	<b>40.112</b>	<b>83.921</b>	<b>3.821</b>	<b>297.121</b>

### Los cítricos y la retención de carbono

En un contexto de cambio climático, cualquier estrategia de captura y almacenamiento de gases contaminantes se configura como primordial en el ámbito de la sostenibilidad ambiental, y en este sentido los cultivos de cítricos pueden desempeñar un papel muy relevante. Esta inquietud ha impulsado el fomento de estudios para conocer con mayor profundidad la dinámica de los gases de efecto invernadero y, sobre todo, el papel de los cultivos de hoja perenne.

La agricultura es capaz de fijar grandes cantidades de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, pero dentro del conjunto de cultivos, los árboles, sobre todo los de hoja perenne, son los que tienen mayor capacidad de captura. El potencial de remoción de CO<sub>2</sub> de los campos de naranjos, de la biomasa de sus troncos, de las malas hierbas que se producen a su alrededor, de la materia orgánica de las hojas y frutos que se descomponen en el suelo es enorme, muy superior por hectárea al de cualquier bosque o producción de secano y convendría poner en valor esta riqueza natural porque es fundamental para la preservación del Medio Ambiente.

El cultivo de cítricos contribuye a la sostenibilidad medioambiental por lo que habrá que tener muy presente en futuras políticas medio-ambientales y agrícolas, que primen de forma directa labor fundamental de estos cultivos sobre el mantenimiento del medio y su beneficio hacia el conjunto de la sociedad.







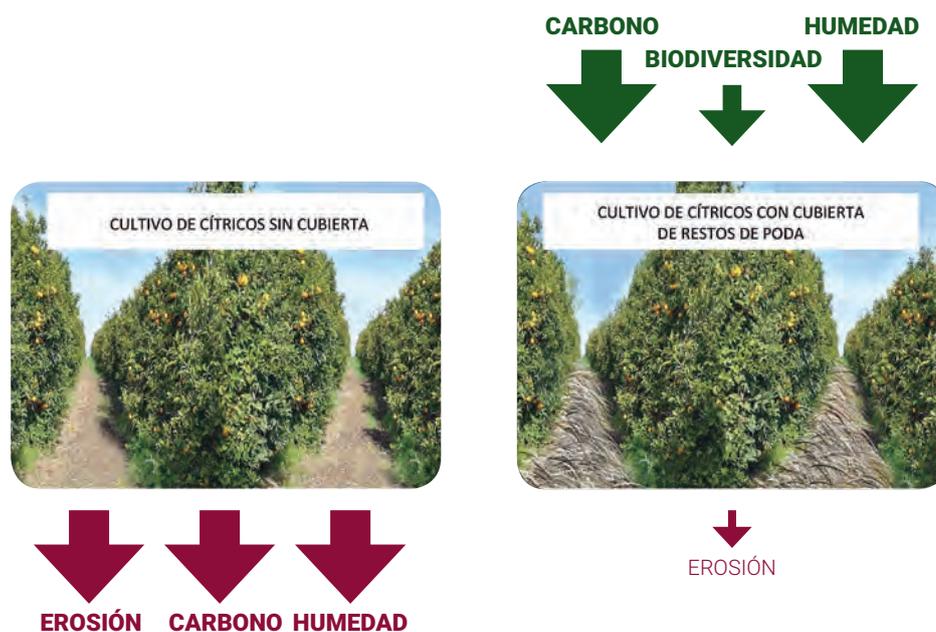
## Cubiertas de restos de poda

# 6.1

### Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

Depositar los restos de poda sobre las calles de los cultivos de cítricos, en lugar de retirarlos o quemarlos, posibilita ofrecer un input de materia orgánica al suelo. El depósito de estos restos, debe realizarse de forma que cubra, al menos, el 50% de la superficie de suelo situado entre las hileras de los árboles. Su acumulación sobre la superficie del suelo va a formar una capa protectora que reduce la erosión que se produce en las calles del cultivo. Tanto la originada por

el impacto directo de las gotas de lluvia, como la que ocasiona la escorrentía generada como consecuencia de la pendiente. A este efecto benefactor, se suma el incremento de materia orgánica y carbono que se genera en el suelo al ir degradándose la materia leñosa. Y supone un refugio para el conjunto de fauna que puede cobijarse en ella. Finalmente, la capa de restos, al detener el impacto del agua de lluvia y la posterior escorrentía, mejora la capacidad de infiltración del en el suelo. A la vez que lo protege de la evaporación del agua retenida en el mismo. Lo que produce que la humedad edáfica se mantenga más fácilmente que en un suelo sin cubierta alguna (Fig. 1).



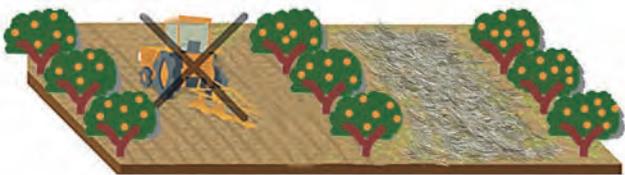
**Figura 1.** Esquema de los principales beneficios que obtiene un cultivo de cítricos al depositar sobre sus calles los restos que se originan de la poda del ramaje.



**Figura 2.** Manejo de una cubierta de restos de poda en un cultivo de cítricos. Foto: LIFE Low Carbon Feed.



**Figura 3.** Maquinaria para el picado de los restos de poda de los cítricos, para su posterior aplicación en el centro de las calles del cultivo.



**Figura 4.** Dentro de las operaciones para controlar la flora espontánea que surge entre los restos de poda no debe realizarse el laboreo del terreno.

## Establecimiento de la práctica

¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono? Una cubierta de restos picados entre las calles del cultivo procedentes de la poda de los mismos (Fig. 2).

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda triturados, dejándolos sobre la superficie del suelo del centro de la calle. Al descomponerse lentamente, el carbono liberado se incorpora al suelo de forma paulatina y prolongada en el tiempo.

Para su implantación, es necesario realizar un tratamiento mecánico previo de troceado o picado (Fig. 3). Los restos de poda generados deben ser de pequeño tamaño para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones en el cultivo y se facilite su descomposición.

La cubierta consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de, al menos, 1 metro. Deben de estar implantadas, al menos, en la mitad de las calles del cultivo.

En invierno y primavera, entre los restos surgirán especies vegetales que pueden llegar a competir con el cultivo por agua y nutrientes. Su control, puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 4).

Los restos de podan deben de cubrir, al menos, un 30% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado la cubierta (que, como se ha indicado anteriormente, debe poseer una anchura mínima de 1 m). En caso de combinar cubierta de restos de poda con cubierta vegetal espontánea, se considerará la cobertura conjunta de ambas.

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La poda del árbol se realiza en primavera. A modo de control, desde el 1 abril al 31 de mayo la cubierta de

restos de poda debe ocupar, al menos, un 50% de la superficie en la que se ha aplicado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

En el caso de combinar la cubierta de vegetación espontánea con la de restos de poda, con el fin de secuestrar carbono, la siega de la cubierta espontánea deberá realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo (Fig. 5).



**Figura 5.** Estado en el que se encuentran las calles del cultivo, en el que se observan restos de hojas y de podas de ramas.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporcionan las cubiertas de restos de poda?

Depositar los restos de poda entre las calles del cultivo, creando una capa protectora favorece al suelo, ya que se incrementa la biomasa disponible para los microorganismos. Estos pequeños seres vivos los acaban por degradar y descomponer, generando la fijación de carbono en el perfil del suelo. De esta forma el carbono atmosférico que paso a formar parte de las ramas de los árboles es secuestrado de una forma más permanente en el suelo. Generándose además algunas otras ventajas:

- **Mejora la estructura del suelo** por la propia adición de carbono desde los restos. Lo que a la larga repercute en otras propiedades como la fertilidad o la retención de humedad.

- **Aumenta la distribución del agua** debido a la mejora de la estructura del suelo, la capacidad de almacenaje del agua aumenta y es menos susceptible de perderse en periodos de escasez de lluvia.
- **Eliminación de competencia con el cultivo** al estar constituido por materia inerte.
- **Reducción de costes.** Al limitarse el número de pases de maquinaria y al obtener una biofertilización de forma natural, reduciendo la adición productos sintéticos.
- **Incrementa la fertilidad** debido a la mejora de la estructura y a los mayores contenidos en carbono y nitrógeno que quedan disponibles en el suelo para su aprovechamiento por el árbol frutal.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo,** pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del cultivo:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos de poda.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado la práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chísels o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación. Igualmente se evitará la quema de los restos sobrantes.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos del cultivo precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Aun siendo una práctica que sí se ha observado que es utilizada por los agricultores, hay pocos estudios científicos relativos al secuestro de carbono producido al implantar cubiertas de restos de poda en los cítricos. Su similitud con los restos de poda que se producen en olivar, de los que sí se conoce su efecto cuantitativo en el carbono almacenado en el suelo, permite calcular un potencial de secuestro cercano a 1,5 t/ha/año.

### SECUESTRANDO CARBONO EN CÍTRICOS CON CUBIERTAS DE PODA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

#### 3 Eliminación del efecto de competencia con la producción del cultivo

La utilización de restos de poda, al ser un material inerte, tiene como principal ventaja la ausencia de la competencia con el cultivo por agua y nutrientes.

1

2

3

4

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al requerir un proceso de picado y generación de una franja de restos, las cubiertas deben ser ubicadas preferentemente en perpendicular a la línea de máxima pendiente.



# Cubierta vegetal espontánea 6.2

## Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

La práctica de dejar crecer cubiertas vegetales espontáneas en las calles de los cultivos de cítricos aporta una amplia diversidad de beneficios. Dichas cubiertas deben cubrir, al menos, el 50% de la superficie situada entre las hileras de los cítricos, formando una capa protectora sobre el suelo que minimiza el efecto erosionante del impacto directo de las gotas de lluvia. Y también, frena la escorrentía generada como consecuencia de la pendiente, disminuyendo el arrastre

que se produce en las calles del cultivo. A este efecto benefactor, se suma el incremento de materia orgánica y carbono que se genera en el suelo al terminar en el mismo las estructuras vegetales de la flora que ha constituido la cubierta. Además, la flora que crece de forma espontánea genera un aumento de la biodiversidad, a la que se suma el conjunto de fauna que puede alimentarse y cobijarse en ella. Por último, la mayor capacidad de infiltración que se produce del agua de lluvia en el suelo y la reducción de la evaporación del agua retenida en el mismo determina que la humedad edáfica se mantenga más fácilmente que en un suelo sin cubierta alguna (Fig. 1).

