



GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO
Cereal·Agua
Sostenibilidad Hídrica y Agronómica
de las Cuencas de Cereal



Mejores prácticas de manejo para el uso optimizado del suelo y el agua en la agricultura



Fecha: 10 - 05 - 2021

Autores: Gómez, J.A., Krasa, J., Quinton, J.N., Klik, A., Fereres, E., Intrigliolo, D., Chen, L., Strauss, P., Yun, X., Dostal, T.

Proyecto SHUI - Managing water scarcity in European and Chinese cropping systems. This project is co-funded by the European Union. Horizon 2020 Project: 773903 and the Chinese MOST

Traducción y edición en español: Federico Julián Fuentes y José Alfonso Gómez, Grupo Operativo Cereal Agua

Importe total de la ayuda aprobado: 499.930 € cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural - FEADER

Índice

1. Objetivos.	06
2. Metodología y estructura.	07
2.1. Metodología.	07
2.2 Estructura del documento.	07
3. Definición y clasificación de las mejores prácticas de manejo (MPM) para la conservación del suelo y el agua en zonas agrícolas.	08
3.1 Resumen de las MPM para la conservación del suelo y el agua.	08
3.2 Definición ampliada de las MPM.	10
3.2.1. Terrazas.	10
3.2.2. Plantación en contorno de árboles y vides.	21
3.2.3. Elementos del paisaje.	24
3.2.4. Cultivos de cobertura en cultivos arbóreos.	31
3.2.5. El acolchado en los cultivos arbóreos.	41
3.2.6. La agricultura por curvas de nivel o de contorno.	46
3.2.7. Barreras vegetales.	49
3.2.8. Técnicas de control de la erosión en cárcavas.	54
3.2.9. Agricultura de conservación.	61
3.2.10. Cultivos de cobertura para cultivos anuales.	70
3.2.11. Sistemas agroforestales. Agroforestería.	74
3.2.12. Recogida de agua.	79
3.2.13. Riego deficitario.	88
3.2.14. Reutilización del agua.	91
3.2.15. Medidas para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.	95
4. Comparación de las MPMs recomendadas en las Buenas Condiciones Ambientales Agrícolas de la PAC en toda la UE.	99
4.1. Objetivos y metodología.	99
4.2. Análisis cuantitativo.	100
4.2.1. BCAM 1: Establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua.	100
4.2.2. BCAM 4: Cobertura mínima del suelo.	101
4.2.3. BCAM 5: Gestión mínima del suelo que refleje las condiciones específicas del lugar para limitar la erosión.	103
4.2.4. BCAM 7: Conservación de los elementos del paisaje.	105
4.3. Resumen.	105
4.4. Referencias.	106
5. Valoración de la incorporación de las MPM a evaluar mediante modelización en el análisis regional en SHui.	107
Anexo 1: MPM de suelo y agua en relación con la PAC actual y entrante.	113
A.1. Principales conceptos utilizados en la PAC.	113
A.1.1. Condicionalidad.	113
A.1.2. Greening.	115
A.1.3. Buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM) como prte de la condicionalidad.	117
A.1.4. Los objetivos medioambientales de la futura PAC (2021-2026).	120
Anexo 2: Las buenas prácticas agrarias en relación con los principales instrumentos políticos de China.	123
A.2.1. Plan de acción de labranza de conservación en la región de tierras negras del noreste de China (2020-2025).	123
A.2.2. El programa piloto de control integral de la erosión del suelo en la región de suelos negros del noreste de China.	123
A.2.3 Programa de control integral de la erosión del suelo en la región de suelos negros del noreste de China.	124
A.2.4 Programa de control de la erosión de los barrancos en las tierras de cultivo de la región de suelos negros del noreste de China.	124
A.2.5. Programa piloto nacional de control integral de la erosión del suelo para las tierras de cultivo en pendiente.	124
A.2.6. Programa especial nacional del 13º plan quinquenal para el control integral de la erosión del suelo en las tierras de cultivo en pendiente.	124

1. Objetivos

Este documento proporciona una revisión integral de las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) para el uso optimizado del suelo y el agua en los sistemas agrícolas dentro del contexto del proyecto SHui y la colaboración con el Grupo Operativo Cereal Agua. Las principales razones para escribir este documento son:

- 1.** Dar a cualquier lector, interno o externo al proyecto, una visión general de la descripción técnica de las opciones disponibles de MPM para optimizar el uso del suelo y el agua en agricultura.
- 2.** Identificar cómo se definen y solicitan las MPM en relación con los grandes instrumentos de política, en particular la Política Agrícola Común (PAC), para proporcionar orientación sobre escenarios simulados, así como recomendaciones de mejora para las partes interesadas en las políticas.
- 3.** Proporcionar un marco común, tanto dentro del proyecto como para los usuarios externos, para la definición de MPM utilizando una terminología estandarizada.
- 4.** Ayudar a identificar, en cooperación dentro del proyecto SHui, un número seleccionado de MPM que podrían evaluarse y analizarse completamente combinando información experimental, análisis del modelo de simulación a escala de campo y comentarios de las partes interesadas en regiones de estudio.

Estas MPM siempre se han revisado en el contexto del proyecto SHui, que cubre diferentes regiones agroclimáticas en Europa y China y estos sistemas agrícolas:

- Cultivos arbóreos de secano.
- Cultivos arbóreos de regadío.
- Rotaciones a base de cereales en condiciones de secano.
- Rotaciones a base de cereales bajo riego.

En lo relativo a las sinergias y colaboraciones entre proyectos, se ha traducido al idioma español y se han incorporado algunas experiencias en el marco del Proyecto innovador que desarrolla el Grupo Operativo Cereal Agua, de tal forma que el manual pueda estar disponible para los agricultores y personas interesadas del cereal en idioma español.

Con respecto al uso de agua para riego, este documento también cubrirá el uso de agua de baja calidad, incluidas las aguas residuales, y el uso de agua reciclada para riego.



2. Metodología y estructura

2.1. Metodología

Este documento se basa en una revisión de la literatura disponible y se llevó a cabo en tres pasos.

1. Una revisión de la literatura clave disponible sobre MPM de acuerdo con manuales estándar y repositorios de información de referencia internacional, complementada con consultas a expertos en temas específicos dentro de SHui.
2. Una revisión bibliográfica de la documentación clave relacionada con los principales instrumentos de política relacionados con la implementación obligatoria o voluntaria de las MPM en el ámbito agrícola de Europa y China. Entre estos instrumentos se encuentran la Política Agrícola Común, en adelante PAC, a nivel de la UE (para el período actual y el próximo) y el Programa Nacional Especial del 13º plan quinquenal de China para el control integral de la erosión del suelo en las tierras cultivables en pendiente.
3. Esto se ha complementado con una revisión detallada de la normativa nacional de Buenas Condiciones Agrícolas y Ambientales (BCAM) a nivel nacional entre los países de la UE en 2019 con respecto a las MPM mencionadas en este documento.

2.2. Estructura del documento

Este documento está estructurado para permitir la lectura independiente de las secciones técnicas, por lo que cada sección tiene su propia bibliografía. Las referencias son selectivas, idealmente disponibles gratuitamente, para proporcionar al lector un punto de entrada a la literatura más amplia.

Todos los lectores deben comenzar desde la sección 3.1 Resumen de las MPM, que es una tabla maestra que enumera todas las prácticas de las MPM cubiertas en este documento. Esta tabla tiene hipervínculos que llevan al lector directamente a la definición ampliada de MPM específicas y también a las Buenas Condiciones Agrícolas y Ambientales (BCAM o GAEC en inglés) de la PAC actual y entrante.

La [Sección 3.2](#) contiene una definición detallada de cada MPM con ejemplos y enlaces a documentación técnica y estudios de casos.

La [Sección 4](#) proporciona un resumen de las definiciones nacionales de diferentes MPM en los diferentes países de la UE, dentro del contexto de implementación de la PAC como se indica en las BCAM.

La [Sección 5](#) ofrece un resumen de las diferentes formas de simular escenarios para MPM específicas mediante los modelos hidrológicos y de erosión evaluados en SHui, que son muchos de los modelos utilizados con más frecuencia en el ámbito técnico y académico. Indica la forma en que estos modelos pueden reproducir los efectos de las diferentes MPM en la conservación del suelo y el agua, señalando también cuando no son capaces de simular ese efecto. Puede ser útil para cualquiera que necesite una descripción general de las capacidades y limitaciones de estos modelos de simulación para evaluar el efecto de las MPM en elementos específicos de los planes de conservación del suelo y el agua.

Por último, el [Anexo 1](#) ofrece un resumen de los términos y definiciones de los elementos clave de la PAC en relación con el uso sostenible del suelo y el agua, y el [Anexo 2](#) una introducción concisa de los principales instrumentos políticos para el uso sostenible del suelo y el agua en las zonas agrícolas de China.

3. Definición y clasificación de Mejores Prácticas de Manejo (MPMs) para la conservación de suelos y aguas en áreas agrícolas.

3.1. Resumen de las MPM para la conservación del suelo y el agua

Tabla 3.1.1. Resumen de MPM para la conservación del suelo y el agua.
GAEC, buenas condiciones agrícolas y ambientales.

#	MPM	Definición, enlace a sección	Principal objetivo	Impactos adicionales	CAP BCAM, Tabla A.2.
1	Terrazas	Modificación del terreno para reducir la pendiente y facilitar el tráfico.	Control de erosión, conservación de agua.	Mejora de la calidad del suelo y del agua.	BCAM 7, BCAM 6
2	Plantación en contorno de cultivos de árboles y vid.	Plantación de vegetación perenne siguiendo las curvas de nivel del talud.	Control de erosión.	Conservación del agua.	BCAM 7, BCAM 6
3	Mantenimiento de elementos paisajísticos.	Mantenimiento de elementos paisajísticos naturales o artificiales no productivos.	Mejora de la biodiversidad.	Mejora de los valores paisajísticos	BCAM 9, parcialmente BCAM 6 y BCAM 4
4	Cultivo de cobertura en cultivos arbóreos.	Uso de vegetación en las calles entre árboles evitando un suelo desnudo.	Control de erosión.	Mejora de la calidad del suelo y la biodiversidad.	BCAM 7, BCAM 6
5	Acolchado en cultivos de árboles.	Recubrimiento del suelo en los carriles con material de acolchado .	Control de erosión.	Mejora de la calidad del suelo y del agua.	BCAM 7, BCAM 6
6	Agricultura de contorno.	Labranza siguiendo las curvas de nivel del terreno.	Control de erosión.	Conservación del agua.	BCAM 7, BCAM 6
7	Barreras vegetadas.	Barreras de vegetación establecidas que obstruyen el flujo de la escorrentía.	Control de la contaminación fuera del sitio.	Control de erosión.	BCAM 4, BCAM 9, parcialmente BCAM 6 y BCAM 7
8	Estructuras de control de cárcavas.	Restauración de cárcavas presentes en la parcela.	Control de erosión	Controlar la contaminación externa al mejoramiento de la biodiversidad y los valores del paisaje.	BCAM 4, BCAM 9, parcialmente BCAM 6 y BCAM 7
9	Agricultura de conservación.	Reducción de la alteración del suelo mediante la minimización de la labranza .	Control de erosión.	Control de la contaminación externa, mejora de la biodiversidad.	BCAM 7, BCAM 6

#	MPM	Definición, enlace a sección	Principal objetivo	Impactos adicionales	CAP BCAM, Tabla A.2.
10	Cultivos de cobertura en cultivos anuales	Cubra cultivos intercalados , en tiempo o espacio, con cultivos anuales.	Control de erosión.	Mejora de la calidad del suelo, reducción de la contaminación externa.	BCAM 4, BCAM 7, BCAM 6
11	Sistemas agroforestales.	Integración de árboles para producción forestal con cultivos y / o ganadería.	Diversificación de productos agrícolas.	Mejora de la calidad del suelo y la biodiversidad, reducción de la erosión y contaminación externa.	BCAM 4, BCAM 7, BCAM 6
12	Recolección de agua.	Técnicas destinadas a concentrar y almacenar la escorrentía superficial o subterránea para uso agrícola.	Conservación del agua.	Mejora de la calidad del agua.	Ninguno
13	Riego deficitario.	Uso de agua disponible limitada para riego en el mejor período para optimizar el rendimiento.	Conservación del agua.		Ninguno
14	Reutilización de agua	Reutilización del agua utilizada para actividades anteriores.	Conservación del agua.		Ninguno
15	Aumento de la capacidad de retención de agua del suelo.	Modificar las propiedades del suelo para una mejor infiltración del agua y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.	Conservación del suelo.	Conservación del agua	BCAM 4, BCAM 7, BCAM 6

[Vuelva a la sección 2.2. Estructura del documento](#)



3.2. Definición ampliada de MPMs.

3.2.1. Terrazas.

3.2.1.1. Descripción.

Las terrazas son terraplenes de tierra establecidos a lo largo de la pendiente dominante, dividiendo el campo en segmentos uniformes y paralelos. Cuando se diseñan adecuadamente, las terrazas tienen un gran impacto en la conservación del suelo y el agua. Existen muchos tipos de terrazas (ver Figura 3.2.1.1.) para decidir por la mejor opción y disposición específica, según las características que aparecen en la Tabla 3.2.1.1.

Tabla 3.2.1.1. Principales características que condicionan los tipos y distribución de terrazas.

#	CARACTERÍSTICA
1	Topografía del terreno
2	Clima (lluvia, viento)
3	Tipo de suelo
4	Sistemas de labranza y cultivo
5	Coste de construcción
6	Accesibilidad a equipo pesado
7	Densidad de población
8	Propiedad de la tierra

Las terrazas son importantes por las razones que se resumen en la Tabla 3.2.1.2., aunque su impacto específico depende de las condiciones edafoclimáticas, del tipo de terrazas y de un diseño y mantenimiento particularmente adecuados.

Tabla 3.2.1.2. Funciones principales de las terrazas.

#	CARACTERÍSTICA
1	Reducir la velocidad de escorrentía y disminuir el flujo máximo.
2	Reducir la erosión reduciendo la longitud de la pendiente y la pendiente del terreno.
3	Promover el almacenamiento de agua del suelo aumentando la infiltración y reduciendo la escorrentía.
4	Reducir la erosión eólica aumentando la humedad del suelo y aumentando la rugosidad de la superficie.
5	Facilitar el riego, aumentando la producción de cultivos.
6	Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación externa.

Las terrazas son una de las técnicas más efectivas para mejorar la conservación del suelo y el agua, particularmente en pendientes muy empinadas. Sin embargo, su alto costo de construcción y mantenimiento es uno de los mayores obstáculos para su implementación, estando restringido a situaciones donde la elevada inversión se justifica por razones de desarrollo rural (ej. Figura 3.2.1.6.), o el alto valor del cultivo (ej. Figura 3.2.1.9.). Actualmente, y particularmente en el contexto de la PAC en Europa, se hace hincapié en el mantenimiento de las terrazas existentes (en particular las tradicionales con muros de piedra, por ejemplo, la Figura 3.2.1.7.).

3.2.1.2. Tipos de terrazas.

Los múltiples tipos de estas estructuras se pueden resumir en la Figura 3.2.1.1. Existen varias clasificaciones según su alineación (Figura 3.2.1.2.), o su sección transversal (Figura 3.2.1.3a y b.), o cómo se ocupan del grado de pendiente (Figura 3.2.1.4.) o por el tipo de salida (Figuras 3.2.1.4 y 3.2.1.5). Por lo general, estas estructuras también se combinan con canales para redirigir el agua de escorrentía a una salida a velocidades reducidas que evitan la erosión. Estas salidas, normalmente, deben diseñarse para contener y entregar flujos de escorrentía de manera segura correspondientes a eventos de lluvia con un período de retorno de 10 años para el área.

Figura 3.2.1.1. Tipo de terrazas de acuerdo a su diseño.
Adaptado de Blanco et al. (2008).