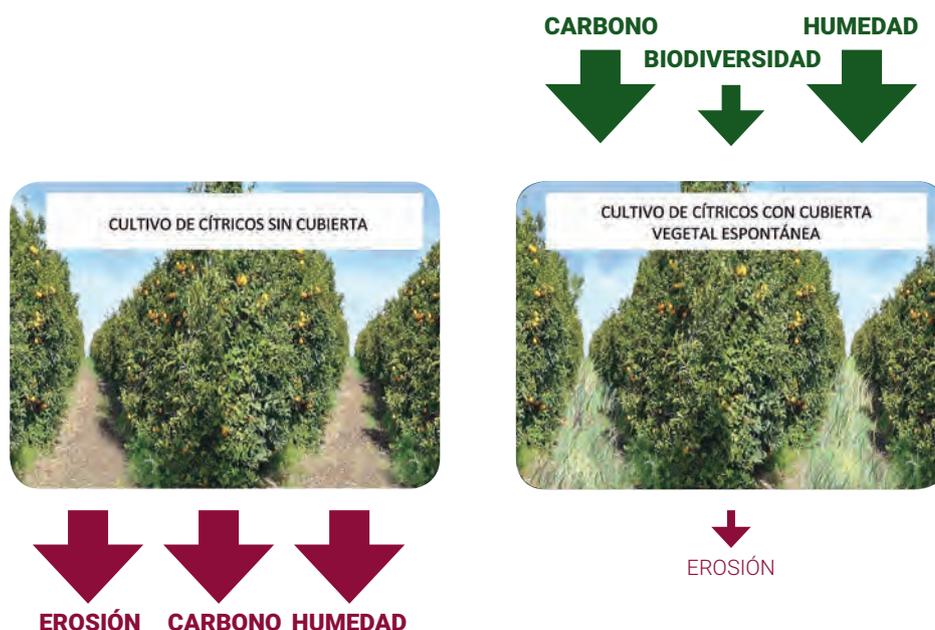


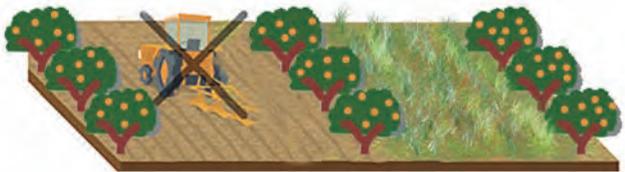
Figura 1. Esquema de los principales beneficios que obtiene un cultivo de cítricos al dejar crecer en sus calles la flora espontánea.



**Figura 2.** Cubierta vegetal espontánea en las calles de un cultivo de cítricos.



**Figura 3.** Cubierta vegetal surgiendo espontáneamente en las calles de un cultivo de cítricos.



**Figura 4.** Dentro de las operaciones para controlar la cubierta vegetal espontánea no debe estar comprendido el laboreo del terreno.

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta de especies herbáceas espontáneas entre las calles de los cítricos (Fig. 2).

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La cubierta compuesta por flora espontánea consiste en permitir el crecimiento de la vegetación que surja de forma natural entre las calles de los cítricos.

No se va a realizar ningún tipo de siembra, sino que a partir del invierno las calles se van a ir cubriendo con flora diversa que va a ir surgiendo espontáneamente (Fig. 3).

La cubierta vegetal consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de al menos 1 metro. Deben de estar implantadas en todas las calles del cultivo.

Con el paso de la primavera, las especies vegetales comienzan a competir con el cultivo por agua y nutrientes. En ese momento se procede a la siega de la cubierta. Que puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 4).

Las especies vegetales o sus restos deben de cubrir al menos un 50% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado (que debe poseer una anchura mínima de 1 m).

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Desde el 15 de febrero al 15 de mayo la cubierta viva o segada debe cubrir, al menos, un 50% de la superficie en la que se ha implantado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

Con el fin de secuestrar carbono la siega de la cubierta vegetal deberá realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo. Los restos vegetales de la cubierta deben de permanecer sobre la superficie del suelo. (Fig. 5).



**Figura 5.** Los restos de la cubierta no deben ser retirados, permaneciendo sobre el suelo.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporcionan las cubiertas vegetales espontáneas?

Dejar crecer una cubierta vegetal espontánea favorece al suelo, ya que se incrementa la biomasa que se incorpora a las calles de la plantación de cítricos. Favoreciendo a la comunidad de microorganismos del suelo, que la descomponen y permitiendo el secuestro de carbono orgánico. Se indican algunas de las ventajas:

- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, permiten controlar a las plagas que afectan a los árboles frutales.
- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo

por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.

- **Reducción de costes.** Al limitarse el número de pases de maquinaria y estar constituida la cubierta por la flora que aparece de forma natural en las calles del cultivo.
- **Incrementa la fertilidad** sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del cultivo:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos vegetales en la anchura de la cubierta vegetal.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado esta práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chísels o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirá el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.
- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos del cultivo precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos

tos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.

- Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos relativos a la implantación de cubiertas vegetales espontáneas en los cultivos de cítricos en España no han sido muy numerosos. A partir de los escasos trabajos que se han dedicado a este respecto, la cantidad de carbono que se puede llegar a secuestrar en con esta técnica, podría superar los 2 t/ha/año.

### SECUESTRANDO CARBONO EN CÍTRICOS CON CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del cultivo

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, deben de ser seleccionada preferentemente que las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4



Cubierta  
vegetal  
sembrada

6.3

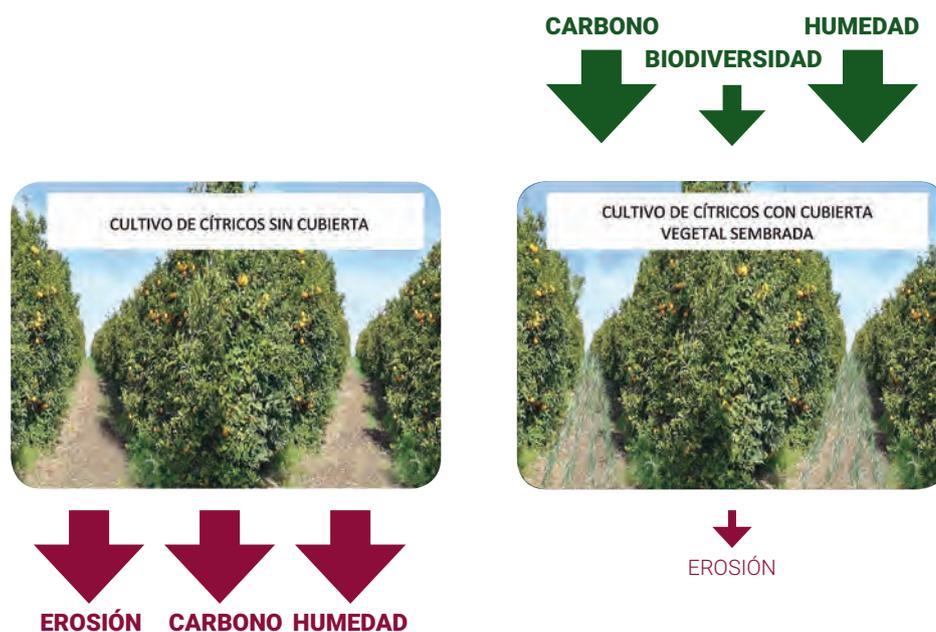
## Beneficios Agro-Ambientales de las prácticas que fomentan el secuestro de carbono

Cultivar determinadas especies en las calles de los cultivos de cítricos aporta una amplia diversidad de beneficios. Las cubiertas de estas especies sembradas deben cubrir, al menos, el 50% de la superficie situada entre las hileras de los cítricos, formando una capa protectora sobre el suelo que minimiza el efecto erosionante del impacto directo de las gotas de lluvia. Y también, frena la escorrentía generada como consecuencia de la pendiente, disminuyendo el arrastre de agua y sedimentos que se produce en las calles del cultivo. Pero además,

produce cambios en las propiedades del suelo en las que se siembran favoreciendo el incremento de materia orgánica y carbono, el aumento de la biodiversidad y el mantenimiento de la humedad edáfica (Fig. 1). Y dependiendo de la composición de la cubierta sembrada, también pueden aportar efectos antifúngicos (cubierta de crucíferas) o de fertilidad (cubierta de leguminosas).

## Establecimiento de la práctica

¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono? Una cubierta de especies herbáceas compuesta por una o varias especies sembradas entre las calles de cultivo. (Fig. 2).



**Figura 1.** Esquema de los principales beneficios que obtiene un cultivo de cítricos al implantarse en sus calles cubiertas vegetales sembradas.



**Figura 2.** Cubierta vegetal sembrada en las calles de un cultivo de cítricos. (Foto: Life vida for Citrus).



**Figura 3.** Siembra a mano de una cubierta vegetal en las calles de un cultivo de cítricos. (Foto: Life vida for Citrus).



**Figura 4.** Dentro de las operaciones para controlar la cubierta vegetal sembrada no debe estar comprendido el laboreo del terreno.

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La cubierta compuesta por especies herbáceas debe implantarse mediante la siembra de las semillas correspondientes. Previamente se ha debido preparar el suelo con un pase de labor superficial (cultivador). Las especies a sembrar pueden ser gramíneas, leguminosas y/o crucíferas (Fig. 3).

Si nos atenemos a las características que regulan la ayuda agroambiental de Andalucía, la implantación de la cubierta sembrada se podrá llevar a cabo un máximo de tres veces durante el período de compromiso (cinco años). Siendo obligatorio que una de ellas se realice el primer año. Las cubiertas deben de estar implantadas en todas las calles del cultivo.

En parcelas con menos de un 15% de pendiente se puede enterrar la semilla mediante un pase superficial de rastra o reja.

La cubierta vegetal sembrada consistirá en una franja longitudinal, con una anchura mínima de, al menos, 1 metro. En la estación promaveral, las especies vegetales comienzan a competir con el cultivo por agua y nutrientes. En ese momento se procede a la siega de la cubierta. Que puede hacerse por ganado o de forma directa, a través de siega mecánica o química. Nunca mediante laboreo (Fig. 4).

En el centro de la franja de implantación hay que dejar hasta el 31 de mayo una banda de autosemillado de, al menos, 25 cm de ancho.

Las especies vegetales o sus restos deben de cubrir al menos un 50% de la superficie de la franja longitudinal en la que se ha implantado (que debe poseer una anchura mínima de 1 m).

Superficie mínima: 1 hectárea, considerando toda la extensión del cultivo.

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Desde el 15 de febrero al 15 de mayo la cubierta viva o segada debe cubrir, al menos, un 50% de la superficie en la que se ha aplicado (franja longitudinal de al menos un 1 m de ancho).

De 15 de marzo a 15 de mayo debe perdurar una banda de autosemillado de, al menos, 25 cm de ancho. Período mínimo de compromiso: 5 años si se toma de ejemplo la ayuda agroambiental de Andalucía.

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

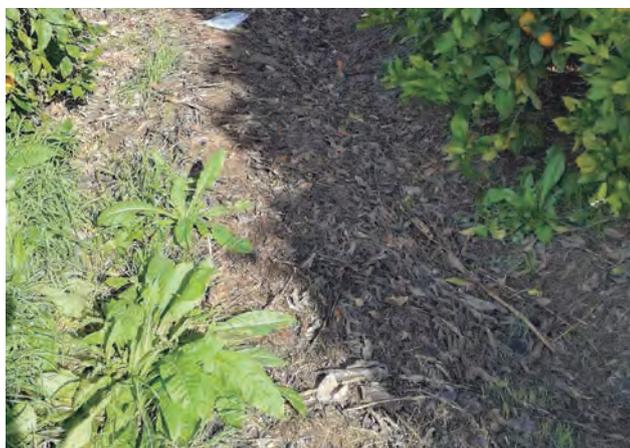
Con el fin de secuestrar carbono la siega de la cubierta vegetal deberá realizarse mediante medios químicos o mecánicos. En ningún caso se deberá realizar una labranza del suelo. Los restos vegetales de la cubierta deben permanecer en superficie hasta la siembra de la siguiente cubierta. (Fig. 5).

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona la implantación de cubiertas vegetales sembradas?

El establecimiento de una cubierta vegetal sembrada favorece al suelo al incrementarse la biomasa que se incorpora a las calles del cultivo. Favoreciendo a la comunidad de microorganismos del suelo, que la descomponen, y permitiendo el secuestro de carbono orgánico. Se indican algunas de las ventajas:

- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La utilización de determinadas especies (fundamentalmente de la familia de las crucíferas), aporta al cultivo una defensa frente a patógenos. Ya que son fuente de sustancias como los glucosinolatos, que actúan como biofungicidas.



**Figura 5.** Restos de cubierta y hojarasca sobre el suelo de un cultivo de cítricos.

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta.
- **Facilita el control de la flora arvense.** Tanto porque se impide su crecimiento, al tener una especie sembrada que ha crecido en su lugar, como porque se puede usar contra la flora arvense sustancias destinadas a su control, descartando afectar a la especie que se ha sembrado (ya sea en unos casos de hoja ancha, o bien de hoja estrecha).
- **Incrementa la fertilidad** sobre todo en el caso de cubiertas de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación del mismo imposibilita su rentabilidad.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Mantener la cobertura del suelo en las calles del cultivo:** En estas calles se procurará que, al menos, exista un 50% de la superficie de suelo cubierta por restos vegetales en la anchura de la cubierta vegetal.
- **Operaciones no permitidas para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se ha implantado la práctica, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

- **Limitaciones de otras actividades:** Se evitará el sobrepastoreo (para evitar una eliminación excesiva de restos del cultivo precedente) y la introducción de ganado en épocas de lluvia (para no producir compactación del suelo). Ambos aspectos pueden condicionar la cantidad de carbono secuestrado.
- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.

- Fechas de recolección y rendimientos.
- Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Los estudios científicos relativos a la implantación de cubiertas vegetales sembradas en España, en relación a los cítricos, se encuentran en un número reducido. Se ha investigado acerca de la utilidad de diversas especies de flora como los tréboles (leguminosas), o incluso sembrar trigo en las calles (gramíneas). Se ha comprobado que, en el caso de las primeras, al tener mayor biomasa, el aporte de carbono al suelo ha sido mayor 2,69 t/ha/año. Siendo el de las gramíneas de 1,85 t/ha/año.

### SECUESTRANDO CARBONO EN CÍTRICOS CON CUBIERTA VEGETAL SEMBRADA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos, etc.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del cultivo

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, deben de ser seleccionada preferentemente que las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4

Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en almendro

7



## Introducción

El almendro pertenece a la familia de las Rosáceas, cuyo nombre botánico es *Prunus amygdalus* Basch.

El almendro tiene su origen en las regiones montañosas de Asia Central. La proximidad de las poblaciones silvestres naturales con centros de civilización en las montañas de Asia Central hizo posible su cultivo desde épocas remotas. La difusión a diferentes países asiáticos se vio favorecida por el hecho de que la semilla era al mismo tiempo la unidad de propagación y la parte comestible. De este modo se distribuyó por Persia, Mesopotamia y, a través de rutas comerciales, por todas las civilizaciones primitivas.

El almendro se cultiva en España desde hace más de 2.000 años, probablemente introducido por los fenicios y posteriormente propagado por los romanos, ya que ambos lo hicieron por motivo del comercio, como se ha comprobado por los restos hallados en naves hundidas. Su cultivo se estableció al principio en las zonas costeras, donde sigue predominando, pero también se ha introducido hacia el interior e incluso en las zonas del norte, donde el clima no le es muy favorable. Dentro del mercado de los frutos secos la almendra ocupa sin duda el primer lugar tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Su importancia se incrementa por la valoración de terrenos marginales, así como por las industrias locales de productos derivados e incluso, por motivos ecológicos.

En los últimos años, se ha implantado la multiplicación del almendro mediante injertos y de híbridos seleccionados, consiguiendo enormes mejoras en el rendimiento de las cosechas, y desechando aquellas variedades con peores características tanto de producción como de calidad del fruto.

## Superficie de almendra en España

El cultivo del almendro sigue creciendo a nivel nacional alcanzando en 2019 las 700.156 hectáreas (fuente ESYRCE2019), lo que supone un aumento de cerca de un 5% con respecto a 2018. Significativo es el incremento del cultivo en regadío, que crece un 11,6% con respecto a 2018, mientras que el cultivo en secano aumenta un 3,29%.

Por comunidades autónomas, destaca el crecimiento del cultivo del almendro en Andalucía, que pasa de 198.983 hectáreas en 2018 a 212.223 en 2019, lo que supone un incremento de un 6,65%. También es remarcable el incremento del 12% registrado en Extremadura, pasando en este caso de 9.164 a 10.276 hectáreas según el Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación procesados por La Asociación Española de Organizaciones de Productores de Frutos Secos y Algarrobas (Aeofruse).

## PRODUCCIÓN DE ALMENDRA GRANO EN ESPAÑA 2018/2019 (TONELADAS) (2ª ESTIMACIÓN. JULIO DE 2018)

Comunidad Autónoma	2017 t.	2018 (julio) t.	2017/18	VAR 2018 media 2013/17
Andalucía	10.000	11.500	+15,00%	+8,25%
Aragón	15.742	18.588	+18,08%	+45,58%
Baleares	1.100	1.250	+13,64%	-18,90%
Castilla La Mancha	6.700	10.724	+60,06%	+100,11%
Cataluña	4.832	4.407	-8,80%	+21,77%
La Rioja	500	250	-50,00%	-60,84%
Murcia	7.000	5.751	-17,84%	+6,05%
Extremadura	0	2.000	----	----
Com. Valenciana	7.010	6.500	-7,28%	+27,24%
Resto	235	190	-19,15%	-1,91%
<b>TOTAL</b>	<b>53.119</b>	<b>60.160</b>	<b>+15,14%</b>	<b>+35,08%</b>

Fuente: Mesa Nacional de Frutos Secos.

### Producción en España

El cultivo del almendro es uno de los más importantes en nuestro país por la superficie total de hectáreas que ocupa, alrededor de 630.000 ha, entre secano y regadío

Aragón continuará siendo la primera productora, pese a que en dicha comunidad la previsión para este año ha bajado de 19.847 t a 18.588 t (+18,90% más que en 2017 y un 45,58% más que en la media 2013-17) tras evaluar los problemas fúngicos ocasionados por las lluvias, granizo y pedrisco de primavera.

La segunda región productora será Andalucía (11.500 t, +15% que en 2017); Castilla-La Mancha, que aparece en tercer lugar, es sin embargo la que impulsa más su volumen (10.724 t, +60% respecto a 2017 y +100% respecto al periodo 2013-17).

Extremadura, aparece por primera vez en las estimaciones del sector y pasa por tanto de cero a 2.000 toneladas en un año.

### Los almendros y la retención de carbono

La retención de carbono en el cultivo del almendro se ve muy influenciado por el manejo que se lleve a cabo. Dependiendo de las prácticas agrícolas que el cultivo se realice, influyen de forma directa en la retención del carbono.

En distintos estudios se ha apreciado que el mínimo laboreo y la cubierta vegetal favorecen la retención de carbono, frente al laboreo tradicional. También se ha visto que el contenido de agua es determinante en la fijación de carbono. Existen diferencias en la emisión por parte del suelo dependiendo de la época del año: se aprecia mucha más actividad en los meses de primavera que el resto del año. En números absolutos una hectárea de almendro, tiene una capacidad de retención anual de 22,24 t C/ha/año, por lo que la capacidad anual de retención de carbono de nuestro cultivo de almendro es de 15,2 t C/ha/año.