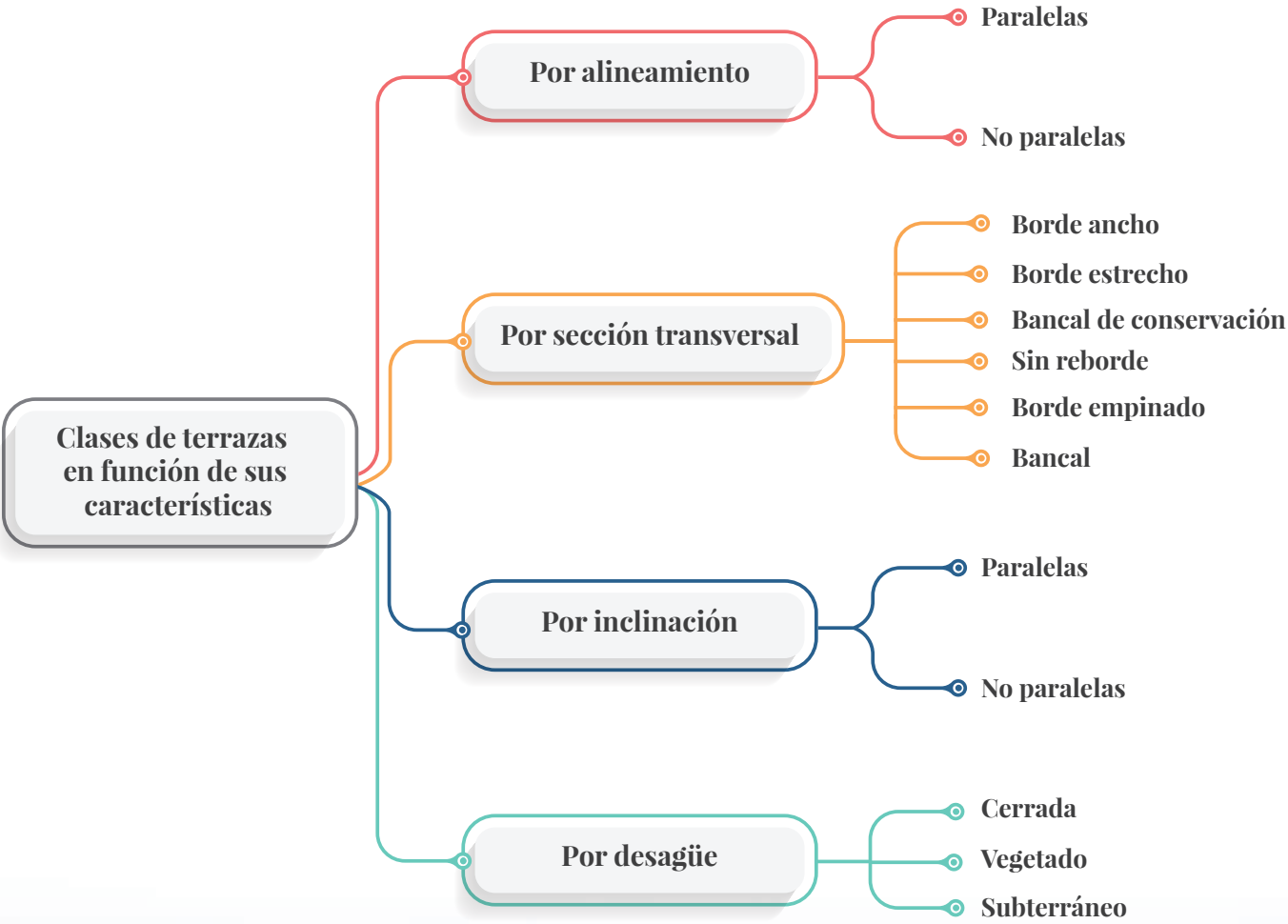


Figura 3.2.1.2. Comparación de terrazas según su alineación:
No paralelas (siguiendo las curvas de nivel) o paralelas (rectas).

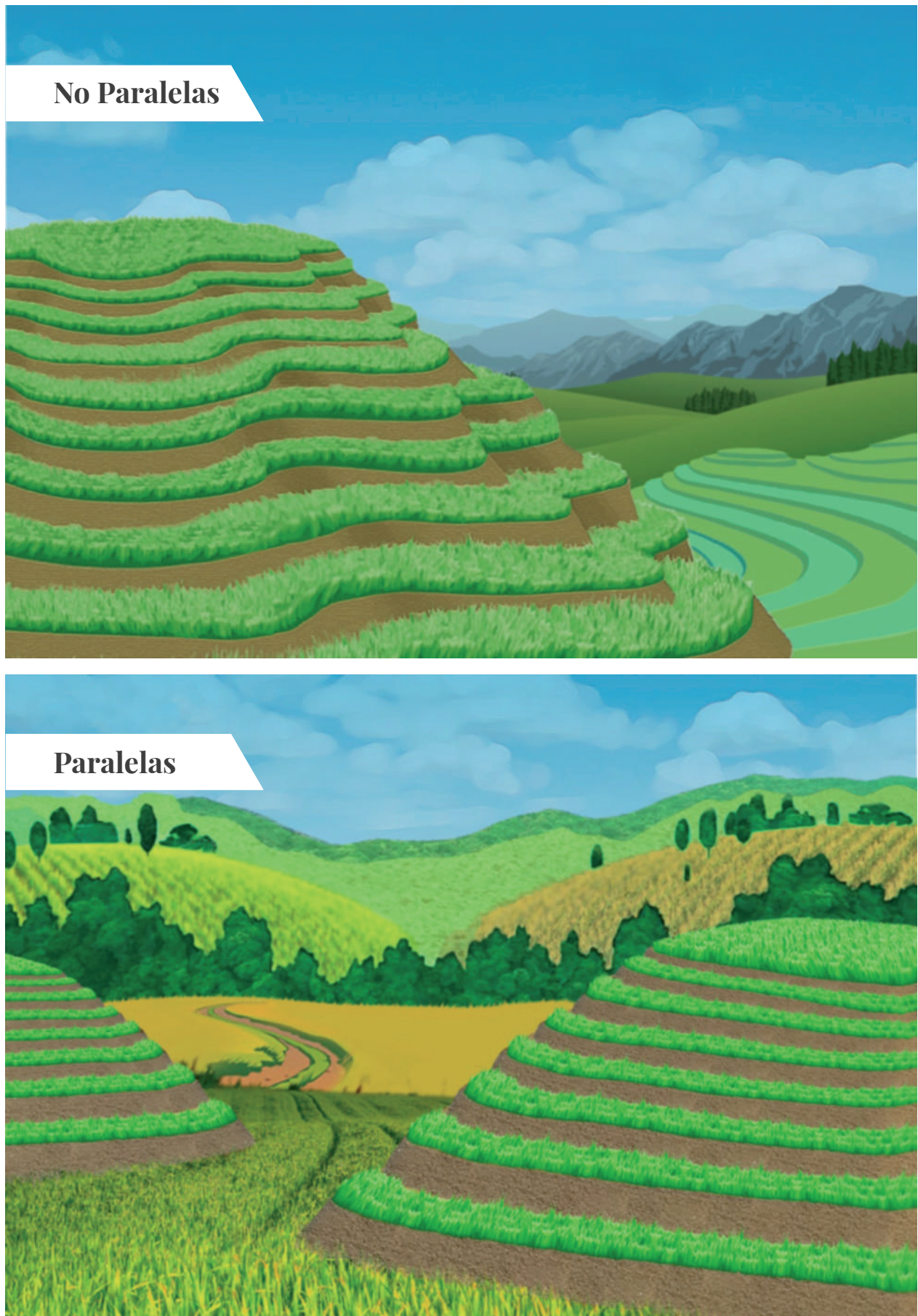


Figura 3.2.1.3a. Comparación de terrazas según su sección transversal:
Borde ancho, borde estrecho y bancal de conservación.

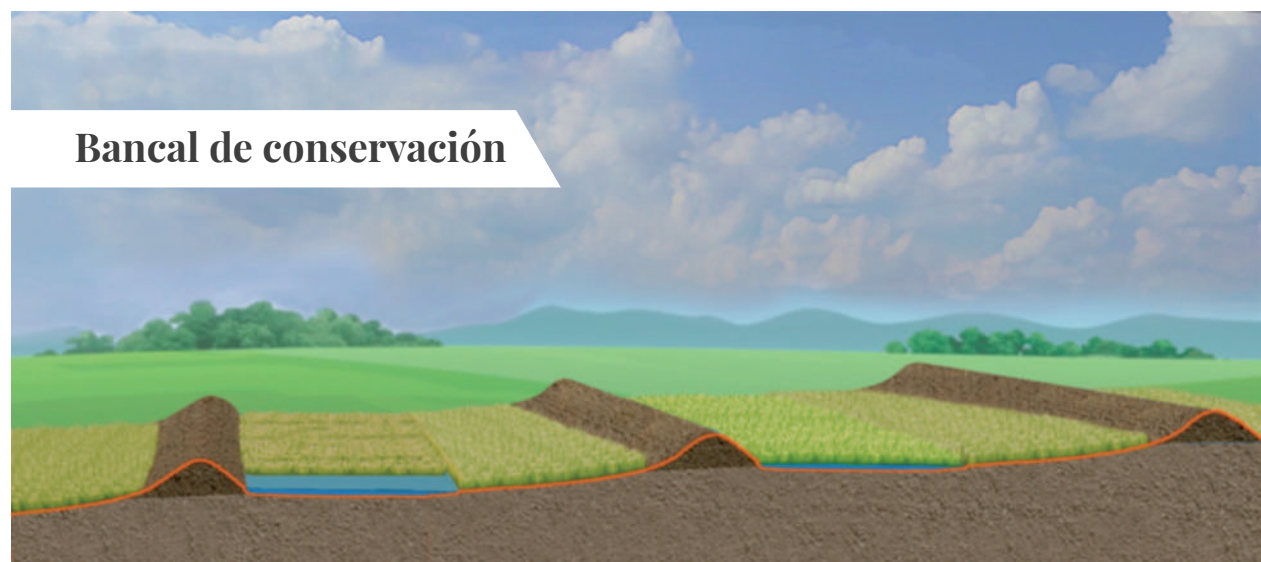
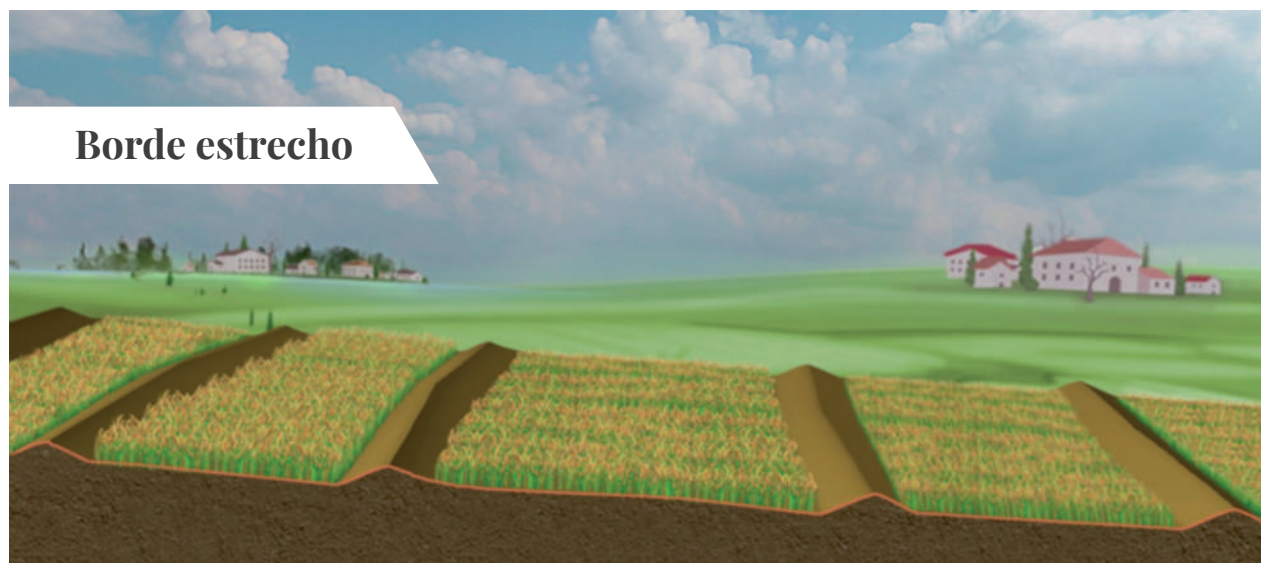
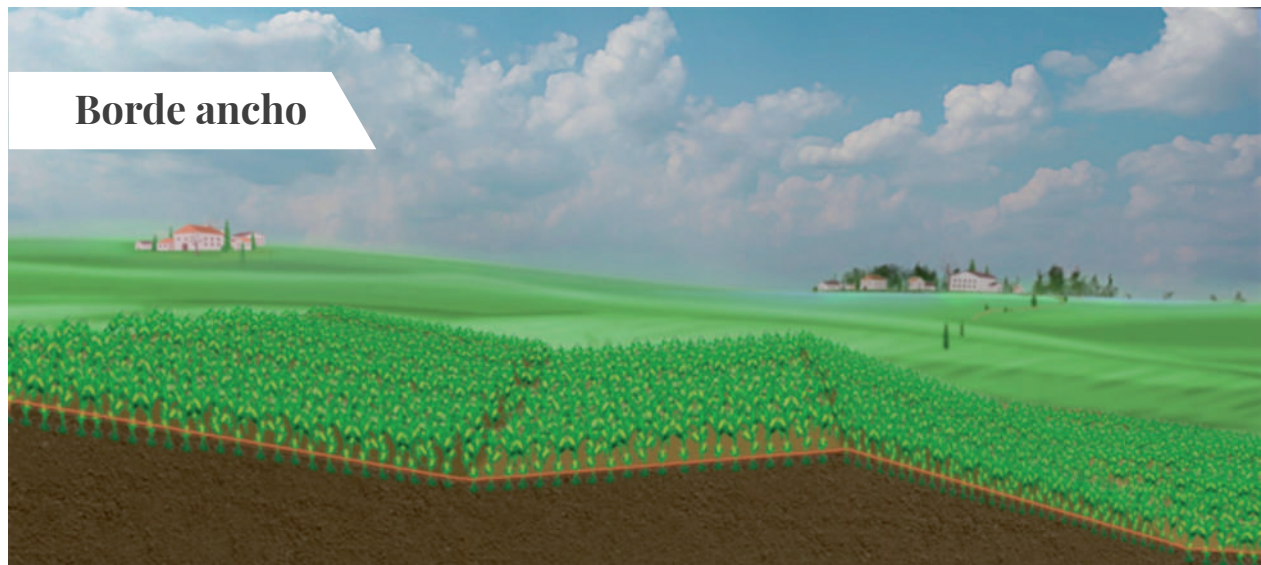
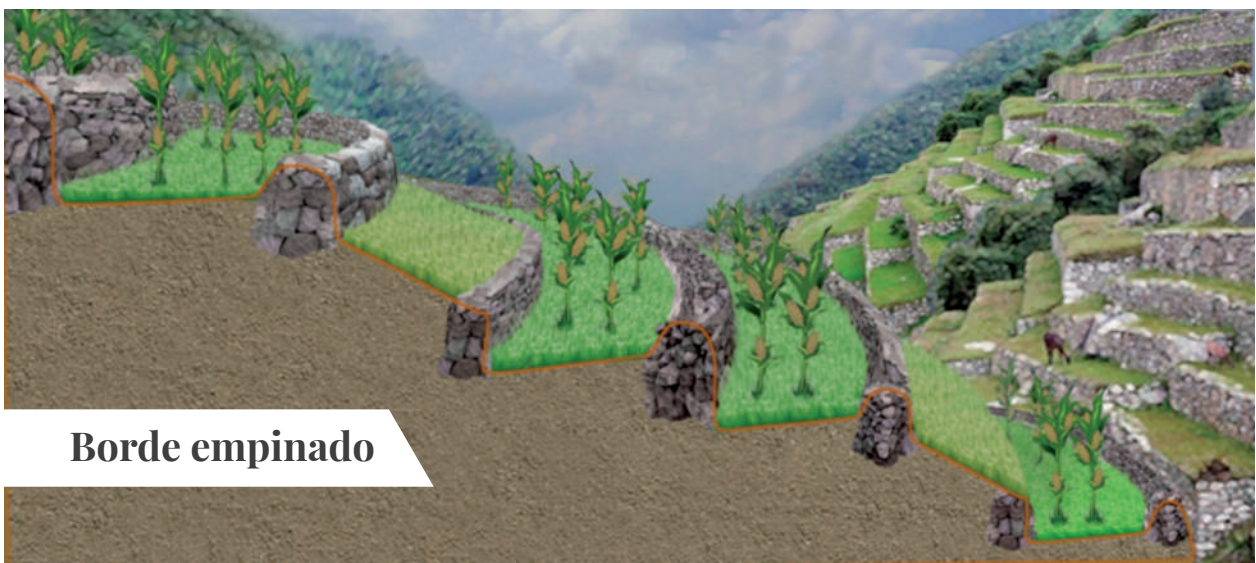


Figura 3.2.1.3b. Comparación de terrazas según su sección transversal:
Sin rebordes, con borde pronunciado y terrazas en bancales.

Sin reborde



Borde empinado



Bancal

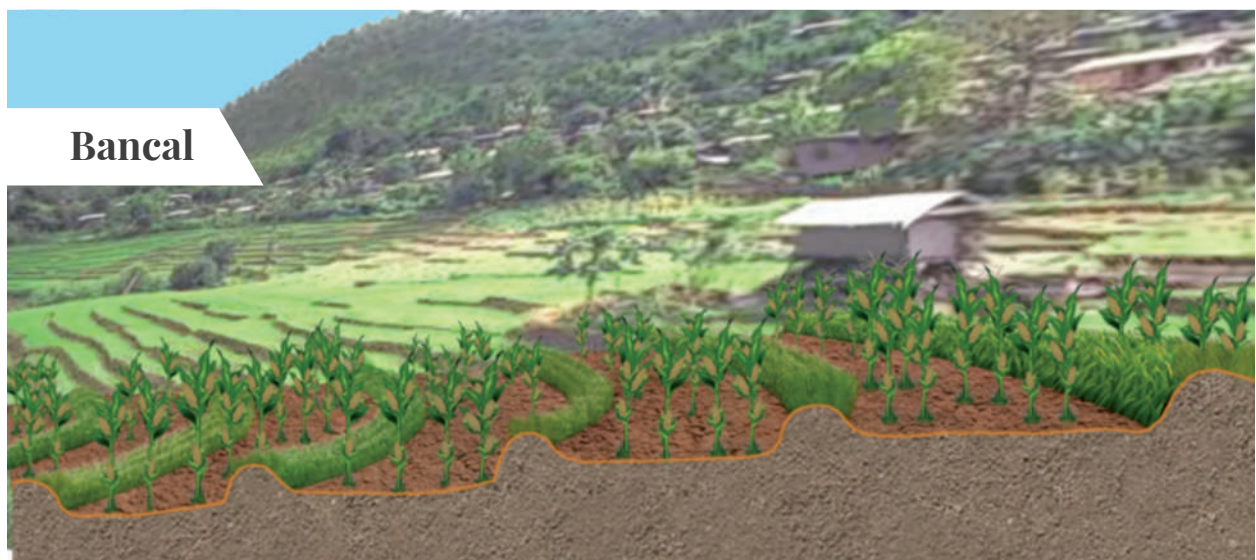


Figura 3.2.1.4. Comparación de terrazas según su clasificación:
Horizontal vs. en pendiente.