## BENEFICIOS AGRO-AMBIENTALES DE LAS PRÁCTICAS QUE FOMENTAN EL SECUESTRO DE CARBONO

El cultivo de almendro representa más de 650.000 ha de superficie en España. La importancia de este cultivo en el territorio nacional y los criterios de sostenibilidad implícitos en la normativa de la nueva PAC, indican la conveniencia de implantación de prácticas agrícolas que ofrezcan otros beneficios agronómicos y ambientales como son la reducción de la erosión y escorrentía, incremento del contenido de materia orgánica, mejora de la estructura del suelo y sus propiedades relacionadas (aumento de la retención de agua, de la densidad aparente, etc.) debido a la contribución en la formación de agregados estables, mejora de la biodiversidad y mejora salud biológica de los ecosistemas agrícolas, reducción del consumo energético e incre-

mento de la eficiencia y productividad energética y hayan demostrado su eficacia en favorecer el secuestro de carbono en el suelo.

En definitiva, el aumento en contenido de carbono en el suelo a través del aumento de materia orgánica produce una mejora de la "calidad" del suelo y de los flujos de nutrientes clave para las plantas, lo cual afecta directamente a la productividad del cultivo. Además, supone una de las mejores herramientas para la mitigación y adaptación de los sistemas agrícolas al cambio climático, debido a que tienen un papel clave en el ciclo de carbono mediante el secuestro de carbono en el suelo y debido a que ayudan a mejorar la productividad del suelo para garantizar la seguridad alimentaria.



### IMPLANTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS



Beneficios derivados de la implantación de buenas prácticas en la gestión del suelo.



## Cubierta vegetal espontánea

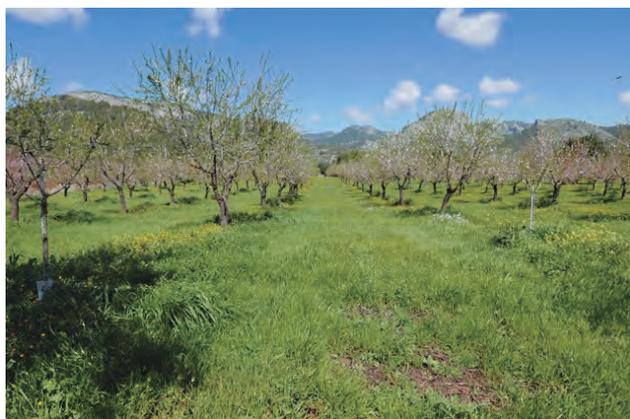
# 7.1

La presencia de la cubierta vegetal en el almendro no es una de las prácticas más extendidas, pero no es infrecuente en plantaciones de regadío.

### Establecimiento de la práctica

#### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta vegetal que surja espontáneamente en las calles, filas o taludes de la plantación.



Cubierta espontánea en secano (Foto IRTA).

### Características de la implantación de la práctica

#### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Se dejará crecer la cubierta vegetal espontánea que nazca, cuya composición dependerá de la tipología de



Cubierta vegetal espontánea mantenida con siega: la foto corresponde a un momento pasados unos días de la siega. (Foto: IRTA).

suelo y clima, así como del manejo previo del cultivo y del ecosistema circundante.

La cubierta vegetal en la totalidad de la plantación de almendros sería la práctica que más carbono secuestra. Se recomienda que esta sea gestionada usando principalmente aperos de corte (segadoras, desbrozadoras, picadoras) o un laboreo muy superficial, y dejando siempre los restos en superficie. También sería viable la eliminación mediante sistemas térmicos (vapor, microondas) o químicos (aunque el uso de herbicida se desaconseja en el contexto de prácticas sostenibles y respetuosas con el medioambiente). Para el control hierbas en la fila se recomiendan los mismos tipos de gestión que podrían combinarse para una mayor eficiencia con mulching, ya sea procedente de la siega de la propia cubierta, ya sea de aporte externo

(priorizando el mulching natural y de proximidad). También se puede utilizar ganado ovino o caprino para el control de la cubierta, que a la vez aporta nutrientes adicionales al suelo. Esta práctica es aconsejable solo durante el reposo invernal, ya que los animales también pastorean las ramas más bajas.



Cubierta espontánea con aplicación de herbicida en la fila, bajo los árboles, en dos momentos diferentes (Foto IRTA)

## Cronología

**¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?**

La cubierta vegetal viva o sus restos, deberían estar presentes a lo largo de todo el año

## Manejo de la práctica

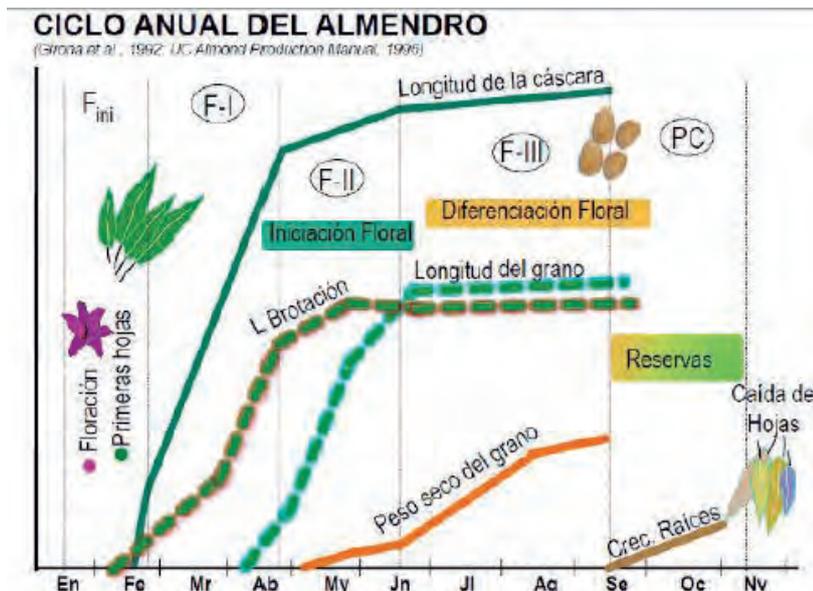
**¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?**

El mayor inconveniente del uso de cubiertas vegetales es la competencia por los recursos, especialmente el agua, pero también los nutrientes. La gestión adecuada de la cubierta vegetal debe ser aquella que permita controlar un grado de competencia adecuado con los objetivos productivos. En este sentido, las cubiertas más eficientes son aquellas cuyo ciclo vegetativo sea opuesto al del almendro (Figura 1), que presenten cubierta viva entre las fases de senescencia y hasta FII y que, de ser posible se vaya agostando naturalmente desde FIII hasta post cosecha. Estas indicaciones generales, variarán en función de la pluviometría de cada año: en años más lluviosos se puede alargar la cubierta viva y en años más secos, su gestión será necesaria una gestión más temprana. Para ayudar a que la composición de la cubierta espontánea sea más favorable a nuestros intereses, además de controlar la competencia por los recursos mediante siegas, o desbroces, se pueden programar las siegas para favorecer la resiembra natural de las especies deseadas y no dejar que las especies no deseadas lleguen a florecer.

## Principales beneficios

**¿Qué ventajas tiene la presencia de cubiertas vegetales?**

Las cubiertas vegetales mejoran la fijación de carbono en el suelo y su estructura. Se indican algunas de las ventajas:



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico del almendro. Las operaciones en verde se llevan a cabo a lo largo de este ciclo. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año. Girona, J., 1992. Estrategias de riego deficitario en el cultivo del almendro. *Fruticultura Profesional* 47:38-45

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.
- **Reducen la erosión del terreno y la degradación del suelo.** La cubierta vegetal no sólo contribuye a la retención directa de suelo, si no también a la reducción de pérdidas de agua por escorrentía superficial.
- **Incrementa la fertilidad del suelo**, sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, ayudan a controlar plagas del cultivo
- **Ayuda al control vegetativo:** En zonas donde haya un exceso de vigor vegetativo, la competencia de la cubierta puede ser beneficiosa para ayudar a controlar el vigor, reduciendo las operaciones en verde y contribuyendo a un rendimiento ajustado a la calidad.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación de este imposibilita su rentabilidad. Además, las cubiertas vegetales espontáneas no presentan costes de siembra.

- Mejora la estructura del suelo
- Reduce la erosión y la escorrentía
- Aumento de la retención de agua
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Ayuda al control vegetativo
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras.

doras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:

- Fecha y tipo de labores.
- Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
- Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
- Fechas de recolección y rendimientos.
- Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.

**Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza sub-superficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Estudios científicos llevados a cabo en diferentes lugares de España indican un gran potencial del uso de cubiertas vegetales para el incremento del control de la erosión (hasta un 80%), el secuestro de carbono en el suelo (entre 0,22 y 1,19 t C/ha/año) y una mejor infiltración de agua en el suelo (hasta un 45%), respecto a un laboreo convencional. Los resultados suelen ser apreciables entre el tercer y quinto año de la implantación de la cubierta. Estos resultados son variables según el tipo de suelo, el clima de la zona y el tipo de cubierta vegetal. Sin embargo, la gestión de la cubierta debe ser precisa para no reducir sensiblemente el rendimiento.

### SECUESTRANDO CARBONO EN ALMENDRO CON CUBIERTA ESPONTANEA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?

#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del almendro

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, éstas deben de ser seleccionada de manera que, preferentemente, las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4

# Cubierta vegetal sembrada 7.2



La presencia de la cubierta vegetal en el almendro no es una de las prácticas más extendidas, pero no es infrecuente en plantaciones de regadío.

## Establecimiento de la práctica

### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Se sembrará una cubierta vegetal formada por semillas de una o varias especies en las calles de la plantación.



Cubierta sembrada en el Alt Camp. (Fotos: IRTA).

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

La siembra de una cubierta vegetal, es recomendable llevarla a cabo cuando el cultivo esté bien implantado,

aunque en suelos fértiles y con disponibilidad hídrica adecuada, la cubierta podría usarse como abono verde desde el principio.

Antes de la siembra, habrá que preparar el terreno con un pase de cultivador superficial. La época de siembra será la adecuada para la especie herbácea seleccionada. La siembra se hará ocupando el centro de la calle y con un ancho que permita la buena gestión posterior según la maquinaria disponible.