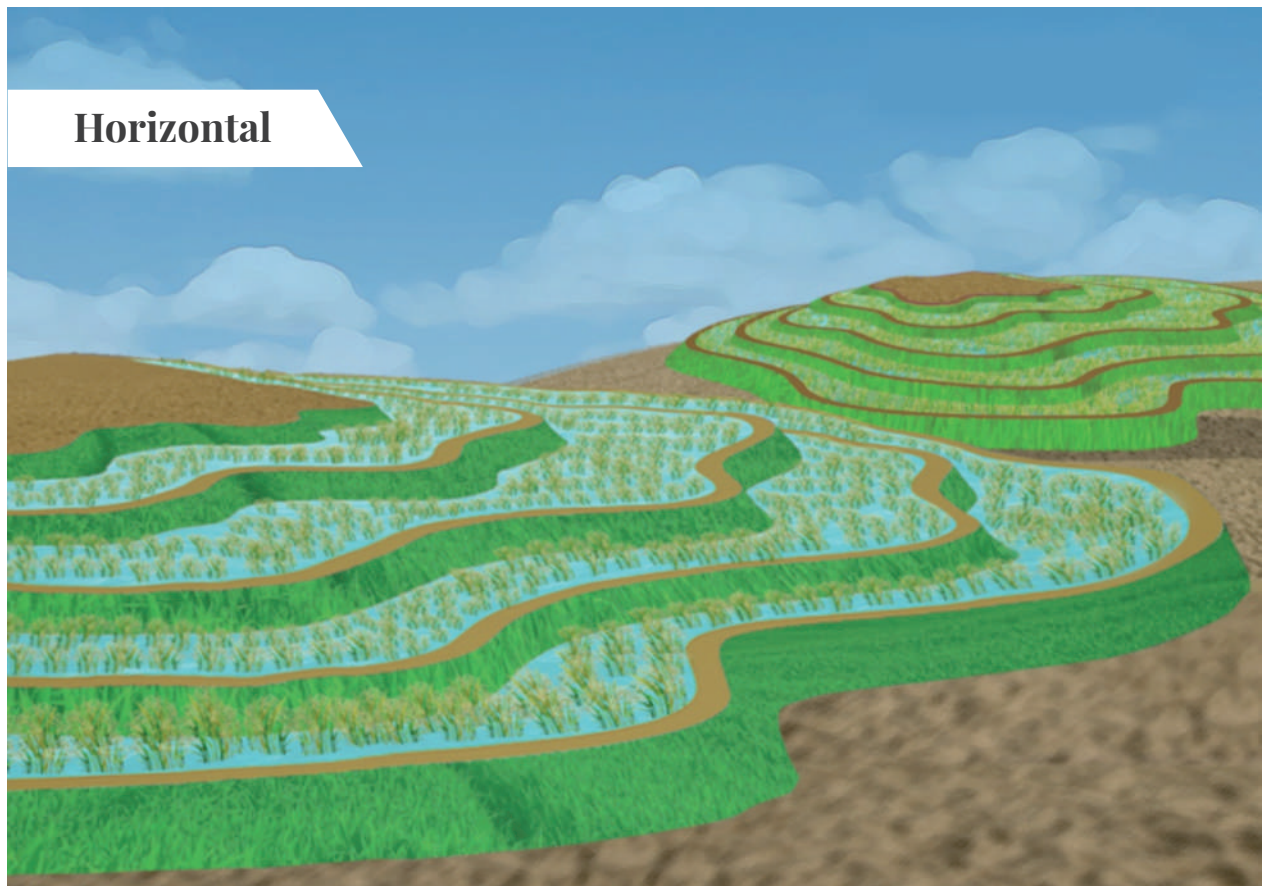
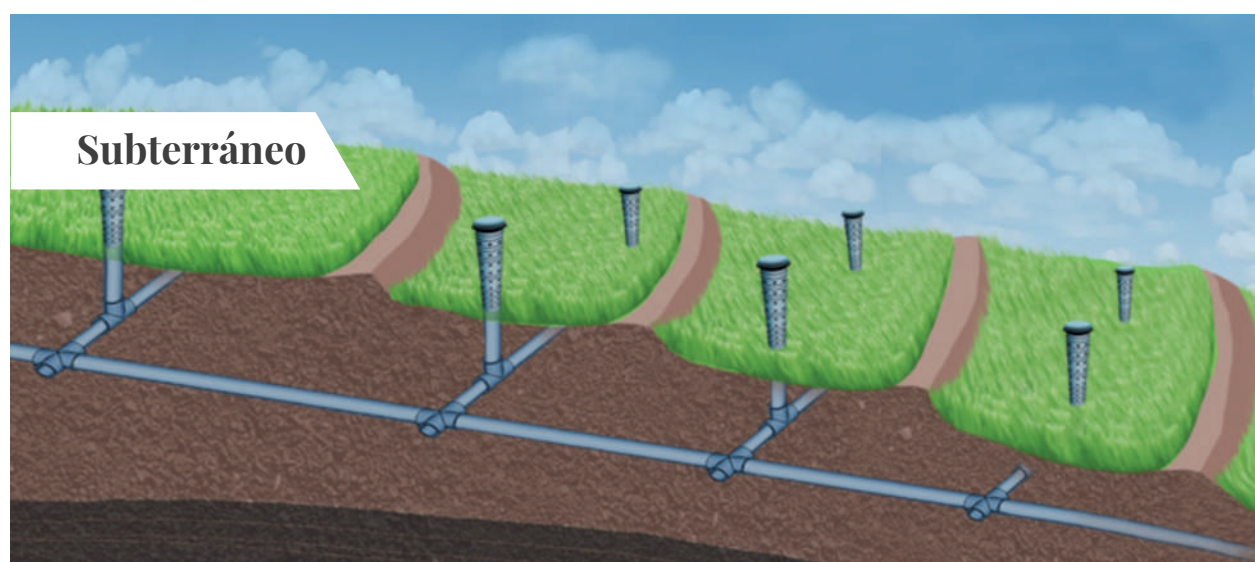
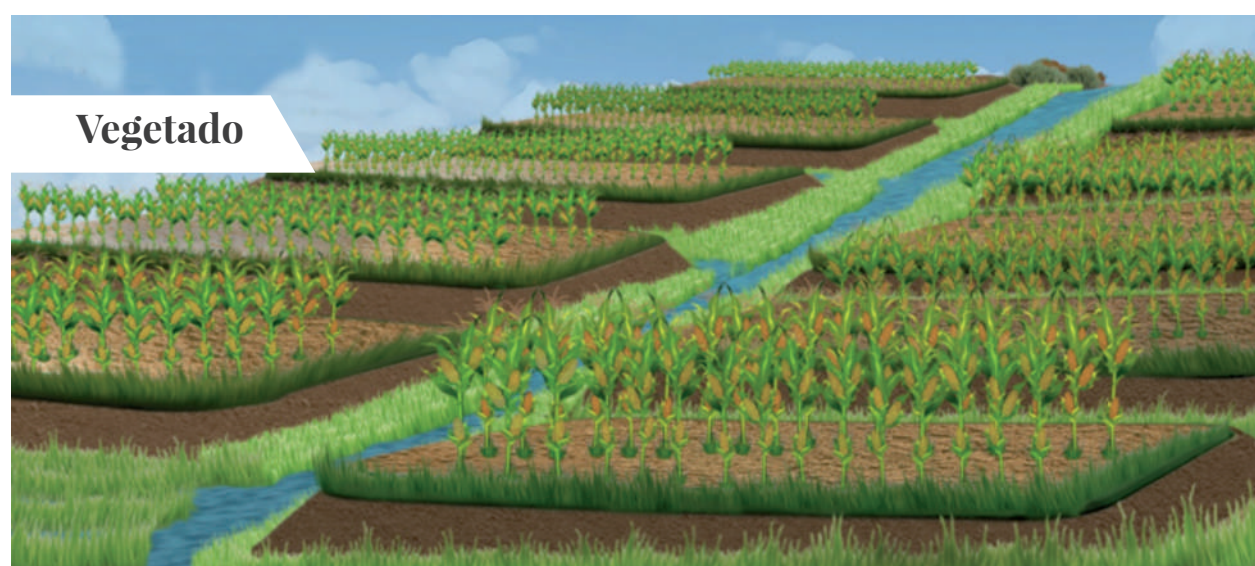
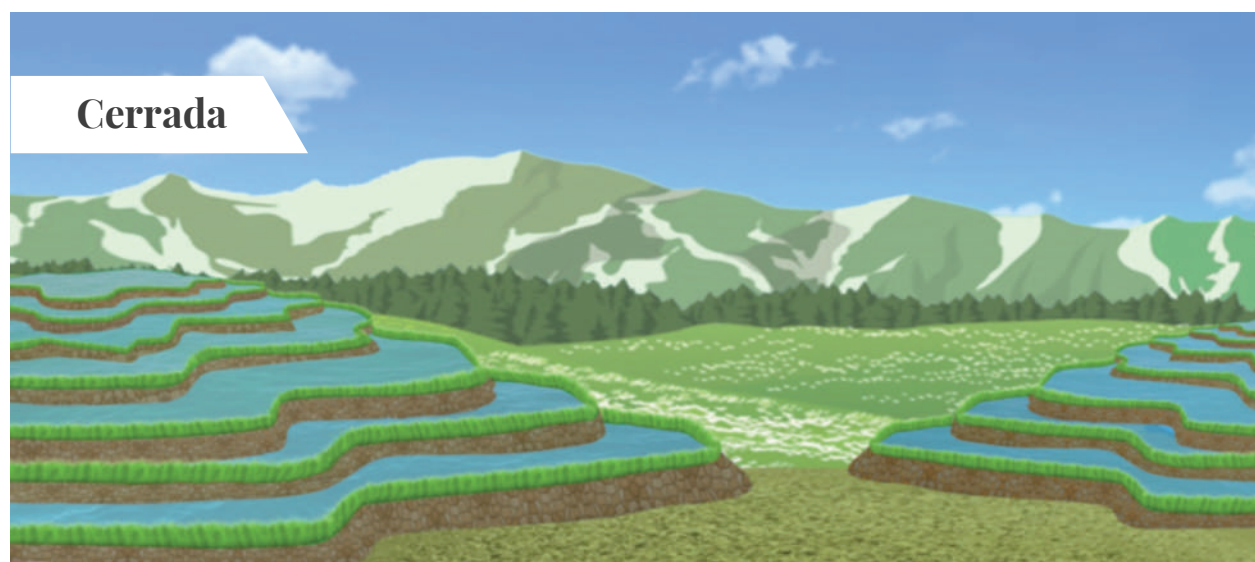


Figura 3.2.1.5. Comparación de terrazas según el desagüe utilizado:
Canal cerrado, con vegetación o subterráneo.



3.2.1.3. Imágenes de diferentes tipos de terrazas.



Figura 3.2.1.6. Terrazas de base amplia en la región de suelo negro del Noreste de China (Fotografía L. Meng).



Figura 3.2.1.7. Terraza de piedra tradicional de base estrecha con paredes de piedra en el Este de España. (Fotografía J.A. Gómez).



Figura 3.2.1.8. Terrazas de banco de piedra en la zona montañosa del Norte de China (Fotografía L. Meng).



Figura 3.2.1.9. Terrazas de base estrechas con carriles con vegetación en el Valle de Wachau (Austria) en viñedos (Fotografía P. Strauss).



Figura 3.2.1.10. Terrazas en Bohemia Central (Grunta) utilizadas para trigo y patatas (Fotografía T. Dostal).



Figura 3.2.1.11. Terrazas en el sur de China con diferentes cultivos (Fotografía T.Dostal).

3.2.1.4. Bibliografía seleccionada.

Blanco, J., Lal, R. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer.

Gómez et al. 2019. Criterios técnicos para el diseño y evaluación de cárcavas. Available in <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/79281.html> In Spanish.

NRCS, 2011. National Resource Conservation Services Standards. Terraces Code 600. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1263187.pdf

WOCAT 2011. Vegetated earth-banked terraces (Spain). Available in https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_4037/

Note that in WOCAT database there are several examples of terraces.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.2. Plantación en contorno de árboles y vides.

3.2.2.1. Descripción.

La plantación en el contorno consiste en plantar vegetación perenne como árboles (por ejemplo, vides, olivos, almendros) u otra vegetación perenne en el contorno para imponer que todas las operaciones se realicen en dirección perpendicular a la pendiente máxima. Su finalidad es reducir la escorrentía y la erosión del agua. El uso de esta práctica de plantación en el contorno aplicada sin aterrazamiento no es tan eficaz como el aterrazamiento debido a la dificultad de mantener las líneas de árboles perpendiculares a la pendiente máxima y a la facilidad con que la escorrentía traspasa las líneas de árboles. No obstante, puede utilizarse como alternativa parcial eficaz en determinadas condiciones, véase el cuadro 3.2.2.1. Suele aplicarse cuando el terreno ha sido aterrazado.

Tabla 3.2.2.1. Las mejores condiciones para el uso de la plantación en contorno.

#	CARACTERÍSTICA	RAZÓN
1	Es más eficaz en pendientes entre el 2 y el 10 %.	Por encima del 10% de pendiente el tránsito de máquinas es bastante complicado y por debajo del 2% no suele ser necesario.
2	Los campos cortados por barrancos o con una topografía muy ondulada no son adecuados para esta práctica.	Es complicado organizar las plantaciones y no se controla la erosión de los huertos y barrancos..

Esta técnica es más eficaz cuando se combina con la cobertura vegetal del suelo (cultivos de cobertura) y el uso de barreras vegetales en el contorno. Los principales criterios para la mejor aplicación de esta técnica aparecen en la tabla 3.2.2.2.

Tabla 3.2.2.2. Principales condiciones para una correcta siembra en contorno.
Adaptado de NRCS 2016.

#	CONDICIÓN
1	La pendiente máxima de la hilera se alinearán lo más cerca posible del contorno, pero sin superar el 4% de inclinación en la dirección de los árboles (o el 10% si se proporciona un cultivo de cobertura permanente).
2	En suelos con tasas de infiltración de lentas a muy lentas, establezca una pendiente de carril no inferior al 0,2% para evitar el encharcamiento.
3	Evite los carriles muy largos, para evitar la concentración de la escorrentía. Acorte estos carriles haciéndolos desembocar en salidas controladas (por ejemplo, canales vegetados) a intervalos regulares..
4	Prevea siempre una salida controlada para la escorrentía que se acumula en los bordes y callejones, véase la figura 3.2.1.5.

Esta MPM debe ser la que se aplique siempre que se establezca un nuevo huerto para evitar la erosión del agua en zonas propensas a esta amenaza medioambiental.

3.2.1.4. Bibliografía seleccionada.



Figura 3.2.2.1. Plantación de olivos en contorno en el Sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.2.2. Viñedo contorneado en el noreste de Italia (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.2.3. Terrazas de viñedos contorneadas en Samos, Grecia (Foto T. Dostal).

Esta técnica es más eficaz cuando se combina con la cobertura vegetal del suelo (cultivos de cobertura) y el uso de barreras vegetales en el contorno. Los principales criterios para la mejor aplicación de esta técnica aparecen en la tabla 3.2.2.2.

3.2.2.3. Bibliografía seleccionada

NRCS, 2016 National Resource Conservation Services Standards. Contour orchard and other fruit areas. Code 330. Available at https://apps1.cdfa.ca.gov/EcosystemServices/docs/331ContourOrchardandotherPerennialCrops2016_STD.pdf

WOCAT 2011. Olive tree plantations with intercropping (Morocco). Available at: https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_1112/ Note that in WOCAT database there are several examples of contouring.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.3. Elementos del paisaje.

3.2.3.1. Descripción.

Los elementos del paisaje son áreas no productivas de origen natural o artificial presentes en los paisajes agrícolas. Proporcionan numerosos beneficios en términos de prestación de servicios ecosistémicos no relacionados con el rendimiento. En la orientación actual de la PAC, estos elementos del paisaje suelen encajar en la categoría de "área de interés ecológico (EFA)" y se les ha reconocido un papel importante en la mejora de la biodiversidad (por ejemplo, Biodiversa, 2017). Esta sección abarca los elementos presentes en los paisajes agrícolas que ya están presentes, pero que no se han implementado específicamente con un propósito ya cubierto en una sección diferente (por ejemplo, barreras vegetales que se convertirán en setos con el tiempo). La tabla 3.2.3.1. resume las principales clases de elementos del paisaje en este contexto.

Tabla 3.2.3.1. Principales elementos paisajísticos de los agroecosistemas agrícolas.

ELEMENTO	RAZÓN
Bosque isla	Pequeño bosque que crea un enclave de árboles y arbustos en un paisaje agrícola.
Setos	Línea de diferentes tipos de arbustos y árboles pequeños que crecen muy juntos, especialmente entre campos o a lo largo de los lados de las carreteras en el campo.
Línea de árboles	Línea de árboles o arbustos más estrecha que un seto.
Árboles aislados	Árboles individuales situados en un campo agrícola homogéneo.
Barbecho	Tierra que se deja permanentemente en barbecho.
Muros de piedra	Muros, generalmente de piedra seca y de alto valor estético utilizados como límites de campos o muros de contención.
Estructuras tradicionales	Otras construcciones típicas del medio rural como casas aisladas, pozos, graneros, etc.



El efecto positivo de estos elementos depende, por lo general, de la cantidad y el tipo de vegetación y del cuidado y la atención que se les preste. Por ejemplo, hay que mantenerlos limpios de malas hierbas agresivas, segarlos o podarlos y limpiarlos con regularidad, y prestar atención a los daños accidentales causados por las operaciones de cultivo. En otros casos hay que evitar rociarlas accidentalmente al aplicar tratamientos agroquímicos en los cultivos adyacentes. La tabla 3.1.3.2. resume el impacto esperado de estos elementos suponiendo que se cumplan estas condiciones.

Tabla 3.2.3.2. Impacto de los elementos del paisaje seleccionados en varios servicios de los ecosistemas. ++ significa impacto alto, + impacto moderado, ● significa insignificante. ◊ significa impacto sólo si amortigua una corriente de agua de la escorrentía de una zona agrícola.

ELEMENTO	MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD	CONTROL DE LA EROSIÓN	CONTAMINACIÓN FUERA DE SITIO	ESTÉTICA DEL PAISAJE
Bosque isla	++	++	++ ● ◊	++
Setos	++	++	++ ● ◊	++
Línea de árboles	+	+	●	++
Árboles aislados	+	●	●	++
Barbecho	+	++	++ ● ◊	++
Muros de piedra	+	++	+	++
Estructuras tradicionales	+	●	●	++



3.2.3.2. Imágenes de diferentes tipos de elementos del paisaje.



Figura 3.2.3.1. Bosques isla en NE de Italia (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.3.2. Seto que separa dos campos en el Sur de España en un entorno semiárido (Foto J. Mora).



Figura 3.2.3.3. Línea de árboles en una carretera de acceso en el Sur de Bohemia, República Checa (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.3.4. Árbol aislado en un barbecho en el Sur de España (Foto J. Mora).



Figura 3.2.3.5. Barbecho vegetal en el Sur de España (Foto J. Mora).



Figura 3.2.3.6. Muro de piedra en un huerto adosado en el Este de España (Foto J.A. Gómez).

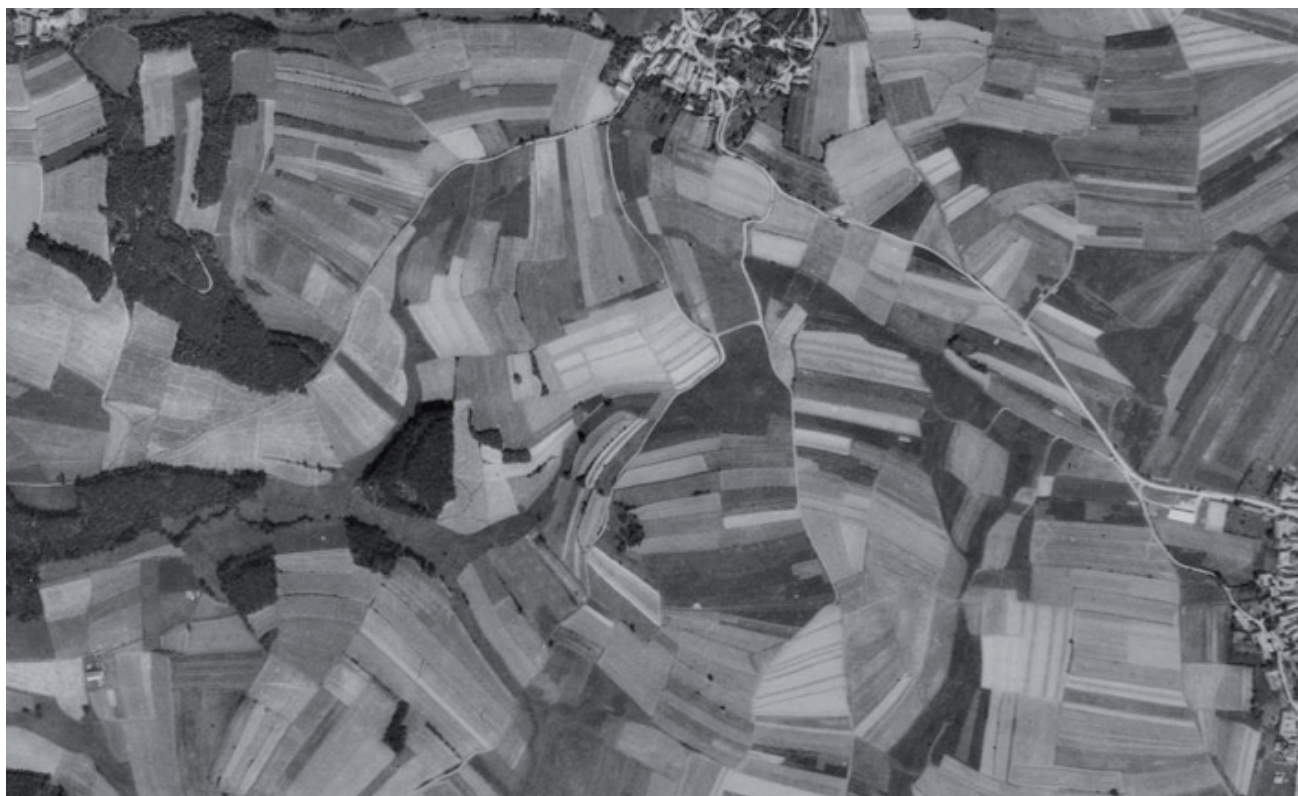


Figura 3.2.3.7. Cambios en la estructura del paisaje e invasión de elementos paisajísticos en Bohemia Central, 1953 vs. 2015 (Foto <https://kontaminace.cenia.cz/>).



Figura 3.2.3.8. Pequeño bosque isla cerca de una casa de campo tradicional en el Sur de España (Foto J. Mora).

3.2.3.3. Bibliografía seleccionada.

Gómez et al. 2019. Criterios técnicos para el diseño y evaluación de cárcavas, revegetación para diversificación del paisaje, muros de contención, mejora ambiental de fuentes y abrevaderos y construcción de charcas artificiales. In Spanish. Available at:

<https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/79281.html>

Biodiversa, 2017 Policy brief: The Common Agricultural Policy can strengthen biodiversity and ecosystem services by diversifying agricultural landscapes Available at:

<https://www.biodiversa.org/1237>

NRCS. 2011. National Resource Conservation Service. Hedgerow Planting. Code 422. Available at: <https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/NY/nyps422.pdf>

WOCAT 2020. Pasture shelterbelts in the desert zone (Uzbekistan). Available at: https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_4037/

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.4. Cultivos de cobertura bajo cultivos arbóreos.

3.2.3.1. Descripción.

Los cultivos de cobertura bajo los cultivos arbóreos son una técnica tradicional, e.g. Worthen 1948. En los cultivos arbóreos, los cultivos de cobertura se utilizan para varios propósitos, incluyendo la gestión de nutrientes, la mejora de la transitabilidad y las propiedades del suelo, el control de la erosión y la mejora de la biodiversidad.

Los cultivos de cobertura se consideran hoy en día principalmente como una técnica de control de la erosión del agua a escala de ladera, pero es importante reconocer su papel para mejorar las propiedades del suelo, la biodiversidad y contribuir al valor del paisaje.

Al abordar el uso de los cultivos de cobertura como una MPM en los cultivos arbóreos debemos ser conscientes de tres conceptos principales.

1. Existen varias estrategias para implementar esta técnica que se resumen en el apartado 3.2.4.2.
2. Su eficacia depende de la capacidad de los agricultores para producir un cultivo de cobertura bien establecido antes del inicio de las lluvias fuertes. Por lo tanto, la elección de la opción de cultivo de cobertura que mejor se adapte a los objetivos de gestión del suelo y a las condiciones edáficas, climáticas y de cultivo es de suma importancia, véase el cuadro 3.2.4.1.
3. Las técnicas específicas y las especies utilizadas deben adaptarse a los objetivos de gestión del suelo, en este caso la conservación del suelo, y a las condiciones específicas del cultivo, el clima y el suelo. En la Tabla 3.2.4.3 se pueden encontrar algunas directrices generales. En los climas con disponibilidad limitada de agua, que cubren algunas de las mayores áreas de cultivo de árboles en todo el mundo, existe una compensación entre el uso de agua de los cultivos de cobertura y la disponibilidad de agua para los árboles que debe ser gestionada con el fin de evitar efectos negativos en el rendimiento de los cultivos de árboles.

3.2.4.2. Tipos de cultivos de cobertura según su extensión y duración en la explotación.

Podemos clasificar cuatro estrategias principales para el cultivo de cobertura. Esta sección está redactada asumiendo que los cultivos de cobertura se establecen en los callejones de la plantación de árboles, donde el área bajo el dosel se mantuvo libre de vegetación (por métodos mecánicos o químicos). Esta es la forma más común de implementar los cultivos de cobertura en los cultivos arbóreos, aunque algunos agricultores también pueden implementar el cultivo de cobertura en toda la parcela.

- **Cultivo de cobertura permanente.** En el que las calles están permanentemente cubiertas durante todo el año, aunque la vegetación puede estar inactiva durante parte del año debido a la sequía o al frío. Esta cubierta permanente puede establecerse con vegetación herbácea perenne, o con vegetación herbácea anual que se autosiembra cada año.
- **Cobertura temporal.** Aquí los agricultores controlan la duración del cultivo de cobertura en la plantación. Es común en la región mediterránea, donde los cultivos de cobertura crecen durante la temporada de lluvias, desde el otoño hasta el inicio de la primavera, que sean eliminados química o mecánicamente a principios de la primavera para evitar la competencia por el agua del suelo con los árboles. Lo ideal sería matar el cultivo de cobertura una vez que se haya producido la semilla para la autosiembra del año siguiente. Sin embargo, como esto no siempre es posible, existen varias estrategias para producir semillas para el año siguiente, entre ellas dejar una estrecha franja (de 0,5 a 1 m) de cultivos de cobertura sin tratar para completar el ciclo fenológico y producir semillas.

En muchas situaciones, los agricultores ayudan a esparcir esta semilla de la franja utilizando implementos agrícolas (por ejemplo, algunas latas, barras o cestas rodantes).

- **Alternar los cultivos de cobertura.** El cultivo de cobertura se establece en una de cada dos franjas, estando la otra franja bajo una gestión diferente, normalmente suelo desnudo mantenido por métodos mecánicos o químicos. El cultivo de cobertura se alterna entre los carriles en el tiempo, cada uno, dos o tres años.
- **Cultivo de cobertura para abono verde o fumigación del suelo.** El objetivo aquí es maximizar la producción de biomasa del cultivo de cobertura para incorporarla al suelo. Esta puede actuar como fertilizante (por ejemplo, leguminosas para fijar nitrógeno en el suelo) o como biofumigante (por ejemplo, glucosinolatos derivados de Sinapis alba para reducir el inóculo de Verticillium dahliae en los suelos). El manejo del cultivo de cobertura es completamente diferente a las estrategias para a, b y c, con el manejo orientado a producir la máxima biomasa que se incorpora al suelo en la etapa de crecimiento apropiada. Esto no encaja necesariamente con el momento óptimo para la conservación del suelo o del agua.

Tabla 3.2.4.1. Tipos de cultivos de cobertura según la duración del cultivo de cobertura. ++ significa alto beneficio, + beneficio moderado, (leg) significa beneficio sólo si se utilizan leguminosas. La alternancia de cultivos de cobertura proporcionará un efecto proporcional al número de carriles cubiertos con la técnica específica de cultivo de cobertura utilizada.
Adaptado de Grant et al. (2006)

BENEFICIO POTENCIAL	CULTIVO DE COBERTURA PERMANENTE (a)	CULTIVO DE COBERTURA TEMPORAL (b)	ABONO VERDE (d)
Aumento del carbono orgánico del suelo	+	+	++
Aumento de la actividad biológica	+	+	++
Incorporación de nitrógeno al suelo	+(leg)	+(leg)	++(leg)
Mejora de la infiltración	++	+	+
Reducción de la escorrentía/erosión	++	++	+
Reducción del polvo	+	+	+
Reducción de la compactación del suelo	+	+	+
Control de las malas hierbas	++	++	++
Reducción del exceso de agua del suelo	++	+	++
Mejora de la transitabilidad	++	+	+

La tabla 3.2.4.2. enumera los riesgos asociados al uso de cultivos de cobertura en comparación con la gestión del suelo desnudo.

Tabla 3.2.4.2. Incidencia de los riesgos potenciales asociados a los diferentes tipos de cultivos de cobertura. ++ significa riesgo alto, + riesgo moderado, ● riesgo nulo y/o insignificante. Los cultivos de cobertura alternativos proporcionarán un efecto proporcional al número de calles cubiertas con la técnica específica de cultivo de cobertura utilizada. Adaptado de Grant et al. (2006).

RIESGO POTENCIAL	CULTIVO DE COBERTURA PERMANENTE (a)	CULTIVO DE COBERTURA TEMPORAL (b)	ABONO VERDE (d)
Competencia por el agua del suelo	++	+	+
Aumento de los daños por heladas en primavera	+	+	++
Interfiere en la eliminación de algunas plagas	+	+	+
Aumento de los roedores	+	+	+
Interfiere en el picado/retirada de los residuos de poda	●	+	++
Aumento de los nematodos	Si ya está presente	●	●



3.2.4.3. Principales tipos de vegetación y opciones de gestión según los distintos objetivos.

Dependiendo del objetivo principal de los cultivos de cobertura, se pueden seleccionar diferentes especies. El objetivo también define las principales opciones y decisiones de gestión. La tabla 3.2.4.3. resume estas decisiones.

Tabla 3.2.4.3. Composición de los cultivos de cobertura y algunas cuestiones clave y decisiones de gestión basadas en el principal objetivo de gestión del suelo

Objetivo	Mejor tipo de cobertura	Cuestiones clave	Principales decisiones de gestión
Mejora de la biodiversidad y el paisaje	Mezcla de plantas con flores	Qué especies utilizar para conseguir un cultivo de cobertura con periodos de floración escalonados y costes moderados.	¿Cómo controlar el cultivo de cobertura para mantener la composición? ¿Cuándo y cómo utilizar la siega?
Mejora de la fertilidad del suelo	Leguminosas ó Leguminosas/pratenses	Composición de las especies	¿Cuándo incorporar el cultivo de cobertura? Preparación del suelo para maximizar la producción de biomasa
Control de la erosión	Pratenses	¿Especies con la fenología mejor adaptada a las condiciones climáticas? ¿Cuándo hay que resembrar?	¿Cuándo eliminar el cultivo de cobertura si es temporal?
Pastoreo	Leguminosas ó Leguminosas/pratenses	¿Composición de especies? ¿Cuándo hay que resembrar?	¿Densidad de pastoreo? ¿Época del año en que se permite el pastoreo?
Trazabilidad	Pratenses	¿Composición de las especies? ¿Realización de la siembra en relación con las operaciones de la explotación?	¿Cuándo hay que controlar los cultivos de cobertura, de forma mecánica (siega) o química?



3.2.4.4. Imágenes de ejemplos de cultivos de cobertura en cultivos arbóreos.



Figura 3.2.4.1. Cultivos de cobertura permanente por gramíneas anuales en un huerto de olivos en un suelo degradado (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.4.2. Cultivos temporales de cobertura de hierba en una plantación de almendros (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.4.3. Viñedo con cultivos de cobertura en la Baja Austria (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.4.4. Cultivo de cobertura con abono verde en un huerto de olivos (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.4.5. Mezclas de cultivos de cobertura para la biodiversidad en un huerto de olivos (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.4.6. Cultivo de cobertura alternativo en un viñedo del sur de Moravia, República Checa (Foto T. Dostal).

3.2.4.5. Definiciones de los cultivos de cobertura para los cultivos arbóreos en diferentes países.

Una de las principales fuentes de malentendidos cuando se habla de los cultivos de cobertura es que, a pesar de formar parte de casi todos los regímenes de medidas agroambientales de los países, las definiciones utilizadas para los cultivos de cobertura asociadas al pago de subvenciones pueden ser muy diferentes. El siguiente listado ofrece una visión general de los requisitos para recibir subvenciones para los cultivos de cobertura en diferentes países como ejemplo.