La selección de la especie o mezcla de especies a aplicar dependerá de los objetivos productivos y de las características edafoclimáticas de la plantación.

La cubierta vegetal en la totalidad de la plantación sería la práctica que más carbono secuestra. Se recomienda que esta sea gestionada usando principalmente aperos de corte (segadoras, desbrozadoras, picadoras) o un laboreo muy superficial, y dejando siempre los restos en superficie. Mejor aún si la especie sembrada se ha podido escoger de forma que su ciclo se ajuste espontáneamente al del almendro, aunque ello dependerá de otros objetivos por los que se haya sembrado la cubierta (retención de fauna auxiliar, conservación del suelo, etc.), y de las condiciones edafoclimáticas de la plantación en concreto.

Si la competencia es muy elevada y hay que eliminar la cubierta o parte de ella, sería viable la eliminación mediante sistemas térmicos (vapor, microondas) o químicos (aunque el uso de herbicida se desaconseja en el contexto de prácticas sostenibles y respetuosas con el medioambiente). Para el control hierbas en la fila se recomiendan los mismos tipos de gestión que podrían combinarse para una mayor eficiencia con



Cubierta vegetal de gramíneas en la calle: filas tratadas con herbicida bajo los árboles (izquierda). Aplicación de paja bajo los árboles (derecha). (Fotos:IRTA)

mulching, ya sea procedente de la siega de la propia cubierta, ya sea de aporte externo (priorizando el mulching natural y de proximidad). También se puede utilizar ganado ovino o caprino para el control de la cubierta, que a la vez aporta nutrientes adicionales al suelo. Esta práctica es aconsejable solo durante el reposo invernal, ya que los animales también pastorean las ramas más bajas.



Cubierta vegetal en plantación intensiva de almendros, Segrià (Foto IRTA).

## Cronología

¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La cubierta vegetal viva o sus restos, deberían estar presentes a lo largo de todo el año

## Manejo de la práctica

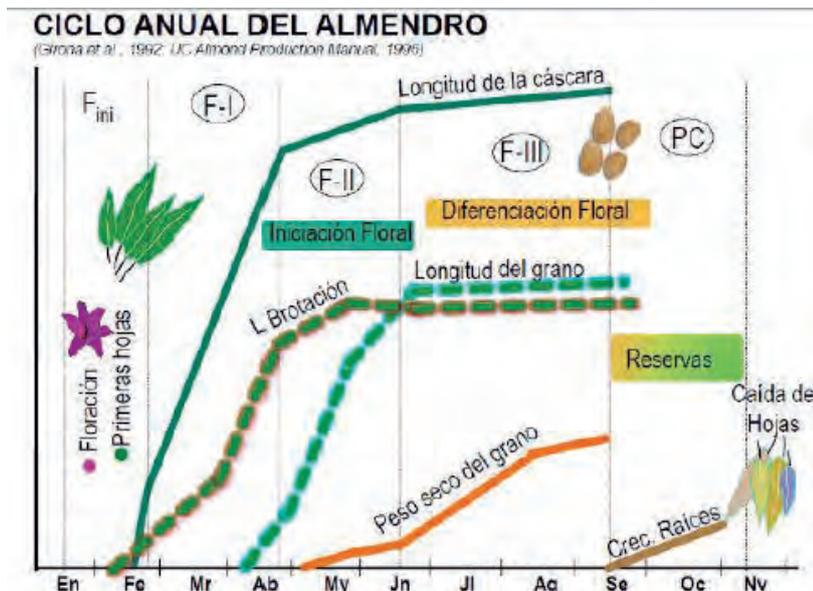
### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

El mayor inconveniente del uso de cubiertas vegetales es la competencia por los recursos, especialmente el agua, pero también los nutrientes. La gestión adecuada de la cubierta vegetal debe ser aquella que permita controlar un grado de competencia adecuado con los objetivos productivos. En este sentido, las cubiertas más eficientes son aquellas cuyo ciclo vegetativo sea opuesto al del almendro (Figura 1), que presenten cubierta viva entre las fases de senescencia y hasta FII y que, de ser posible se vaya agostando naturalmente desde FIII hasta post cosecha. Estas indicaciones generales, variarán en función de la pluviometría de cada año: en años más lluviosos se puede alargar la cubierta viva y en años más secos, su gestión será necesaria una gestión más temprana. Para ayudar a que la composición de la cubierta espontánea sea más favorable a nuestros intereses, además de controlar la competencia por los recursos mediante siegas, o desbroces, se pueden programar las siegas para favorecer la resiembra natural de las especies deseadas y no dejar que las especies no deseadas lleguen a florecer.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas la presencia de cubiertas vegetales?

Las cubiertas vegetales mejoran la fijación de carbono en el suelo y su estructura. Se indican algunas de las ventajas:



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico del almendro. Las operaciones en verde se llevan a cabo a lo largo de este ciclo. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año. Girona, J., 1992. Estrategias de riego deficitario en el cultivo del almendro. *Fruticultura Profesional* 47:38-45

- **Mejora la estructura del suelo** gracias a la acción de las raíces de las plantas que forman parte de la cubierta. De hecho, al haber una diversidad de especies que constituyen la cubierta, esta mejora se obtiene a diferentes profundidades del perfil del suelo.
- **Aumenta la distribución del agua** debido a la acción combinada de una mejor estructura del suelo por parte de las raíces y de una infiltración más lenta debido al efecto paraguas de la parte aérea de la cubierta. La heterogeneidad que presentan en especies posibilita una mejor distribución a diferentes profundidades.
- **Reducen la erosión del terreno y la degradación del suelo.** La cubierta vegetal no sólo contribuye a la retención directa de suelo, si no también a la reducción de pérdidas de agua por escorrentía superficial.
- **Incrementa la fertilidad del suelo**, sobre todo en el caso de que en la flora sean abundantes las especies de leguminosas, que aumentan el contenido de nitrógeno en suelo.
- **Facilita las labores en el cultivo**, ya que en épocas de lluvia posibilita el paso de la maquinaria frente al suelo desnudo que fácilmente crea zonas embarradas.
- **Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades:** La fauna que alberga la cubierta vegetal está constituida por especies que ya sea por depredación o parasitismo, ayudan a controlar plagas del cultivo
- **Ayuda al control vegetativo:** En zonas donde haya un exceso de vigor vegetativo, la competencia de la cubierta puede ser beneficiosa para ayudar a controlar el vigor, reduciendo las operaciones en verde y contribuyendo a un rendimiento ajustado a la calidad.
- **Aumenta la sostenibilidad del cultivo**, pues la regeneración del suelo perdido supondría un gran coste para una explotación. Haciendo el cultivo inviable a largo plazo si la degradación de este imposibilita su rentabilidad. Además, las cubiertas vegetales espontáneas no presentan costes de siembra.



- Mejora la estructura del suelo
- Reduce la erosión y la escorrentía
- Aumento de la retención de agua
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Ayuda al control vegetativo
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras.

doras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:

- Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen la branza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Aunque el uso de cubiertas sembradas en plantaciones de almendros no está extendido en España, los resultados obtenidos con cubiertas espontáneas, por una parte, y con cubiertas sembradas en otras especies leñosas, como la vid, indican un gran potencial del uso de cubiertas vegetales para el incremento del control de la erosión (hasta un 80%), el secuestro de carbono en el suelo (entre 0,22 y 1,19 t C/ha/año) y una mejor infiltración de agua (hasta un 45%), respecto a un laboreo convencional. Los resultados suelen ser apreciables entre el tercer y quinto año de la implantación de la cubierta. Estos resultados son variables según el tipo de suelo, el clima de la zona y el tipo de cubierta vegetal. Sin embargo, la gestión de la cubierta debe ser precisa para no reducir sensiblemente el rendimiento.

### SECUESTRANDO CARBONO EN ALMENDRO CON CUBIERTA SEMBRADA ¿QUÉ DEBEMOS HACER?

#### 1 Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### 2 Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de la propia cubierta)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2

#### 3 Manejo de la cubierta evitando que compita con la producción del almendro

Estar atento a las condiciones meteorológicas en cuanto a precipitación y temperatura, eliminando la sustracción de agua por parte de la flora adventicia en periodos críticos para el cultivo.

3

#### 4 Implantar las cubiertas evitando limitar la erosión lo máximo posible

Al elegir la disposición de las calles en las que se van a dejar crecer las cubiertas, éstas deben de ser seleccionada de manera que, preferentemente, las franjas de vegetación queden de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente.

4

# Incorporación de restos de poda de invierno

# 7.3

La poda de invierno es una de las labores esenciales en las plantaciones de almendros: además de generar y mantener la estructura para asegurar una buena penetración de la luz, mantiene una buena aireación que dificulta la aparición de enfermedades.

La incorporación de los restos de poda aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, y la sostenibilidad del cultivo en general.

## Establecimiento de la práctica

¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono? Una cubierta de restos picados de los restos de poda de invierno en las calles de la plantación, procedentes de la poda de los mismos.

## Características de la implantación de la práctica

### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda triturados, dejándolos sobre la superficie del suelo del centro de la calle. Al descomponerse lentamente, el carbono se introduce de forma paulatina y prolongada en el tiempo.

Para su implantación, es necesario realizar un tratamiento mecánico previo de troceado o picado. Los restos de poda generados deben ser de pequeño ta-



Restos de poda antes del picado en una poda invernal (Imagen: IRTA)

maño para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones y se facilite su incorporación al stock de carbono del suelo.

La cubierta se distribuirá por el ancho de la calle. El porcentaje de cobertura de la superficie de la calle, dependerá de la anchura de la calle y del vigor de la plantación. Sería recomendable que al menos cubriera un tercio del ancho de la calle. En caso de plantaciones de poco vigor, se recomienda implantar los restos de poda en calles alternas, para conseguir una mejor co-

bertura. En este caso, también es recomendable alternar las calles donde se incorporan los restos de poda anualmente.



Ejemplo de máquina picadora. (Foto: Julián Palacios.)