País	Definiciones
Austria Viñas y huertos	<p>1. El cultivo de cobertura es una planta sembrada activamente o una planta existente de períodos anteriores</p> <p>2. Debe contener al menos una especie resistente al frío</p> <p>3. Los cultivos de cobertura no son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los acolchados orgánicos• Las coberturas completamente sin sembrar,• Los cereales, el maíz y los cultivos mixtos con más del 50% de cereal o maíz, excepto en el caso de la avena o la cebada cuando se utilicen para establecer una cobertura permanente. <p>OBLIGATORIO</p> <ul style="list-style-type: none">• Huertos: se requiere una cubierta permanente en todas las calles, excepto un máximo de 100 cm alrededor de los tallos.• Viñedos: Pendientes $\geq 25\%$: cobertura permanente requerida en todos los carriles, excepto un máximo de 80 cm alrededor de los tallos. Pendientes $< 25\%$: cobertura requerida en todos los carriles entre el 1 de noviembre y el 30 de abril (Variante A), o cobertura permanente de todos los carriles (Variante B).• La gestión del suelo durante el periodo de cultivo de cobertura sólo se permite sin destruir la cobertura (gestión profunda, por ejemplo).• El sistema de subvenciones austriaco: sólo medidas obligatorias.
República Checa	<p>No existen restricciones ni normas obligatorias dentro de la PAC y las BCAM para implantar cultivos de cobertura permanentes en viñedos, huertos o campos de lúpulo.</p> <p>Se permiten planes específicos de 5 años para obtener subvenciones adicionales para la implementación de cultivos de cobertura en las calles de vino durante la implementación de nuevas estrategias de plantación.</p>
España Olivos	<p>OBLIGATORIO</p> <p>Disponer de un cultivo de cobertura de al menos 1 m de ancho en las líneas, perpendicular a la dirección de las pendientes máximas. Si esta orientación no es posible, implementar el cultivo de cobertura en la dirección de la línea.</p> <p>Se recomienda: Mantener el cultivo de cobertura durante el otoño-invierno, o en el periodo de mayor riesgo de tormentas. Eliminar el cultivo de cobertura a principios de la primavera, una vez que comience la competencia por el agua del suelo, utilizando métodos químicos o mecánicos, o el pastoreo controlado de ovejas. Los residuos del cultivo de cobertura deben dejarse en la superficie hasta el próximo otoño, cuando, si es necesario, se puede sembrar un nuevo cultivo de cobertura.</p> <p>Se recomienda: Sembrar parte del huerto con leguminosas (en suelos con deficiencia de N), gramíneas, mezclas de gramíneas y leguminosas, crucíferas o las especies necesarias para mejorar el estado del suelo y proporcionar hábitat a las aves.</p>

País	Definiciones
España Viñedos	<p>Se recomienda: En las zonas en las que sea factible, tener un cultivo de cobertura o un mantillo durante el otoño-invierno, o en períodos de alto riesgo de tormentas. Eliminar el cultivo de cobertura una vez que comience la competencia por el agua del suelo.</p> <p>Se recomienda: Si no hay riesgo de competencia por el agua del suelo, mantener el cultivo de cobertura el mayor tiempo posible, limitando su crecimiento mediante la siega o el pastoreo. Complementar los cultivos de cobertura con material de acolchado adicional si es necesario. Eliminar los cultivos de cobertura con métodos químicos o mecánicos autorizados, o mediante el pastoreo de ovejas.</p> <p>Se recomienda: Establecer una barrera vegetal alrededor del perímetro de la explotación utilizando una banda de cultivo de cobertura con una anchura equivalente a la mitad del espacio de plantación. Utilizar leguminosas, gramíneas, mezclas de gramíneas y leguminosas, crucíferas o las especies necesarias para mejorar el estado del suelo y proporcionar hábitat a las aves mejor adaptadas a la zona.</p>
España Almendros	<p>Se recomienda: Cuando sea factible, mantener un cultivo de cobertura durante el otoño-invierno, o en periodo de alto riesgo de tormentas. Eliminar el cultivo de cobertura a principios de la primavera, una vez que comience la competencia por el agua del suelo, utilizando métodos químicos o mecánicos, o el pastoreo controlado de ovejas. Los residuos del cultivo de cobertura deben dejarse en la superficie hasta el próximo otoño, cuando, si es necesario, se puede sembrar un nuevo cultivo de cobertura.</p> <p>Se recomienda: sembrar parte del huerto con leguminosas (en suelos con deficiencia de N), gramíneas, mezclas de gramíneas y leguminosas, crucíferas o las especies necesarias para mejorar el estado del suelo y proporcionar hábitat a las aves.</p>
España Manzanos	<p>Se recomienda: Se recomienda: Tener un cultivo de cobertura permanente (sembrado o formando vegetación natural) durante todo el año.</p> <p>Se recomienda: En zonas frías mantener el suelo desnudo al menos durante la primavera para minimizar el riesgo de heladas.</p> <p>Se recomienda: En caso de sembrar un cultivo de cobertura utilizar las especies más adaptadas al tipo de suelo (leguminosas, gramíneas, mezclas de gramíneas y leguminosas, crucíferas). Se recomienda: Utilizar métodos autorizados para el control químico o mecánico de los cultivos de cobertura.</p> <p>Se recomienda: Además del cultivo de cobertura en las calles, mantener las partes no plantadas del huerto con un cultivo de cobertura para mejorar la biodiversidad.</p>



3.2.4.6. Bibliografía seleccionada.

Grant, J. et al. 2006. Cover crops for walnut orchards. University of California. Publication 21627. Available at: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/21627e.pdf>

Gómez, J.A., et al. 2019. Jornadas sobre uso de cubiertas vegetales y otra vegetación para el control de la erosión y otros servicios ecosistémicos en cultivos leñosos. proyecto INTCOVER In Spanish. Available at: <https://digital.csic.es/handle/10261/184360> (in Spanish)

Sbitri, M.O., et al. 2007. Production techniques in olive growing. Available at: https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/12/Olivicultura_eng.pdf

Worthen, E.L. 1948. Farm Soils. Wiley & Sons.

Sonderrichtlinie ÖPUL 2015. Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft. GZ BMLFUW-LE.1.1.8/0089-II/3/2014. Available at: https://info.bmlrt.gv.at/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-foerderungen/laendl_entwicklung/foerderinfo/sonderrichtlinien_auswahlkriterien/srl_oepul.html (in German)

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.5. Acolchado en cultivos arbóreos.

3.2.5.1. Descripción.

El acolchado bajo los cultivos arbóreos es la práctica de utilizar material inerte para cubrir las calles con el fin de proteger el suelo contra la erosión, mejorar su calidad y controlar el crecimiento de las malas hierbas. Por razones de coste y medioambientales, el acolchado se lleva a cabo utilizando los residuos de la poda de los árboles, aunque en algunas situaciones los residuos de la poda o la paja se traen de otras explotaciones. El acolchado se utiliza a veces para conseguir una protección eficaz del suelo cuando se planta un huerto o un viñedo en un terreno muy escarpado mientras se aplican otras técnicas, por ejemplo, cultivos de cobertura o barreras vegetales. El acolchado también se utiliza como sustituto o complemento de los cultivos de cobertura, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Hay muchos otros materiales de acolchado, véase por ejemplo NRCS (2011), pero sus costes normalmente restringen su uso en los huertos. En suelos con un alto contenido en piedras, éstas pueden utilizarse para cubrir la superficie del suelo del huerto y crear un mantillo de piedras. Aunque no se recomienda y se ha abandonado por razones medioambientales, todavía se pueden encontrar descripciones históricas de acolchado con material plástico en algunos cultivos, por ejemplo, en los campos de piña.

Las principales ventajas del acolchado con residuos de poda o paja se resumen en el cuadro 3.2.5.1. Hay que tener en cuenta que para conseguir una protección eficaz contra la erosión de las hojas y de los surcos, o para reducir el crecimiento de las malas hierbas, se necesita una biomasa suficiente para cubrir la mayor parte del suelo durante la temporada de lluvias. A este respecto, los residuos de material de poda, que tienden a descomponerse más lentamente que los residuos de plantas herbáceas, proporcionan una cobertura más duradera. Para que el material de acolchado sea eficaz, debe aplicarse regularmente para proporcionar una cobertura eficaz durante todo el año. Una cifra de referencia para conseguir un acolchado eficaz es de 3,5-6 Tn/ha de biomasa seca (por ejemplo, paja o residuos de poda picados).

Tabla 3.2.5.1. Principales beneficios del acolchado con materiales orgánicos.

#	BENEFICIO
1	Control de la erosión hídrica (de lámina y de surco) y eólica.
2	Aumento del carbono orgánico y de la estabilidad de los agregados en la capa superior del suelo (0-5 cm de profundidad aproximadamente).
3	Reduce la infestación de malas hierbas.
4	Facilita la transitabilidad.



El acolchado puede tener ocasionalmente efectos secundarios negativos y es importante tomar precauciones para evitarlos (Tabla 3.2.5.2).

Tabla 3.2.5.2. Precauciones al utilizar el acolchado en los cultivos de árboles.

#	AVISO
1	Compruebe siempre que no hay patógenos vegetales o enfermedades que puedan propagarse o fomentarse si se utiliza un mantillo.
2	Intente cortar el material de poda a un tamaño que facilite su distribución uniforme en la finca y evite la propagación de patógenos y enfermedades de las plantas.
3	Compruebe la relación C:N de su material de acolchado para corregir: a) el secuestro temporal del N del suelo si la relación C:N es demasiado alta. b) evitar el uso de materiales de acolchado con un alto contenido de N en zonas conectadas con arroyos.
4	Comprobar que no hay ningún efecto negativo sobre la flora y la fauna protegidas (por ejemplo, reptiles...)
5	Tenga en cuenta que el acolchado interferirá con los esfuerzos para establecer un cultivo de cobertura. Tomar las medidas adecuadas (por ejemplo, esparcir en vías alternativas) para evitar efectos negativos.

3.2.5.2. Imágenes de diferentes ejemplos de acolchado.



Figura 3.2.5.1. Calles de un olivar acolchadas con residuos de poda picados en el sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.5.2. Huerto de olivos acolchado con paja de cereal en el sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.5.3. Mantillo transportado por la corriente de agua en un talud muy largo (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.5.4. Viñedo con hilera de mantillo en Hungría (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.5.4. Acolchado de residuos de poda no picados en un olivar del sur de Italia (Foto J.A. Gómez).

3.2.5.3. Bibliografía de referencia.

NRCS, 2011. National Resource Conservation Services. Iowa Conservation Practice 484. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_006305.pdf

NRCS, 2018. Natural Resources Conservation Service. Conservation Mulching Code 484. https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/Public/IN/484_Mulching.pdf

WOCAT 2013 Mulching (Kenya). Available in https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_1318/ *Note that in WOCAT database there are several examples of mulching*

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.6. La agricultura por curvas de nivel o de contorno.

3.2.5.1. Descripción.

El laboreo en curva de nivel o de contorno puede realizarse en función de la inclinación de la pendiente, la regularidad del terreno y la disposición de la plantación. En los huertos, cuyos árboles forman un seto, la agricultura en contorno sólo es posible cuando los árboles están plantados en curvas de nivel (véase el apartado 3.2.2.). La segunda y principal limitación de la agricultura en contorno es la inclinación de la pendiente: en las pendientes más pronunciadas el uso de maquinaria está restringido por el riesgo de vuelco. En las pendientes pronunciadas, el cultivo en curvas de nivel es también menos eficaz para reducir la erosión del suelo. Para el cultivo en contorno se aplican también muchos de los criterios descritos en el apartado 3.2.2. Plantación en contorno. El cultivo en curvas de nivel es más eficaz en pendientes moderadas en terrenos uniformes, véase el cuadro 3.2.6.1.

Tabla 3.2.6.1. Condiciones óptimas para el uso de la agricultura en contorno.

CARACTERÍSTICAS	RAZÓN
Es más eficaz en pendientes entre el 2 y el 10 %.	Por encima del 10% de pendiente el tránsito es bastante complicado y por debajo del 2% no suele ser necesario.
Los campos cortados por barrancos o con una topografía muy ondulada no son adecuados para esta práctica.	Es complicado labrar siguiendo el contorno y no se controla la erosión de los barrancos.

La eficacia de esta práctica depende del mantenimiento de caballones y surcos que puedan transportar el agua de escorrentía de forma segura sin desbordarse o ser erosionados. Por ello, su eficacia depende de los factores indicados en la tabla 3.2.6.2.

Tabla 3.2.6.2. Factores clave que definen la eficacia de la agricultura de contorno.

FACTOR	COMENTARIO
Altura de la cresta y espaciamiento.	Suficientemente grande para acomodar la escorrentía esperada. Altura de la cresta no inferior a 5 o 2,5 cm según la separación mínima de la cresta, más o menos de 25 cm respectivamente.
Grado mínimo de la hilera.	A menos del 0,2% para evitar el anegamiento.
Grado máximo de la hilera.	2% de la mitad de la pendiente crítica para la erosión de la ladera si ésta es inferior al 2%.
Longitud máxima de la hilera.	Es más eficaz en pendientes de entre 30 y 120 m. Las pendientes más largas tienden a concentrar demasiada escorrentía para que pueda ser entregada con seguridad.
Salidas de las hileras.	Las hileras deben entregar la escorrentía a una zona protegida contra la erosión por el flujo concentrado.

3.2.6.2. Imágenes de ejemplos de agricultura de contorno o por curvas de nivel.



Figura 3.2.6.1. Crestas espaciadas en el contorno en el S. de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.6.2. Labranza reducida en contorno en un olivar tradicional del S. de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.6.3. Franjas de amortiguación de arbustos en contorno en la región de suelo negro del noreste de China (Foto L. Meng).

3.2.6.3. Bibliografía de referencia.

NRCS, 2007. National Resource Conservation Services. Natural Resources Conservation Service. Conservation Practice Standard Contour Farming #330. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_026017.pdf

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.7. Barreras vegetales.

3.2.5.1. Descripción.

Las barreras vegetales son franjas de vegetación situadas perpendicularmente a la dirección del flujo terrestre cuyo objetivo principal es atrapar los sedimentos y los productos agroquímicos transportados por la escorrentía, reduciendo así la entrega de sedimentos y productos agroquímicos desde las zonas de pendiente hacia el sistema fluvial. Sin embargo, dependiendo de su ubicación en el paisaje y de su diseño, su objetivo principal puede variar. La figura 3.2.7.1 resume varios tipos de barreras vegetales y recomendaciones sobre su anchura mínima y máxima. Cuando las barreras vegetales se sitúan en los márgenes de los cursos de agua suelen denominarse franjas de protección. Las barreras que se asignan anualmente en tierras de cultivo y que se siembran con cultivos anuales se incluyen en la sección de cultivos de cobertura.

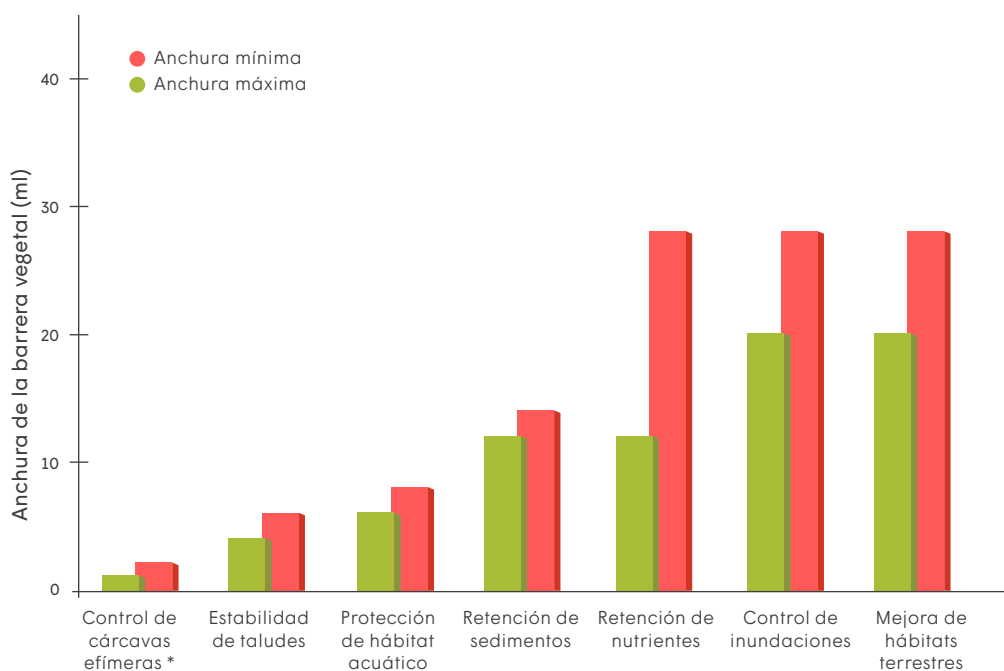


Figura 3.2.7.1. Dimensiones recomendadas para las barreras con vegetación según la función principal (Adaptado de Shultz et al. 2009, y NRCS, 2010). * utilizar al menos dos filas de vegetación.