Restos de poda invernal picados en la calle: detalle y visión general (Foto: Sergio Ruíz Verdú, Gor, Granada)



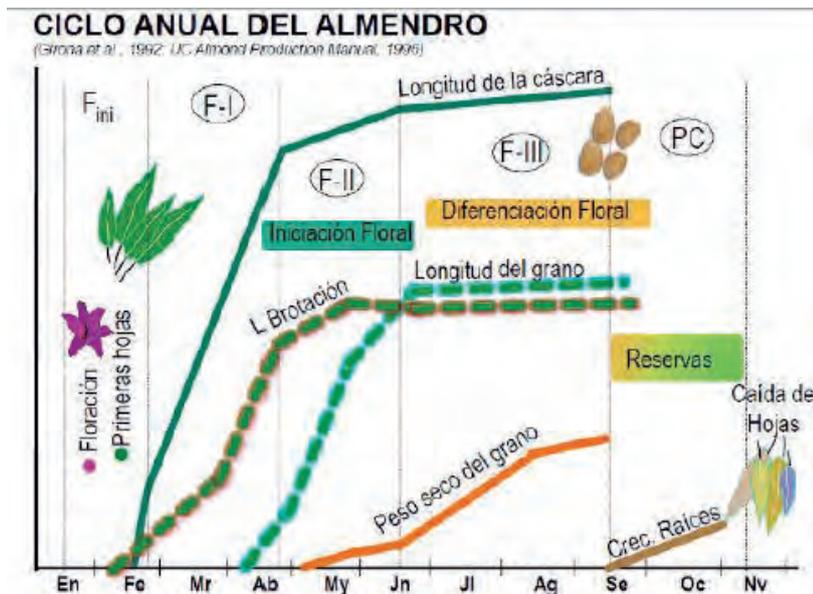
Poda invernal manual (izquierda) y mecánica (derecha) en plantación intensiva (Foto: IRTA)

Otra posibilidad es incorporar los restos de poda picados bajo los árboles a modo de mulch, de forma que además ayuden a controlar la aparición de vegetación bajo los árboles. Esta práctica requiere más esfuerzo, pero en algunos casos puede compensar la aplicación de herbicidas o el trabajo bajo los árboles.

El control de la vegetación (espontánea o sembrada) que pueda surgir entre los restos de poda deberá hacerse por siega o picado superficial, evitando el laboreo. El uso de herbicidas es compatible con la acumulación de carbono, aunque, en combinación con prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente no es aconsejable.



Restos de poda invernal aplicados bajo los árboles a modo de mulch (Foto: IRTA)



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico del almendro. Las operaciones en verde se llevan a cabo a lo largo de este ciclo. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año. Girona, J., 1992. Estrategias de riego deficitario en el cultivo del almendro. *Fruticultura Profesional* 47:38-45

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

La poda de las plantaciones de almendros se suele realizar en fase de reposo, antes de la floración, entre noviembre y enero o febrero según se trate de variedades de floración temprana o tardía. El control in situ de los restos de poda, debería verificarse en un plazo de máximo de tres meses posteriores a la fecha de poda.

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

La incorporación de la poda de invierno no requiere ningún manejo adicional. Si el triturado ha sido adecuado no debe interferir tampoco con la gestión de la cubierta vegetal, espontánea o sembrada.

Esta práctica se desaconseja en caso de presencia de enfermedades de la madera, en cuyo caso los restos de poda deberían ser sacados de la parcela de inmediato y procesados adecuadamente: compostaje, para calderas de biomasa, o en quema directa, de menor a mayor impacto en cuanto a la huella de carbono global, siempre siguiendo la normativa y con los permisos necesarios de las autoridades competentes.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona la poda de invierno?

La poda de invierno es una de las labores esenciales en las plantaciones de almendros para la formación del árbol, especialmente en árboles jóvenes. La poda de formación determina la estructura de la copa y su mantenimiento y la carga vegetativa y productiva que se desea al elegir dejar más o menos ramas madre según el vigor de la variedad: entre 3 y 5 para las más vigorosas, entre 4 y 6 para las menos vigorosas. La poda invernal anual mantiene esa estructura y ayuda a combatir la aparición de enfermedades.

La incorporación de los restos de poda aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, y la sostenibilidad del cultivo en general.



- Crea y mantiene la forma del árbol
- Prevención y reducción de enfermedades de la madera
- Mejora de la calidad del fruto
- Mejora la estructura del suelo
- Aumento de la retención de agua
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

## ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:
  - Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se recomienda

el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirá el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

Se estima que la poda invernal puede aportar unos 400 kg anuales por hectárea ("Los residuos agrícolas de poda" Agencia Extremeña de la energía 2010). Aunque no existe información directa de almendro, en otras especies la incorporación de restos de poda puede incrementar en un 60% el contenido de carbono orgánico en el suelo en las capas superficiales, cuando estas prácticas se combinan con aportación de mulch externo, el incremento llega al 73%. Los resultados mejoran más si se combinan con un manejo adecuado de la cubierta vegetal.

### SECUESTRANDO CARBONO EN ALMENDRO CON PODA DE INVIERNO ¿QUÉ DEBEMOS HACER?

#### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de los restos de poda)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2



## Incorporación de restos de poda en verde

# 7.4

Los beneficios que proporciona el correcto manejo de la copa del almendro deben mantenerse a lo largo de su ciclo anual. Es importante mantener un equilibrio vegetativo y productivo de los árboles para mantener la arquitectura, permitiendo así la penetración de la luz y la correcta aireación de la copa, que ayuda al control de enfermedades.

La incorporación de los restos de poda en verde ayuda a incrementar rápidamente los niveles de carbono en el suelo y, junto a la poda hibernal, puede incrementar de manera importante el contenido de carbono orgánico en las capas superficiales del suelo.

### Establecimiento de la práctica

#### ¿Qué implantar para mejorar el secuestro de carbono?

Una cubierta de restos picados de las podas en verde y aclareos en las calles de la plantación. Bajo este tipo de práctica agruparemos todas las intervenciones en verde que se realicen, tanto en primavera como en verano: eliminación de chupones, clareos, rebajes, poda de producción para mantener la copa abierta, aireada y facilitando la penetración de la luz. Todas estas prácticas se realizan a lo largo del ciclo vegetativo del almendro y su ocurrencia e intensidad dependen tanto del vigor del árbol, como de la meteorología del año, como de los objetivos productivos.

### Características de la implantación de la práctica

#### ¿Cómo implantar la práctica que permite mejorar el secuestro de carbono?

Este tipo de cobertura consiste en esparcir los restos de poda triturados, dejándolos sobre la superficie del suelo del centro de la calle. Al descomponerse lentamente, el carbono se introduce de forma paulatina y prolongada en el tiempo.

Para su implantación, es recomendable realizar un tratamiento mecánico de troceado o picado. Los restos de poda generados deben ser de pequeño tamaño



Poda de primavera en plantación intensiva (Imagen: IRTA)

para evitar que constituyan un nicho de plagas, entorpezcan otras operaciones en la plantación y se facilite su incorporación al stock de carbono del suelo.

La cubierta se distribuirá por el ancho de la calle. El porcentaje de cobertura de la superficie de la calle, dependerá de la anchura de la calle y del vigor de los árboles. Sería recomendable que al menos cubriera un tercio del ancho de la calle. En caso de plantaciones

de poco vigor, se recomienda implantar los restos de poda en calles alternas, para conseguir una mejor cobertura. En este caso, también es recomendable alternar las calles donde se incorporan los restos de poda anualmente.

El picado de los restos de podas en verde se puede compatibilizar con el picado de la cubierta vegetal para ahorrar pases de maquinaria.

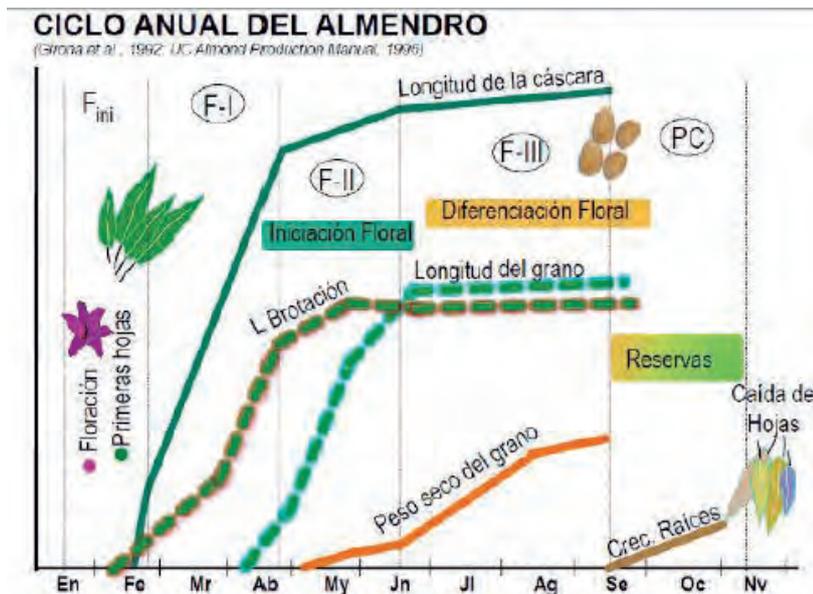


Poda en verde: los restos van quedando en la calle tras la máquina (Imagen: IRTA)

## Cronología

### ¿Durante qué fechas a lo largo de la campaña es obligatoria la presencia de la práctica?

Las operaciones de poda en verde se realizan tanto en primavera como en verano. En mayo-junio, dependiendo de la zona, la meteorología del año y la variedad se puede intervenir sobre los brotes del mismo año con rebajes y aclareos, eliminando todos los brotes por debajo de la cruz y también los chupones, o aquellos que sea necesario para mantener la estructura. Las podas producción de verano van destinadas a mantener la arquitectura o a equilibrar carga con crecimiento vegetativo, especialmente en plantaciones jóvenes en las que un crecimiento rápido puede desmontar la estructura perseguida en la formación. En plantaciones intensivas se suele limitar la longitud de las ramas pasando cortadoras de discos.



**Figura 1.** Calendario genérico del ciclo fenológico del almendro. Las operaciones en verde se llevan a cabo a lo largo de este ciclo. Los periodos fenológicos son muy amplios ya que dependen mucho de la combinación de variedad y zona de cultivo, junto con el manejo agronómico y la meteorología de cada año. Girona, J., 1992. Estrategias de riego deficitario en el cultivo del almendro. *Fruticultura Profesional* 47:38-45

## Manejo de la práctica

### ¿Cómo evitar que la práctica implantada afecte al cultivo?

El momento, intensidad y adecuación de las operaciones en verde deben ser los necesarios para conseguir los objetivos productivos de la plantación. Si están desaconsejados, por ejemplo, en casos de poco vigor, no se realizarán.

La incorporación de los restos de poda en verde no requiere ningún manejo adicional. Si el triturado ha sido adecuado no debe interferir tampoco con la gestión de la cubierta vegetal, espontánea o sembrada.

Además, la incorporación de los restos de poda en verde aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, y la sostenibilidad del cultivo en general.



- Mejora del equilibrio vegetativo productivo de la plantación
- Reducción y menor riesgo de ataques de plagas y enfermedades
- Mejora de la calidad del fruto
- Mejora la estructura del suelo
- Aumento de la retención de agua
- Aumento de la sostenibilidad del cultivo.

## Principales beneficios

### ¿Qué ventajas proporciona poda en verde?

El correcto manejo de la copa del almendro proporciona muchos beneficios que, aunque viene ya marcados por su formación los dos primeros años y por la poda invernal, hay que mantener a lo largo del ciclo. Es importante mantener un equilibrio vegetativo y productivo de los árboles. Mantener la arquitectura permite la correcta aireación de la copa y la penetración de la luz. Además, un correcto equilibrio ayuda al control de enfermedades tanto por una mejor ventilación como para una penetración más eficiente de los tratamientos fitosanitarios.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- **Importancia del cuaderno de campo de la explotación:** Se tendrá actualizado el cuaderno de campo de la explotación, para llevar un control de todas y cada una de las acciones que se realizan y que van a tener efecto en las prácticas agrícolas secuestradoras de carbono implantadas. En el cuaderno de campo han de recogerse los siguientes puntos:

- Fecha y tipo de labores.
  - Fechas de abonado y siembra, tipos y dosis utilizadas.
  - Fechas de aplicación de fitosanitarios, marca comercial, dosis y tipo de aplicación.
  - Fechas de recolección y rendimientos.
  - Cualquier otro evento de relevancia ocurrido en la parcela.
- **Operaciones no recomendables para mantener el carbono secuestrado:** En las parcelas que se han implantado las prácticas, no se permitirá el uso de aperos tales como vertederas, gradas, cultivadores, chisel o cualquier apero que suponga la distorsión de la estructura del suelo. Solo se permitirán el laboreo vertical a través de aperos que realicen labranza subsuperficial con un tipo arado plano para solucionar problemas de compactación.

## ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

La incorporación de los restos de poda en verde ayuda a incrementar rápidamente los niveles de carbono en el suelo, con todas las ventajas ya mencionadas. Aunque no existe información directa de almendro, en otras especies la incorporación de restos de poda puede incrementar en un 60% el contenido de carbono orgánico en el suelo en las capas superficiales. La incorporación de residuos en verde produce incrementos a medio plazo (5 años) proporcionales a la cantidad de carbono incorporado.

### SECUESTRANDO CARBONO EN ALMENDRO CON PODA DE INVIERNO ¿QUÉ DEBEMOS HACER?

#### Reducción de labores

Se evita la degradación de materia orgánica al remover y airear el suelo.

1

#### Uso de fertilizantes orgánicos (abono verde procedente de los restos de poda)

Aumentan la materia orgánica del suelo, reducen necesidades de fertilizantes sintéticos, evitan las emisiones de otras formas de gestión de los residuos orgánicos.

2



Prácticas agrícolas  
secuestradoras de  
carbono en Arroz

8

## Introducción

El arroz (*Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*) es un cereal de primordial importancia para la alimentación humana, a la que se dedica el 95% de la producción, siendo básico en la dieta de más de la mitad de la población mundial, especialmente en países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Su origen se sitúa en Asia, probablemente en la India, hace más de 10.000 años, si bien fue en China donde comenzó su cultivo y domesticación. De Asia pasó a Europa oriental sobre el año 800 A. C., llegando a España con la invasión musulmana y difundiéndose desde aquí a la Europa mediterránea y más tarde al continente americano.

Se trata de una planta herbácea monocotiledónea de ciclo vegetativo anual, en la que destacan los tallos (cilíndricos y huecos, con nudos y entrenudos), las hojas de lámina plana y angosta, unidas al tallo mediante vainas, y la inflorescencia en panícula. El grano de arroz, descascarillado, es una cariósida y constituye el aprovechamiento principal de la planta, fundamentalmente para alimentación humana y animal.

Existen cerca de diez mil variedades de arroz. Todas ellas entran en una de las dos subespecies de *Oryza sativa*, la variedad indica, que suele cultivarse en los trópicos, y la japónica, que se puede encontrar tanto en los trópicos como en las zonas de clima templado.

La mayoría de arroces se «pulen» previamente para liberarlos de la cubierta que los protege (que se convierte en salvado), lo que elimina así aceites y enzimas del arroz. El resultado es un grano de arroz que se mantiene estable durante meses.

Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas.

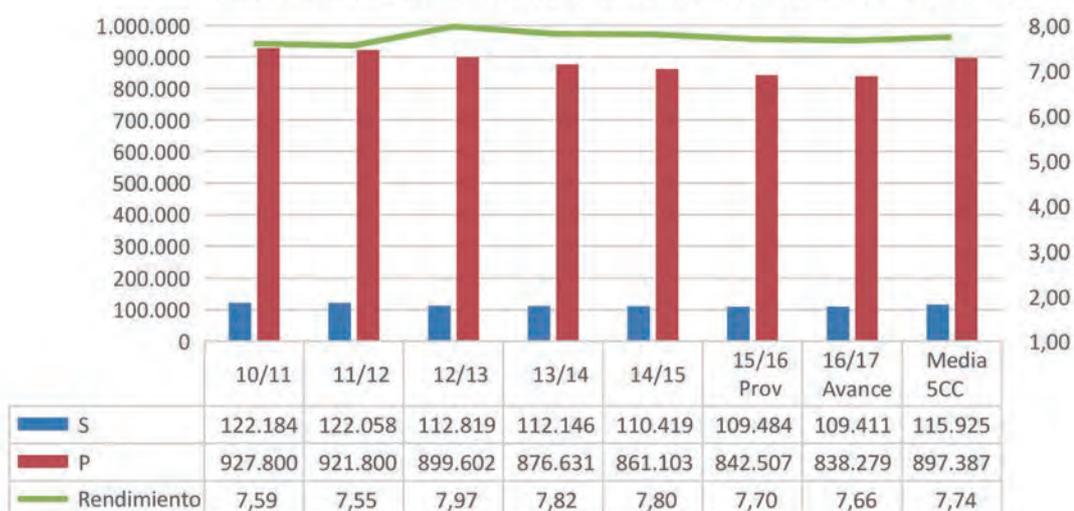
## SUPERFICIES Y PRODUCCIONES

En Europa ((27 países de la Unión Europea) la superficie de arroz es de 450.000 ha. La producción anual es de ca. 3.1 millones de toneladas de arroz cáscara. El 80% de la producción europea tiene lugar en Italia y España, seguidos por Grecia y Portugal (12%). En España, se prevé una superficie de arroz cosechada en la campaña 2016/17 de 109.411 ha (del orden de un 55% japónica y un 45% indica) según los datos de Avances de super-



## Evolución de la superficie y producción de arroz en España

Superficie (ha), producción (t) y rendimiento (t/ha) del arroz en España



Fuente: Elaboración de la SGCHI a partir de datos de la S.G.T. (Avances de superficies y producciones julio 2016)

ficies y producciones de julio 2016. Esto supone una nueva reducción con respecto a la campaña precedente y con respecto a la media de los últimos 5 años, reduciéndose en 12.647 ha desde la campaña 2011/12. También se prevé una producción para la campaña 2016/17 inferior a la de la campaña anterior, debido a la menor superficie sembrada y a una caída del rendimiento, que se estima inferior también al rendimiento medio de las últimas cinco campañas.

## EL ARROZ Y LA RETENCIÓN DE CARBONO

El cultivo de arroz tiene enorme importancia alimentaria, social y económica en el mundo, pero es un sistema productivo netamente emisor de GEI. En efecto, el cultivo del arroz en tierras húmedas es el sistema de cultivos más complejo en relación a la captura de carbono. Si la materia orgánica se acumula en un suelo húmedo, también se forma  $\text{CH}_4$ . La estrategia más común para prevenir la formación de metano es disminuir el período de inundación, de modo que la materia orgánica esté menos protegida de la mineralización y puedan ser emitidos  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}$  o  $\text{NH}_4$ .

Para el caso específico del arroz se deben estudiar todas las actividades que emiten GEI desde la preparación del terreno hasta la cosecha del grano y de esta forma implementar todas las medidas medidas que favorezcan la absorción de carbono para mitigar las emisiones de metano.

Se estima que las emisiones de metano en los arrozales españoles durante la fase del cultivo están alrededor de los  $100\text{kg CH}_4/\text{ha}$  (Seiler et al., 1983; Martínez-Eixarch et al., 2018) que, en  $\text{CO}_2$ -equivalentes serían unos  $250\text{Kg CO}_2/\text{ha}$ .

## BENEFICIOS AGRO-AMBIENTALES DE LAS PRÁCTICAS QUE FOMENTAN EL SECUESTRO DE CARBONO

El cultivo de arroz en inundación permanente o semi-permanente, que es el sistema de riego mayoritario durante su fase de crecimiento y en postcosecha en algunas zonas arroceras, posee un elevado potencial de mitigación del cambio climático basado en el secuestro de carbono, ya que la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas es más lenta que en aeróbicas. Un estudio realizado en China demuestra que el cultivo del arroz inundado promueve una mayor acumulación de carbono en suelo en comparación con otros cultivos (Wu, 2011).