La eficacia de estas barreras depende en gran medida de la capacidad de proporcionar un obstáculo denso y uniforme al flujo de escorrentía por parte de la vegetación. Por lo tanto, siempre se debe tener en cuenta la recomendación de la densidad mínima de plantas según el tamaño y la ubicación de las mismas en función de la concentración del flujo (véase el cuadro 3.2.7.1). Cuando se utilizan para prevenir la contaminación fuera del sitio, la eficiencia de estas barreras se reduce muy rápidamente si se rompen por las coladas que permiten que el escurrimiento pase por encima de la vegetación. Por estas razones, es necesario un manejo y una preparación cuidadosa del suelo antes de implantar las barreras. Hay que tener en cuenta también que suele haber una deposición de sedimentos en el lado aguas arriba de la barrera. Este debe ser eliminado periódicamente para mantener la eficacia de la barrera. En situaciones en las que se espera una gran deposición de sedimentos se recomienda utilizar especies vegetales más altas.

En la mayoría de los casos, las especies utilizadas en las barreras vegetales son plantas herbáceas anuales o perennes bien adaptadas para prosperar en las condiciones locales y de fácil mantenimiento. En relación con las especies, es muy importante comprobar que las utilizadas no sean plantas invasoras y/o que no puedan crear un problema de infestación grave de malas hierbas en los campos agrícolas adyacentes. Para varios propósitos, por ejemplo, la erosión efímera de las cárcavas o la mejora de los hábitats, también se incluyen arbustos y árboles en las barreras vegetales.

Tabla 3.2.7.1. Densidad de tallos de plantas recomendada para barreras con vegetación (Adaptado de NRCS, 2010).

Diámetro del tallo (cm)	Área de flujo concentrado (tallos/m²)	Otras áreas
0,25	11000	5500
0,38	2200	1100
0,51	666	333
0,64	333	166
1,25	44	22
>2,54	11	11



3.2.6.2. Imágenes de ejemplos de agricultura de contorno o por curvas de nivel.



Figura 3.2.7.1. Barrera vegetal para el control de la erosión en un margen del campo (Foto NRCS).



Figura 3.2.7.2. Medidas de vegetación para el control de cárcavas en la región de suelo negro del noreste de China (FotoL. Meng).



Figura 3.2.7.3. Funcionamiento de las barreras vegetales en la República Checa (Foto J. Krasa).

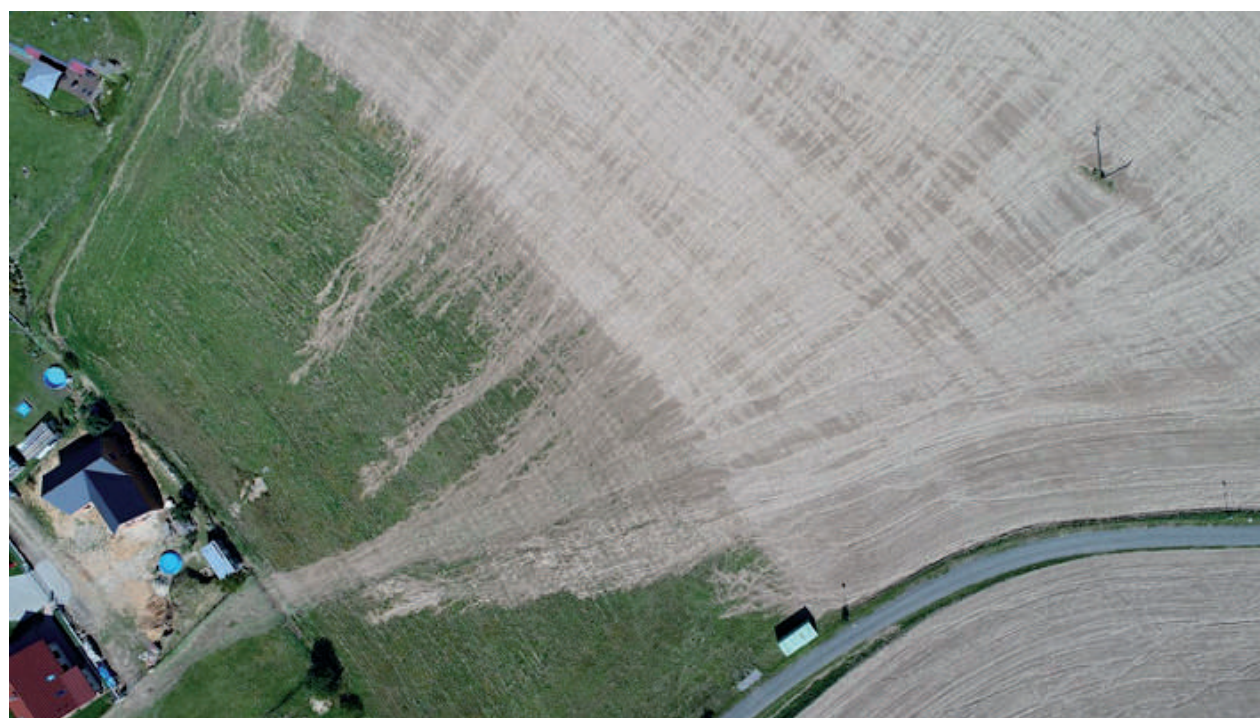


Figura 3.2.7.4. Rotura de barreras de vegetación durante eventos intensos en la República Checa (Foto J. Krasa).



Figura 3.2.7.5. Fallo de la barrera vegetal (trigo) a lo largo de un campo de patatas (Foto T. Dostal) .

3.2.7.3. Bibliografía de referencia.

Shultz, R.C., et al. 2009. Riparian and Upland Buffer Practices. In: H.E. "Gene" Garret (Ed.). North American Agroforestry. An Integrated Science and Practice. 2nd Ed. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin.

NRCS, 2008. National Resource Conservation Services. Natural Resources Conservation Service. Conservation Practice Standard. Filter Strip Code 393. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1241319.pdf

NRCS, 2010. National Resource Conservation Services. Natural Resources Conservation Service. Conservation Practice Standard. Vegetative Barrier code 601. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_026353.pdf

WOCAT 2011. Terrace with Tree Barrier (Tayikistán) Available in https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_1409/ Note that in WOCAT database there are several examples of barriers and strips.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.8. Técnicas de control de la erosión en cárcavas.

3.2.8.1. Descripción.

Las cárcavas son zonas incisas en las que el flujo de escorrentía concentrado ha erosionado el terreno creando una corriente efímera. Además de convertirse en una importante fuente de sedimentos, las cárcavas dividen los campos aumentando los costes de las operaciones agrícolas y creando riesgos para el personal que tiene que cruzarlas o trabajar en sus proximidades. Las cárcavas pueden ser de diferentes tamaños (véase la figura 3.2.8.1), pero suelen clasificarse en efímeras o permanentes. Las cárcavas efímeras son las de pequeño tamaño (por convención, de menos de 0,3 m de profundidad) y pueden cubrirse con los equipos habitualmente presentes en las explotaciones (por ejemplo, el arado), mientras que las cárcavas permanentes son de mayor tamaño y su control requiere equipos más pesados y técnicas específicas.



Figura 3.2.8.1. Comparación entre cárcavas y/o barrancos efímeros y permanentes (Foto J.A. Gómez).

3.2.8.2. Principios básicos de diseño.

En el contexto de las zonas agrícolas, donde la capacidad de inversión es limitada, los principios básicos de la restauración de cárcavas se orientan hacia las obras pequeñas, realizadas principalmente con el personal y el equipo disponibles en la explotación. Estos principios se resumen en la Tabla 3.2.8.1., y las directrices básicas para la construcción de estructuras de control de cárcavas (principalmente barreras vegetales en las cárcavas pequeñas y diques de contención en las grandes) aparecen en la Tabla 3.2.8.2. Deben adaptarse a las condiciones específicas de clima, suelo y cultivo (véanse las referencias al final).

Tabla 3.2.8.1. Principios básicos para el control de la erosión en cárcavas.

#	Principio
1	Mejorar la infiltración en la cuenca de aportación para reducir el caudal de escorrentía.
2	Desviar, si es necesario y siempre en una zona protegida contra el flujo concentrado, la totalidad o parte de la escorrentía que fluye hacia la cabecera del barranco.
3	Estabilizar la sección del barranco contra la incisión y el ensanchamiento utilizando métodos estructurales y vegetación.

Tabla 3.2.8.1. Principios básicos para el control de la erosión en cárcavas.

#	Directriz	Razón
1	Presas de control no demasiado altas, <1,5 si es posible.	Son más seguras de construir y más estables. El sistema es más resistente si falla una sola presa de control.
2	Las presas de control tienen un espacio adecuado, véase la figura 3.3.8.2	Evitan el socavamiento entre presas consecutivas, y disipan la energía de la corriente.
3	Buen diseño estructural.	Además de ser estructuralmente estables, deberían incluirse un aliviadero y una protección de la zona de caída de agua para evitar la socavación de la base de la presa de contención.
4	Complementar con la revegetación.	Revegetar con arbustos y plantas herbáceas los límites de la cárcava para estabilizarla contra la erosión y los movimientos de masa.

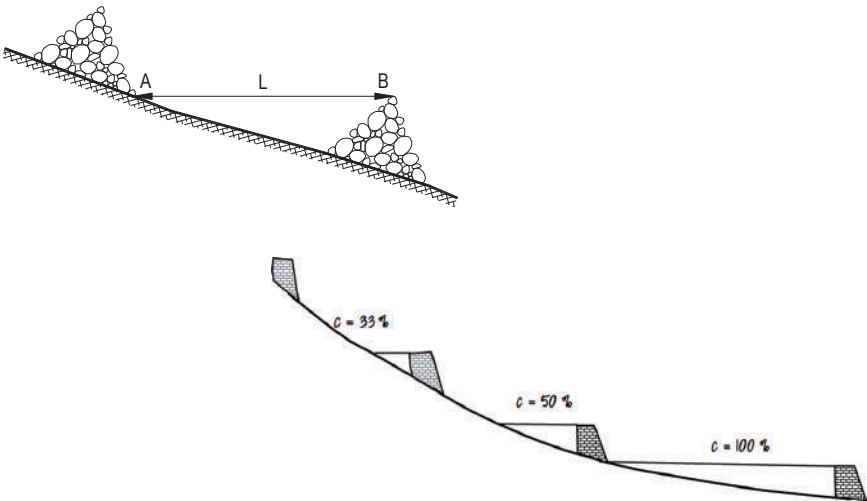


Figura 3.2.8.2. Diferentes estrategias de espaciamiento óptimo de diques de contención, siendo c=100% la más segura y eficiente (de Gómez et al. 2019)



Las acciones para el control de la erosión en cárcavas pueden adaptarse en función del tamaño de la cárcava (véase el cuadro 3.3.8.2).

Tabla 3.2.8.3. Clasificación conceptual de las cárcavas según su tamaño para la aplicación de técnicas de restauración.

PEQUEÑAS DIMENSIONES DE LA CÁRCAVA Y PEQUEÑA ÁREA DE CONTRIBUCIÓN	
Principales características	Tratamiento sugerido
Área de captación < 3ha	Cubrir y perfilar el suelo para formar un canal ancho.
Profundidad <1 m	Siembra de una cubierta herbácea densa, ver sección 3.2.7
Velocidad del flujo terrestre <1.5m seg ⁻¹	Si es necesario, incluya barreras de vegetación.
CÁRCAVAS DE DIMENSIONES MEDIAS	
Principales características	Tratamiento sugerido
Área de captación < 3ha	Presas de contención.
Profundidad 1-2 m	Barreras vegetales en el límite del barranco.
BARRANCOS GRANDES O MUY GRANDES	
Principales características	Tratamiento sugerido
Área de captación < 3ha	Presas de contención.
Profundidad > 2 m	<p>Barreras vegetales en el límite del barranco y en las paredes del barranco si las paredes del barranco presentan inestabilidad geotécnica.</p> <p>Si las paredes de los barrancos son demasiado empinadas o inestables, considerar la creación de terrazas para proporcionar estabilidad geotécnica.</p>

3.2.8.3. Ejemplos de estructuras de control de la erosión de cárcavas y barrancos.



Figura 3.2.8.3. Canal vegetado en Baja Austria (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.8.4. Conjunto de varios diques de contención con diferentes diseños en un olivar del sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.8.5. Cárcava efímera estabilizado en el sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.8.6. Vista del aliviadero y de la protección de los pies en una pequeña presa de contención (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.8.7. Presas de contención de ladrillo para el control de cárcavas en China (Foto L.Meng).



Figura 3.2.8.8. Medidas combinadas de conservación del suelo para el control de la erosión por cárcavas en una cuenca de las regiones montañosas del noreste de China (Foto L.Meng).



Figura 3.2.8.9. Canal vegetado protegido con barreras vegetales en la región de suelos negros del Noreste de China (Foto L.Meng).

3.2.8.4. Referencias seleccionadas.

Gómez et al. 2019. Criterios técnicos para el diseño y evaluación de cárcavas. Available in <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/79281.html> In Spanish.

NRCS, 2010. National Resource Conservation Services. Natural Resources Conservation Service. Technical Gullies and Their Control. Supplement 14P. Available at <https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17826.wba>

WOCAT 2011. Gully rehabilitation (Ethiopia) Available in https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_1469/ Note that in WOCAT database there are several examples of gully erosion control and rehabilitation.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.9. Agricultura de conservación.

3.2.9.1. Descripción.

La reducción de la alteración del suelo durante la gestión agrícola es un concepto central en la agricultura de conservación (AC), que se basa en tres principios principales, véase la tabla 3.2.9.1., y se denomina laboreo de conservación. El laboreo o labranza de conservación forma parte de prácticamente todos los regímenes agroambientales nacionales en todo el mundo, como por ejemplo en la normativa de la Política Agrícola Común de la Unión Europea. Esto se debe principalmente a su eficacia potencial en la reducción de la erosión del suelo, y parcialmente también de la escorrentía, para las tierras de cultivo (Hösl et al., 2016; Strauss et al., 2003). Esta sección trata de las diferentes estrategias de labranza de conservación aplicadas a los cultivos anuales, ya que es otra parte importante de las técnicas de AC (por ejemplo, los cultivos de cobertura se tratan para los cultivos arbóreos [en la sección 3.2.4.](#) y los cultivos anuales [en la sección 3.2.10\).](#)

Tabla 3.2.9.1. Principios básicos de la agricultura de conservación.

#	PRINCIPIO
1	Reducir al mínimo la alteración mecánica del suelo en función del tipo de suelo.
2	Maximizar la cobertura orgánica permanente del suelo.
3	Incluir rotaciones de cultivos diversificadas para minimizar la necesidad de insumos externos.

Al abordar el uso del laboreo de conservación como MPM en cultivos anuales debemos ser conscientes de cuatro conceptos principales, Tabla 3.2.9.2.

Tabla 3.2.9.2. Principales conceptos para entender el impacto de la agricultura de conservación.

#	CONCEPTO
1	Existen varias estrategias principales que se resumen en la Tabla 3.3.9.3. Obsérvese que la misma técnica puede denominarse de forma diferente en distintos países, lo que puede crear confusión.
2	Las principales estrategias tienen una eficacia diferente en cuanto a la protección del suelo y la reducción de la escorrentía superficial.
3	Su eficacia depende de la capacidad de los agricultores para mantener una cobertura del suelo suficiente después de la siembra.
4	Además de las principales estrategias de laboreo mínimo, existen una serie de especificaciones específicas de cada país que se establecen dentro de los planes agroambientales particulares. Estos diferentes enfoques también se resumen a continuación.



Tabla 3.2.9.3. Principales estrategias de la agricultura de conservación.

#	Estrategia	Definición
1	Siembra directa.	Sembrar en una superficie no alterada y totalmente cubierta por residuos de cultivos anteriores.
2	Laboreo reducido.	Minimizar las operaciones de laboreo primario y secundario, reducir la profundidad de las operaciones de laboreo y/o concentrar el laboreo en una parte del campo.
3	Cultivo con acolchado (mulch).	Minimizar las operaciones de laboreo primario y secundario, no voltear el suelo y concentrar las operaciones sólo en la hilera de siembra.
4	Labor en franjas.	Variante de la siembra directa en la que el laboreo del suelo sin inversión se realiza en la mínima superficie posible en la línea de siembra - puede entenderse como el punto medio entre la siembra directa y la siembra directa.
5	Laboreo en caballones.	Un sistema en el que se realizan y mantienen anualmente caballones con siembra en la parte superior de los caballones y los residuos cubriendo permanentemente el suelo en los surcos.

3.2.9.2. Tipos de aplicación de las prácticas de laboreo de conservación.

SIEMBRA DIRECTA.

La característica principal de la siembra directa es establecer una cobertura del suelo antes de plantar el cultivo comercial principal. La siembra del cultivo comercial principal se realizará entonces sin ningún otro tipo de gestión primaria o secundaria del suelo. Estas técnicas implican el control de la cubierta vegetal del suelo mediante la aplicación de plaguicidas (este es el enfoque normal en la agricultura convencional) o alguna otra forma de destrucción de la biomasa, por ejemplo, la aplicación de una trituradora de rodillos en los sistemas de agricultura ecológica. En la siguiente temporada, el cultivo se siembra en los residuos del cultivo anterior, utilizando una sembradora que corta los residuos, pero sin ningún otro tipo de gestión del suelo.