Los aportes de materia orgánica en el suelo del arrozal, bien a través del rastrojo, fertilizantes o enmiendas orgánicas, permiten almacenar cantidades importantes de carbono orgánico, esto es aumentar el stock de carbono en el suelo, que potencialmente permanecerá de forma estable durante largos periodos de tiempo gracias a las condiciones anaeróbicas. Además, estas prácticas tienen asociados otros beneficios agronómicos y ambientales como la mejora de la estructura y fertilidad del suelo, reducción de la salinidad y aumento de la biodiversidad del suelo y por extrapolación, del agroecosistema arrocerero, con efectos no sólo ecológicos, sino que también agronómicos por favorecer el control biológico de las plagas. Hay que destacar también que el aumento de materia orgánica en el suelo podría ayudar procesos de acreción del suelo (elevación del suelo) y así compensar, al menos parcialmente, el aumento del nivel del mar, el cual pone en peligro la viabilidad de una parte de los arrozales costeros.



Beneficios que aporta la incorporación del rastrojo en los arrozales (de izquierda a derecha): aumentar la materia orgánica en suelo; favorecer la acreción o elevación del suelo **y así** compensar los efectos del aumento del nivel del mar (inundación y salinización); fomentar la biodiversidad.

## Técnicas para el secuestro del carbono en arroz

# 8.1

### Prácticas a implantar antes de la siembra

#### ¿CÓMO HACER EL LABOREO?

De manera general, se aconseja realizar las labores del suelo de manera superficial, preferiblemente a una profundidad máxima de 15 cm, evitando el volteo del suelo. El laboreo superficial permitirá preservar la materia orgánica acumulada en mayor profundidad en su forma más estable y así evitar pérdidas por mineralización.

Se reducirá el número de pases de laboreo para reducir la alteración de la estructura del suelo y así preservar la materia orgánica.

El no laboreo o agricultura de conservación puede ser apropiado en zonas elevadas, no salinas y con buen drenaje del suelo. En este caso, la siembra se deberá realizar en seco, sembrando en surcos.

#### ¿CÓMO APLICAR ENMIENDAS PARA MEJORAR EL SECUESTRO DE CARBONO?

El principal objetivo de la aplicación de una enmienda orgánica es aportar nutrientes y restablecer los niveles de materia orgánica del suelo. Las enmiendas orgánicas se aplicarán en fondo, es decir antes de la siembra y se incorporarán mediante un laboreo lo antes posible y siempre antes de los 3 días.

En agricultura de conservación se podrá realizar una aplicación de enmiendas orgánicas líquidas en cober-



Foto 1. Arroz sembrado en seco en surcos



Foto 2. Arroz sembrado en seco después de la inundación en 4 hojas



**Foto 3.** Aplicación de gallinaza en fondo antes de la siembra



**Foto 4.** Aplicación de purines en cobertera antes de la inundación



**Foto 5.** Fangueo de un campo de arroz

tera con el suelo aún no inundado e incorporar mediante riego a los tres días de la aplicación.

## ¿CÓMO CONTROLAR LA FLORA ADVENTICIA?

En el caso de agricultura de conservación, el control de adventicias se realizará mediante el uso de herbicidas. En la agricultura convencional, se combinará el uso del control mecánico (fangueo) con el uso de herbicidas. La vegetación espontánea de márgenes se controlará mecánicamente con siegas controladas, evitando en la medida de lo posible el uso de herbicidas.

## Establecimiento del cultivo

### ¿CÓMO REALIZAR LA SIEMBRA PARA CONSERVAR Y FAVORECER EL SECUESTRO DE CARBONO?

De manera general se aconseja realizar la siembra del arroz a voleo sobre lámina de agua. Sin embargo, en zonas con fuerte presión de ciertas plagas o la falta de recursos hídricos suficientes se aconseja la siembra en seco del arroz enterrado en líneas.

En caso de implementar agricultura de conservación, la siembra también se realizará en seco.

### ¿CÓMO SE GESTIONARÁ LA FERTILIZACIÓN?

Se prioriza la fertilización orgánica a la mineral, y de entre la orgánica los estiércoles sólidos a los líquidos, por su mayor contenido en materia orgánica. La dosis se ajustará según la riqueza del fertilizante y adaptada a las necesidades del cultivo, según un plan de fertilización elaborado por el gestor de la fertilización de la explotación. Las estrategias basadas en la aplicación de fertilización orgánica combinada con la mineral, aplicando dosis equilibradas de nitrógeno, favorecen también el secuestro de carbono a largo plazo al mismo tiempo que mejoran la producción del cultivo.

Estrategias de fertilización equilibrada con abonos minerales pueden favorecer el incremento de carbono porque optimizan el crecimiento del cultivo y, por consiguiente, el retorno del carbono mediante la incorporación de los restos del cultivo después de la cosecha. Sin embargo, este



efecto no es perdurable porque a la larga a la larga disminuye la concentración o contenido de materia orgánica del suelo afectando la estructura del suelo. Además, esta situación se agrava si tampoco se incorpora el rastrojo en el suelo de forma habitual durante la postcosecha

## Postcosecha

### ¿CUÁL DEBE SER EL MANEJO DEL AGUA DURANTE LA POSTCOSECHA PARA INCREMENTAR EL CARBONO DEL SUELO?

Durante el periodo de postcosecha (octubre – diciembre), se recomienda mantener los campos inundados para ralentizar la descomposición de la materia orgánica del suelo. Además, esta práctica permite también fomentar la presencia de aves acuáticas y podría también fomentar la biodiversidad en el suelo.

### ¿QUÉ HACER CON LOS RESTOS DE LA COSECHA PARA INCREMENTAR EL CARBONO DEL SUELO?

Se evitará la trituración excesiva de la paja. El rastrojo se dejará en el campo o se incorporará en el suelo. No se quemará la paja salvo que factores sanitarios excepcionales lo aconsejen y bajo autorización previa. Quemar la paja, además de repercutir en la calidad del aire, provoca la pérdida de nutrientes evitando su reciclaje y, en consecuencia, obliga a mantener aportaciones elevadas de fertilizante. En caso de inundación en postcosecha, la incorporación del rastrojo se realizará a finales de noviembre o en diciembre, excepto cuando un fangueado temprano sea necesario por prescripción sanitaria (i.e. lucha contra el caracol manzana), para evitar las temperaturas altas y así la pérdida rápida de carbono por descomposición de la materia orgánica. En sistemas de cultivo de arroz asiático, se ha demostrado que el crecimiento de una cubierta vegetal durante el barbecho y su posterior incorporación junto el rastrojo del arroz durante el fangueo favorece el secuestro de carbono en relación a sólo añadir a paja en el suelo. A pesar de no existir estudios en arrozales Mediterráneos, esta práctica podrá tenerse en cuenta.



**Foto 6.** Incorporación de rastrojo con los campos inundados (fangueado).



**Foto 7.** Fragmentos de rastrojo después de haberse incorporado, en seco y superficialmente.



**Foto 8.** Campo con rastrojo e inundado después de la cosecha.



**Foto 9.** Cultivo de leguminosas (guisante) durante el invierno en arrozal.



**Foto 10.** Cultivo de gramíneas (raigrás) durante el invierno en arrozal.



**Foto 11.** Cultivo mezcla de gramínea (avena) con leguminosa (veza) como cubierta verde en invierno en arrozal.

## Secuenciación de cultivos

### ¿CÓMO CONCATENAR LOS CULTIVOS EN SUCESIVAS CAMPAÑAS AGRÍCOLAS Y FAVORECER EL SECUESTRO DE CARBONO?

En España, el arroz es un sistema de monocultivo, de manera que en los periodos intermedios entre dos ciclos de cultivo los campos se dejan en barbecho. En este periodo se evitarán, siempre que sea posible, los suelos desnudos y se recomienda el uso de leguminosas, gramíneas o la mezcla de ambas.

En suelos salinos, o tierras bajas con mal drenaje, donde no es posible el cultivo intermedio se aconseja la inundación de las parcelas.

### ¿Qué compromisos adquiere el agricultor al implementar estas prácticas secuestradoras de carbono?

- Aplicación de enmiendas orgánicas principalmente sólidas en el cultivo, bien como única aportación de abono o bien complementado con fertilización mineral.
- No quemar la paja.
- Incorporación al suelo del rastrojo.
- En condiciones de inundación hibernal, retardar la incorporación de la paja a finales de noviembre o principios de diciembre.
- Reducir el número de laboreos y que éstos sean superficiales.

### ¿Potencial de las prácticas agrícolas indicadas para secuestrar carbono?

No existen estudios en sistemas arroceros españoles ni mediterráneos de larga duración sobre las tasas de secuestro de carbono en el suelo de los arrozales ni prácticas agronómicas que favorezcan este proceso. Sin embargo, estos sí son más frecuentes en sistemas asiáticos los cuales arrojan algunas cifras sobre el potencial de las prácticas agrícolas indicadas para

secuestrar carbono que nos pueden servir de referencia. La incorporación del rastrojo del arroz se ha estimado que puede aumentar el stock de carbono orgánico en el suelo unas 0.4 t/ha al año (Rui y Zhang, 2010). En cuanto al efecto de la fertilización orgánica, también en China se ha visto que puede aumentar alrededor del 50% las tasas de secuestro de carbono (Zhu y col., 2015).

## SECUESTRANDO CARBONO EN ARROZ ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



1. Aplicar fertilización orgánica, preferiblemente sólida
2. Minimizar las labores de suelo y, cuando se apliquen, que sean superficiales.
3. Dejar el rastrojo del arroz en los campos, bien incorporándolo superficialmente o sin incorporarlo en el suelo.
4. La incorporación del rastrojo en los campos inundados debe hacerse a finales de otoño o en invierno.





**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



**PNDR**  
Programa Nacional  
de Desarrollo Rural  
2014-2020

**carbocert**

## **Cuantificación y certificación de carbono orgánico en suelos agrícolas mediterráneos**

**Actuación cofinanciada por la Unión Europea**



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

*Europa invierte en las zonas rurales*

INVERSIÓN:

Total: 517.062,11 €

Cofinanciación UE: 80%

Plazo de ejecución: 24 meses





# carbocert