LABOREO REDUCIDO.

Esto puede implicar un amplio conjunto de operaciones alternativas de labranza primaria y secundaria, pero con el objetivo de utilizar una intensidad de labranza reducida. Un enfoque típico del laboreo reducido es utilizar un arado de cincel en lugar de uno de vertedera.

CULTIVO DE MANTILLO (MULCH, ACOLCHADO)

Similar a las técnicas de laboreo directo, también implica el establecimiento de una cubierta del suelo antes de la siembra del cultivo comercial principal. Sin embargo, antes de la siembra se utiliza algún tipo de laboreo del suelo para preparar el lecho de siembra, pero sin voltear el suelo. Tras la preparación del suelo, se consigue al menos un 30% de cobertura del suelo mediante biomasa verde o muerta. Para preparar la superficie del suelo para la siembra se dispone de una gran variedad de herramientas de manejo, como el arado de cincel, la azada rotatoria o el disco rotatorio. La eficacia del acolchado contra la erosión del suelo y la prevención de la escorrentía superficial depende en gran medida del número de pasadas con el apero de labranza, la

profundidad de gestión por pasada y la herramienta de gestión que se utilice. Esto se debe a que estos son los factores que determinan la cantidad de cobertura del suelo tras estas operaciones, así como el grado de alteración de la estructura del suelo.

LABOREO EN FRANJAS

Puede considerarse como una mezcla de gestión de la siembra directa y de la siembra directa en la que las operaciones de laboreo sin inversión se limitan a una franja lo más estrecha posible en la línea de siembra y el resto del campo permanece en condiciones de no laboreo.

LABOREO EN CABALLONES

En este sistema se realizan y mantienen anualmente caballones permanentes de 15 a 20 cm de altura. En estos caballones se siembran los cultivos. La cubierta de residuos se mantiene permanentemente en los surcos, y los residuos se depositan regularmente en la parte superior de los caballones durante la formación de los mismos y la cosecha.

3.2.9.3. Evaluación del impacto principal de diferentes prácticas de labranza de conservación en la provisión de algunos servicios ecosistémicos.

La Tabla 3.2.9.4. y la Tabla 3.2.9.5. resumen el impacto positivo y negativo de los diferentes tipos del laboreo de conservación en la provisión de diferentes servicios ecosistémicos en comparación con el laboreo convencional.

Tabla 3.2.9.4. Impacto en la prestación de servicios ecosistémicos del suelo de diferentes estrategias de labranza de conservación. ++ impacto alto, + impacto moderado, ● insignificante.

BENEFICIO POTENCIAL	SIEMBRA DIRECTA	LABOREO REDUCIDO	ACOLCHADO	LABOREO EN FRANJAS	LABOREO EN CABALLONES
Aumento del carbono orgánico del suelo	++	+	++	++	+
Reducción de la erosión del suelo	++	+	++	++	++
Reducción de la escorrentía	+	●	+	+	+
Mejora de la calidad del suelo	+	●	+	+	+
Mejora de la biodiversidad	++	●	+	+	+
Reducción de la contaminación externa	++	+	++	++	++
Reducción de la evaporación del suelo	++	+	++	++	+

Tabla 3.2.9.5. Posibles impactos negativos de las estrategias de laboreo de conservación. ++ alta probabilidad, + probabilidad moderada, • insignificante. Obsérvese que se trata de una aproximación a la probabilidad de aparición de estos impactos negativos, y que sólo pueden abordarse con estudios en condiciones específicas de clima, suelo, cultivo y gestión.

IMPACTO	SIEMBRA DIRECTA	LABOREO REDUCIDO	ACOLCHADO	LABOREO EN FRANJAS	LABOREO EN CABALLONES
Compactación del suelo	++	•	+	++	+
Malas hierbas resistentes a los herbicidas	++	+	+	+	+
Reducción de la germinación de las plántulas debido al lento calentamiento del suelo	++	•	+	+	+
Reducción del rendimiento de los cultivos	+	•	+	+	+
Aumento de la lixiviación de productos químicos	+	•	•	+	•



3.2.9.4. Definiciones de la agricultura de conservación en diferentes países.

Una fuente de confusión es que, a pesar de que la AC forma parte de casi todos los planes de medidas agroambientales de los países, la definición local de las operaciones de agricultura de conservación puede diferir de un país a otro. Esta lista ofrece una visión general de los requisitos para recibir subvenciones para el laboreo de conservación en tres países europeos diferentes.

País	Definiciones	Nivel de estudio
Austria	<ul style="list-style-type: none">• No se distingue entre siembra directa, siembra con mantillo y labranza en franjas.• El agricultor tiene derecho a la subvención cuando la cubierta vegetal se ha establecido el año anterior antes del 15 de octubre.• Gestión del suelo de la cubierta vegetal no antes del 15 de febrero.• Mínimo de dos variedades diferentes para la cubierta vegetal.• El tiempo máximo entre la gestión del suelo y la siembra es de 4 semanas.• No se puede arar.	<p>60 €/ha for minimum tillage</p> <p>120 – 170 € for establishment of green cover</p>
República Checa	<p>Los pagos directos representan la mayor parte de los pagos determinados para las subvenciones en el sector agrícola. Se conceden de acuerdo con las normas de la Política Agrícola Común de la UE (BCAM). La agricultura de conservación está definida por un sistema muy complejo de normas variables dentro de las BCAM, en el que se recomiendan diferentes técnicas de conservación del suelo para diferentes campos (en función de la pendiente y la evaluación del riesgo del suelo) y para diferentes grupos de cultivos. Los cultivos se agrupan en: conservadores, normales y de riesgo (en cuanto a la resistencia a la erosión del suelo). El régimen de pago único por superficie (SAPS) es el que más contribuye (138 euros/ha en 2020), y en muchos campos no es necesario un enfoque conservador para alcanzar el SAPS.</p> <p>OBLIGATORIO: BCAM 4 - más de 4° de pendiente media del campo: el rastrojo debe dejarse en el campo hasta la siembra de primavera, o la labranza en franjas, o el cultivo de cobertura debe sembrarse antes del 20 de septiembre y mantener el cultivo de cobertura hasta el 31 de octubre. La excepción es la aplicación de estiércol y el laboreo.</p>	

País	Definiciones	Nivel de estudio
República Checa	<p>OBLIGATORIO: BCAM 5 - suelos con riesgo de erosión (SEO) con una superficie de más de 2 ha deben aplicar la agricultura de conservación a través de una lista extremadamente complicada de medidas para cultivos variables. Estas son las principales técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se prohíben el maíz, las patatas, la remolacha, las habas, la soja, el girasol y el sorgo. • Los cultivos en hilera están permitidos cuando: se realiza una siembra directa, se realiza una siembra en contorno (hasta 35 ha), se realiza una labranza en franjas, se utilizan cultivos de cobertura permanentes, se utilizan cinturones de protección de cereales de invierno (por encima de 6 ha de superficie). Se instalan hileras de piedras durante la siembra de patatas (eliminación de piedras). • Se ara por debajo (provocando la alteración de la bandeja de arado) cuando se siembra la remolacha azucarera. • Siembra de cereales de invierno con una cobertura de mantillo del 30%. • Introducir estiércol sólido en el campo durante el proceso de gestión de cualquier cultivo. • Los cereales de invierno sin técnica adicional tienen que ser divididos por bandas de protección (22 m de anchura) después de 220 m de longitud de pendiente. <p>Cada una de las medidas enumeradas anteriormente se describe mediante parámetros de control que debe comprobar el proveedor de la subvención (fecha de gestión, condiciones previas, tamaño mínimo y máximo del campo, cultivos circundantes, parámetros y densidad de los cinturones de protección, porcentaje de la superficie del cultivo de cobertura, etc.). El sistema es complicado y se rediseña regularmente de año en año.</p>	
España. Cereales de invierno.	<p>Se recomienda: Introducir cuando sea posible, y en particular en las zonas de especial riesgo de erosión (ZERE), técnicas de laboreo de conservación.</p> <p>Se recomienda: Minimizar el laboreo reduciendo el número de pases de laboreo, su profundidad, y adaptando el laboreo para mantener el contenido de MO del suelo y su estructura, adaptada a la textura del suelo.</p> <p>OBLIGATORIO: Si se utiliza el laboreo convencional</p> <ul style="list-style-type: none"> • No realizar el laboreo primario en campos encharcados o cubiertos de nieve. En zonas ZERE (zonas de especial regulación) respetar las restricciones adicionales que pueda imponer la administración. • En cultivos de secano no realizar el laboreo entre la cosecha y la fecha de laboreo primario determinada por la consejería de agricultura, excepto cuando se realicen cultivos secundarios, por ejemplo el girasol. • En campos con pendiente media superior al 10% no realizar laboreo de inversión del suelo en el sentido de la máxima pendiente salvo que sea autorizado por la administración. 	

3.2.9.5. Ejemplos de alternativas de laboreo de conservación.



Figura 3.2.9.1. Perforación directa en una rotación de cereales en Baja Austria (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.9.2. Maíz en siembra directa en Austria (Foto Josef Rosner).



Figura 3.2.9.3. Labranza en franjas en Austria (Foto NÖ LK/Josef Wasner).



Figura 3.2.9.4. Algodón en labranza en caballón (Foto J.A. Gómez).

3.2.9.6. Referencias seleccionadas.

Jones, C. et al. 2006. Conservation Agriculture in Europe. An approach to sustainable crop production by protecting soil and water?. SOWAP. Available at https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/68481/4243_conservationagriculture.pdf?sequence=1

NRCS, 2017. National Resource Conservation Services. Conservation Practice Standard Residue and Tillage Management, No-till. Code 329. Available at <https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/NY/nyps329.pdf>

WOCAT 2017. No tillage (Estonia) Available in https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_3089/ Note that in WOCAT database there are several examples of no and minimum tillage.

Hösl, R. and Strauss, P. 2016: Conservation tillage practices in the alpine forelands of Austria – Are they effective? Catena 137, 44-51. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816215300916?via%3Dihub>.

Strauss P., D. et al. 2003. How effective is mulching and minimum tillage to control runoff and soil loss. Proceedings of 5 Years of Assessment of Erosion, Ghent, 22-26 September 2003, 545-550. <https://www.baw.at/service/publikationen.html?q=swoboda&author=&category=%2Fservice%2Fpublikationen.html&releaseYear=&language=>

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.10. Cultivos de cobertura para cultivos anuales.

3.2.5.1. Descripción.

En el contexto de los cultivos anuales, los cultivos de cobertura son cultivos cercanos que proporcionan protección del suelo, protección de la siembra y mejora del suelo entre los períodos de producción de cultivos normales (Blanco y Lal, 2008). Los cultivos de cobertura son una práctica antigua (Worthen, 1948) cuya finalidad ha cambiado con el tiempo, desde el forraje para animales y el abono verde hasta su uso actual. Hoy en día, es sobre todo una práctica que acompaña a la agricultura de conservación y a la agrosilvicultura para proteger la erosión del suelo y mejorar la calidad del suelo y del agua.

A la hora de abordar el uso de los cultivos de cobertura como MPM en cultivos anuales debemos tener en cuenta tres conceptos principales.

1. Existen varias estrategias para implementar esta técnica que se resumen en el apartado 3.2.10.1.
2. Su efectividad depende de la capacidad de los agricultores para implementar un cultivo de cobertura bien establecido y de la estrategia adoptada, ver también la Tabla 3.2.10.1.
3. Las técnicas específicas y las especies a utilizar deben adaptarse a los objetivos y a las condiciones específicas del cultivo, del clima y del suelo.

3.2.10.2. Tipos de cultivos de cobertura según su extensión y ubicación dentro de la rotación de cultivos.

Cultivos de cobertura integrados como parte de la rotación. Se trata de cultivos que se realizan en todo el campo como parte de la rotación entre los cultivos comerciales para mejorar la calidad del suelo y protegerlo de la erosión. Suelen ser leguminosas, una mezcla de leguminosas y gramíneas, especies con un sistema de enraizamiento profundo para aliviar la compactación del suelo, u otras con propiedades de biofumigación como el sinapis. Ejemplos de estos cultivos de cobertura son el centeno, el trébol o la veza.

Cultivo en franjas (Strip cropping). Es la práctica de cultivar en franjas alternas de cultivos en hilera o forraje/césped. El cultivo en franjas suele integrarse en rotaciones en las que las franjas se plantan con un cultivo diferente cada año. Si se gestionan adecuadamente pueden ser una forma muy eficaz de reducir la erosión en la aplicación perpendicular a la pendiente.

Existen otras alternativas de cultivos intercalados que están más relacionadas con los principios agroforestales de diversificación de la producción de cultivos y las sinergias entre los mismos más que con las MPM de conservación de suelo y agua, como los cultivos intercalados, o los cultivos en relevo y no van a ser tratados en este análisis.

La Tabla 3.2.10.1 resume los principales impactos positivos de los cultivos de cobertura en los cultivos de campo según el tipo de cultivo de cobertura.

Tabla 3.2.10.1. Valoración del impacto de los cultivos de cobertura según el tipo de cultivo de cobertura. ++ impacto alto, + impacto moderado. Adaptado de Blanco y Lal (2008).

BENEFICIO POTENCIAL	CULTIVO DE COBERTURA EN LA ROTACIÓN	CULTIVO EN FRANJAS
Control de la erosión	+	++
Mejora de las propiedades del suelo	++	+
Mejora de la fertilidad del suelo	+(leg)	+(leg)
Eliminación de las malas hierbas	++	++
Aumento de la materia orgánica del suelo	++	+
Reciclaje de nutrientes	++	++
Prevención de la lixiviación de nutrientes	++	++
Mejorar la calidad del agua	+	++

3.2.10.3. Imágenes de diferentes tipos de cultivos de cobertura en cultivos de campo.



Figura 3.2.10.1. Maíz intercalado con trigo en Eslovenia (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.4.5. Mezclas de cultivos de cobertura para la biodiversidad en un huerto de olivos (Foto J.A. Gómez).



3.2.10.3. Cultivo en franjas en Austria (Foto P. Strauss).

3.2.10.4. Referencias seleccionadas.

Blanco, J., Lal, R. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer.

NRCS, 2014 National Resource Conservation Services Standards Cover Crop. Code 340. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1263176.pdf

WOCAT 2017. Root-oriented cover crops (Italia) Available at: https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_1291/ Note that in WOCAT database there are several examples of cover crops.

Worthen, E.L. 1948. Farm Soils. Wiley & Sons.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.11. Sistemas agroforestales. Agroforestería.

3.2.11.1. Descripción.

La agroforestería es un sistema de gestión de la tierra que combina árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas y producción ganadera en el mismo terreno. En un sentido amplio, la agroforestería incorpora muchas de las prácticas individuales ya discutidas por separado en este documento (por ejemplo, las barreras vegetales), aunque el objetivo principal de la agroforestería es desarrollar sistemas agrícolas más resistentes y sostenibles diversificando los usos y productos producidos en la misma tierra. En el contexto de las MPM para optimizar el uso del suelo y del agua en el área agrícola, esta sección pretende ofrecer una visión general de la agroforestería y esbozar los principales aspectos de algunas prácticas no discutidas en otras secciones.

Tabla 3.2.11.1 resumen de los principales efectos beneficiosos de la agroforestería cuando se aplica correctamente. Adaptado de Blanco y Lal (2008).

#	EFEECTO
1	Reducción de la escorrentía y la erosión del suelo.
2	Mejora de la biodiversidad.
3	Mejora de la calidad del suelo.
4	Captura de carbono.
5	Mejora de la seguridad alimentaria

3.2.11.2. Prácticas de agroforestería (Prácticas agroforestales).

Las prácticas agroforestales pueden clasificarse en cinco grandes clases, Tabla 3.2.11.2.

Tabla 3.2.11.2 Clases principales. Adaptado de Young (1997).

#	PRÁCTICA
1	Cultivo en calles.
2	Agricultura forestal.
3	Silvopascicultura.
4	Amortiguación de bosques de ribera.
5	Cortavientos.

CULTIVO EN CALLES

Consiste en plantar cultivos agrícolas u hortícolas en callejones muy espaciados, de entre 10 y 25 m de ancho, entre setos de árboles y de arbustos, generalmente de 1 a 5 m de ancho. Cuando se realiza siguiendo el contorno, esta práctica se conoce como "setos de contorno". Es una de las prácticas agroforestales más estudiadas en las regiones tropicales y subtropicales. Conceptualmente, integra aspectos de las MPMs ya tratadas en este documento, como las barreras vegetales (sección 3.3.7.) o los cultivos de cobertura (3.3.4.), pero haciendo hincapié en que tanto el cultivo en callejón como los setos se dedican a la producción agrícola y benefician a la diversificación de la producción de la explotación.

AGRICULTURA FORESTAL

Se trata de un sistema intensivo en el que se cultivan árboles y otras especies vegetales con distintos fines (madera, árboles frutales, medicina, etc.) y la producción se estructura en distintos estratos dentro del bosque. Un ejemplo podría ser los árboles madereros en los niveles superiores y los cultivos tolerantes a la sombra en los niveles inferiores, como el plátano.

SILVOPASCICULTURA

Sistema que integra árboles y arbustos con forraje (pastos o heno) y operaciones ganaderas. Se diferencia de la silvicultura tradicional porque todo el sistema: el tipo y el número de árboles, la siembra y la gestión de los pastos y la densidad de pastoreo se diseñan y gestionan como una unidad integral. Un ejemplo es la Dehesa en el sur de la Península Ibérica, donde los alcornoques se manejan por su corcho y sus bellotas, además de proporcionar sombra al ganado de pastoreo (ovejas, vacas, cerdos), véase la figura 3.3.11.3.

BOSQUE DE RIBERA (ENSANCHE DE VEGETACIÓN O BUFFER)

Área adyacente a un arroyo, lago o humedal que contiene árboles, arbustos y/u otras plantas perennes que se diferencia del paisaje circundante, principalmente para proporcionar beneficios de conservación como barreras de vegetación. A este respecto, se ha tratado en el sección 3.2.7. En el contexto de la agrosilvicultura, este propósito de protección se combina con la inclusión de árboles y arbustos que producen un cultivo cosechable.

CORTAVIENTOS

Al igual que la barrera forestal ribereña, se trata de una barrera vegetal con la finalidad de proteger el cultivo (contra los daños del viento) combinada con otra cosecha de madera, fibra o alimentos.

3.2.11.3. Imágenes de diferentes prácticas agroforestales.



Figura 3.2.11.1. Ejemplo de sistema de cultivo en calles compuesto por pinos y algodón (Foto S. Jose).



Figura 3.2.11.2. Ejemplo de agricultura forestal, cultivo de sello dorado bajo la copa de un árbol. (Foto K Trozzo).



Figura 3.2.11.3. Ejemplo de sistema silvopastoral de dehesa en el sur de España (Foto J.A. Gómez).



Figura 3.2.11.4. Ejemplo de cortavientos complementado con cornejo de tallo rojo para proporcionar una fuente adicional de ingresos a los propietarios. (Foto USDA National Agroforestry Center).

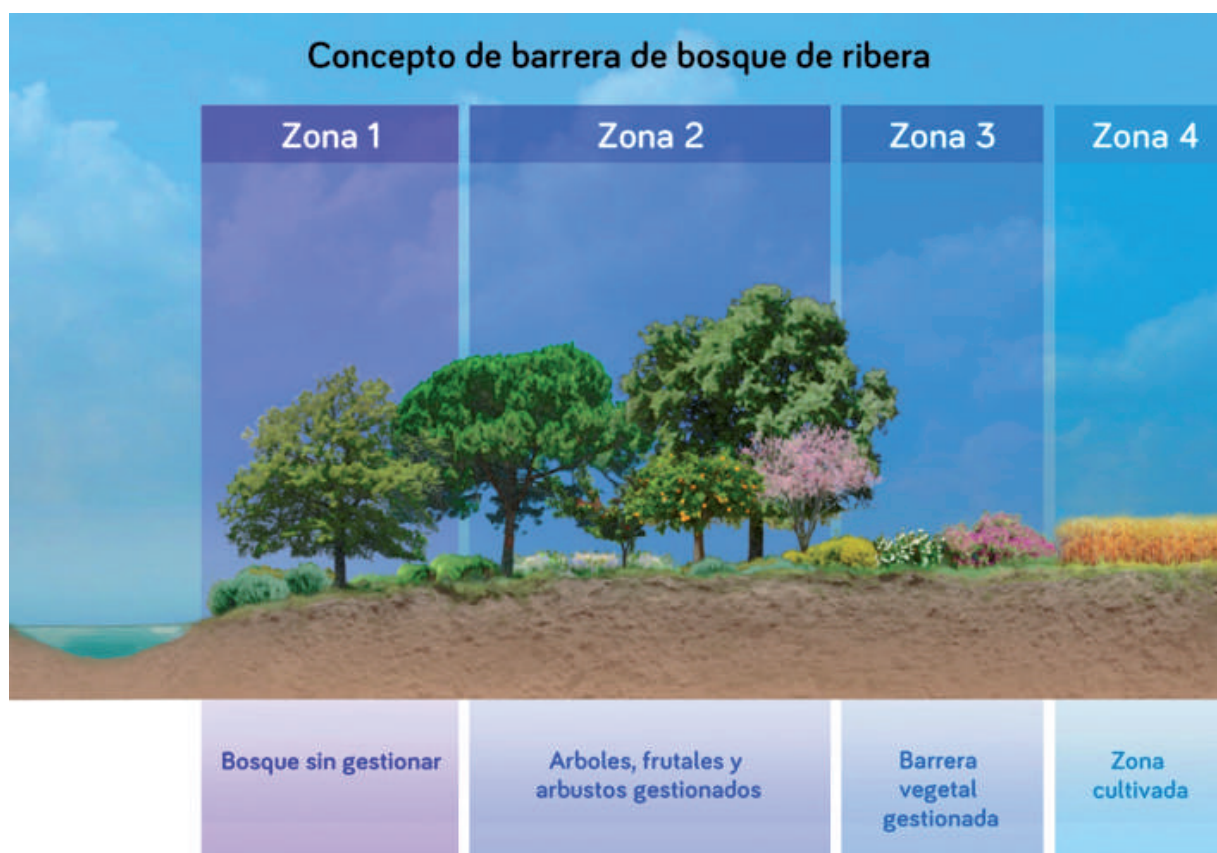


Figura 3.2.11.5. Concepto de barrera de vegetación de ribera

3.2.11.4. Selección de referencias

Blanco, J., Lal, R. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer.

USDA, 2020. National Agroforestry Center. Available at:
<https://www.fs.usda.gov/nac/practices/index.shtml>

WOCAT 2011. Orchard based agroforestry (Tayikistan) Available at:
https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_1017/ Note that in WOCAT database there are several examples of agroforestry.

Young, A. 1997. Agroforestry for Soil Management. 2nd Ed. CAB International. Wallingford UK.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.12. Recolección de agua.

3.2.12.1 Descripción.

El objetivo de la captación de agua es recoger la escorrentía o las aguas subterráneas de las zonas excedentarias o donde no se utilizan, almacenarlas y ponerlas a disposición cuando y donde haya escasez de agua. El resultado es un aumento de la disponibilidad de agua según: (a) impidiendo y atrapando la escorrentía superficial, y (b) maximizando el almacenamiento de la escorrentía o (c) atrapando y cosechando el agua subsuperficial (cosecha de agua subterránea (Studer y Liniger, 2013). Es una técnica que se ha aplicado históricamente sobre todo en zonas áridas y semiáridas. La tabla 3.2.12.6 clasifica los principales componentes de un sistema de captación de agua.

Tabla 3.2.12.1. Principales componentes de un sistema de captación de agua. Adaptado de Studer y Liniger (2013).

ELEMENTO	DEFINICIÓN
Zona de captación o recogida	El área donde se recoge la lluvia en forma de escorrentía superficial o subsuperficial.
Sistema de transporte	La zona y/o el sistema a través del cual se transporta la escorrentía a los campos cultivados o a la zona de almacenamiento, por ejemplo, a través de canales de agua de hierba.
Sistemas de almacenamiento	El área donde se almacena el agua hasta su utilización, por ejemplo, estanque de retención, suelo subterráneo, cisternas.

Los sistemas de captación de agua pueden clasificarse en cuatro grandes grupos según el diseño de estos tres elementos básicos. Un grupo son los que se basan en la recogida de agua de crecida, en los campos o en el lecho del río, véase la figura 3.2.12.1. Una segunda estrategia se basa en almacenar el agua de escorrentía de la cuenca en el suelo o en instalaciones de almacenamiento de agua, véase la figura 3.2.12.2. Una tercera estrategia, que puede aplicarse a escala de la explotación, es la recogida del agua de escorrentía en microcuencas dentro de la parcela, véanse las figuras 3.2.12.3 y 3.2.12.4. Las estrategias de recogida de agua también pueden aplicarse a escala doméstica para la recogida en tejados o patios, figura 3.2.12.5.

Estas técnicas pueden desempeñar un papel importante para optimizar el uso del agua en zonas secas subhúmedas, semiáridas y áridas, almacenando el exceso de pérdidas de escorrentía de los arroyos efímeros y de los grandes eventos de lluvia esporádicos, y/o concentrando la escorrentía en zonas específicas del campo, de modo que se asegure el suministro adecuado de agua para los cultivos en una fracción de la zona potencialmente cultivada, utilizando el resto como zona de recogida. Muchas de ellas pueden tener un impacto positivo en la reducción de la erosión del suelo y en la mejora de la calidad del agua, especialmente las aplicadas a escala de microcuenca.

En otros climas no áridos o semiáridos, el control local de las inundaciones y las medidas técnicas contra la erosión del suelo en las tierras de cultivo deberían considerar el uso de técnicas de recogida de agua. En la actualidad, esto no siempre es así, ya que muchas técnicas desvían la escorrentía superficial y la vierten en arroyos permanentes. Con el cambio de clima, las zanjas, los surcos, las trampas de sedimentos y los estanques de retención deberían utilizarse como fuentes adicionales de agua para la agricultura, de acuerdo con los principios de recogida de agua.

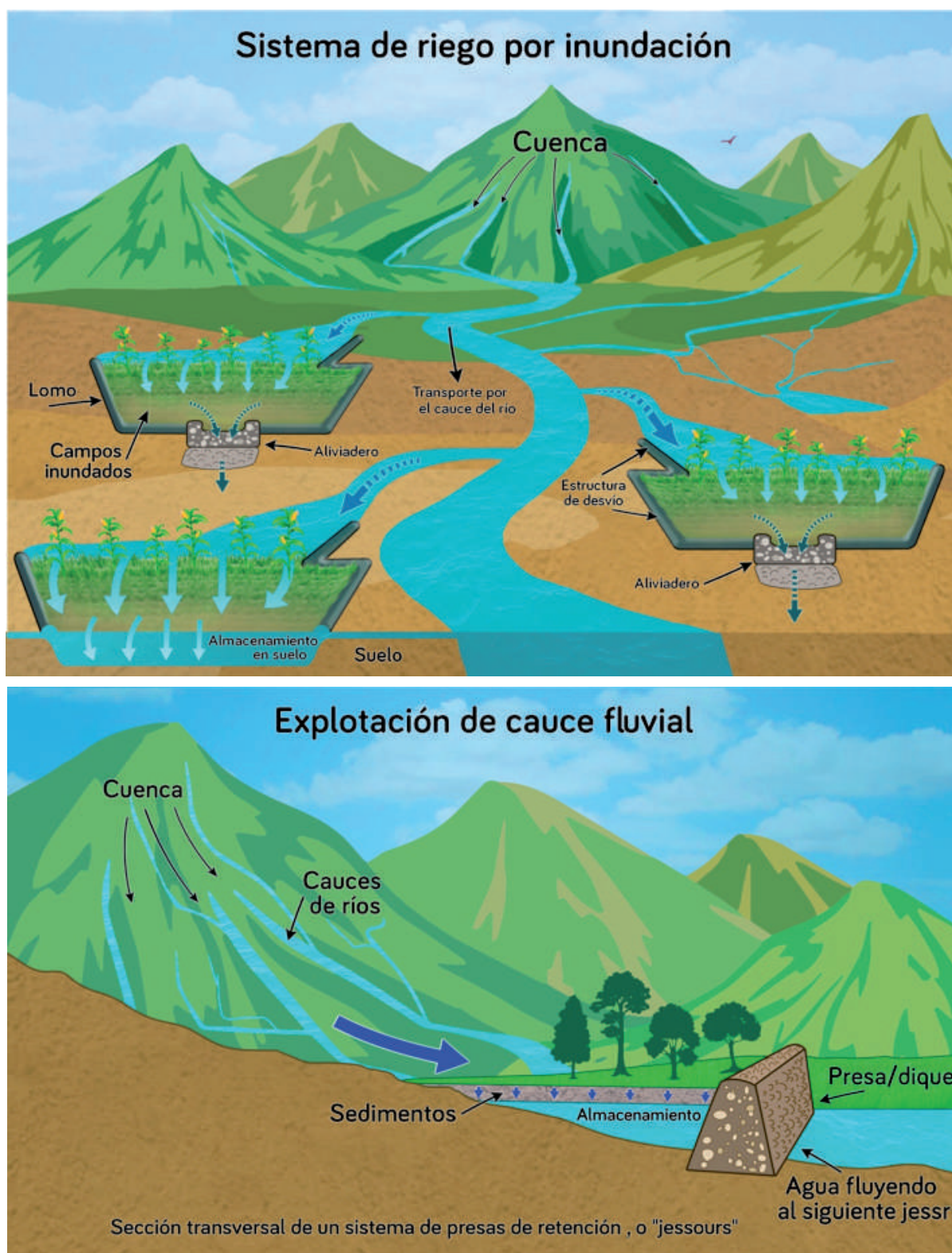


Figura 3.2.12.1. Estrategias para la recogida de agua de las crecidas. Desviación del agua de las crecidas y riego por inundación, arriba. Adaptación del lecho del río para almacenar agua en su cauce, abajo. Adaptado de Studer y Liniger (2013).

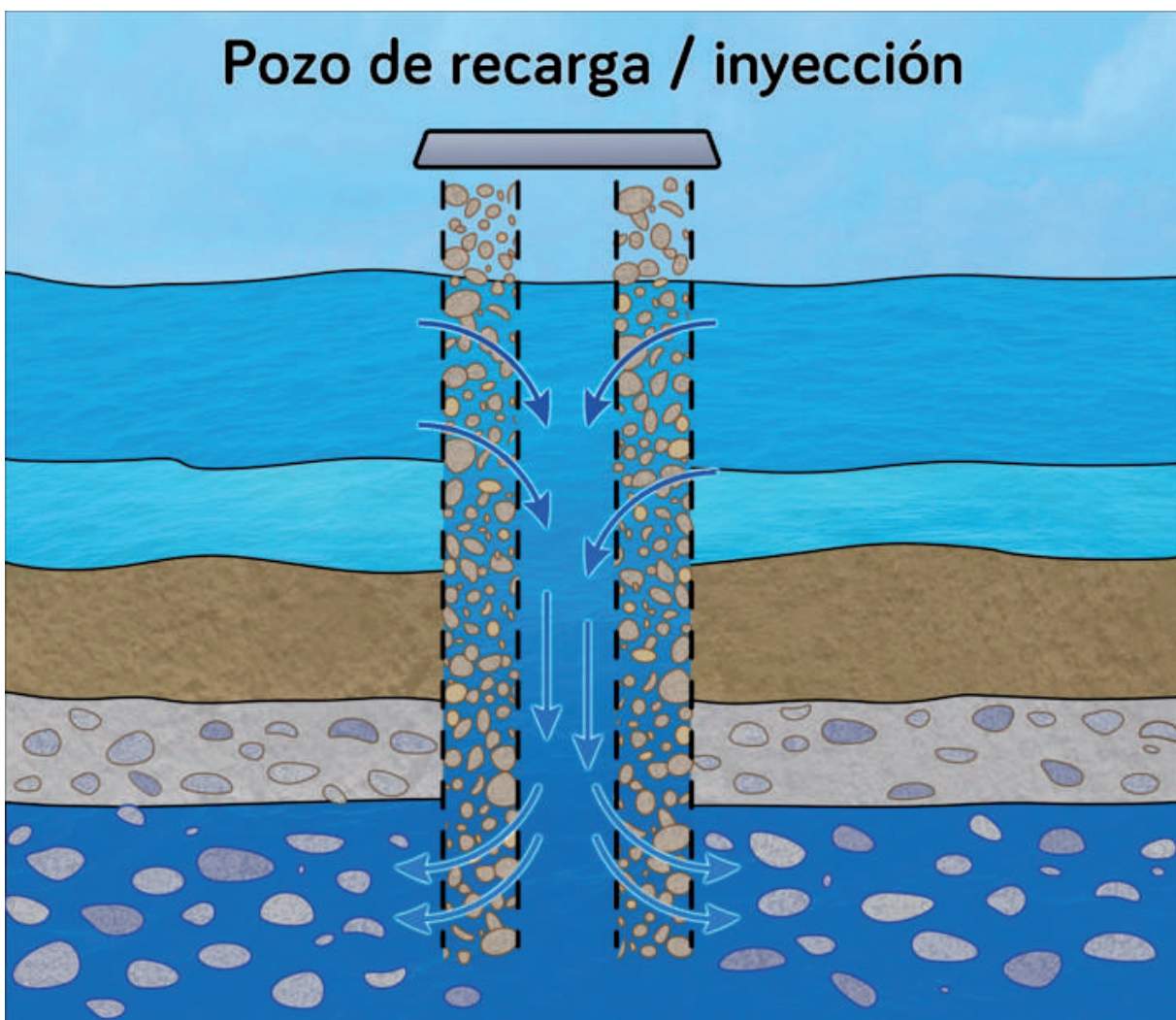


Figura 3.2.12.2. Estrategias para cosechar el agua de escorrentía de la captación en estructuras superficiales (arriba) o subsuperficiales (abajo). Adaptado de Studer y Liniger (2013).

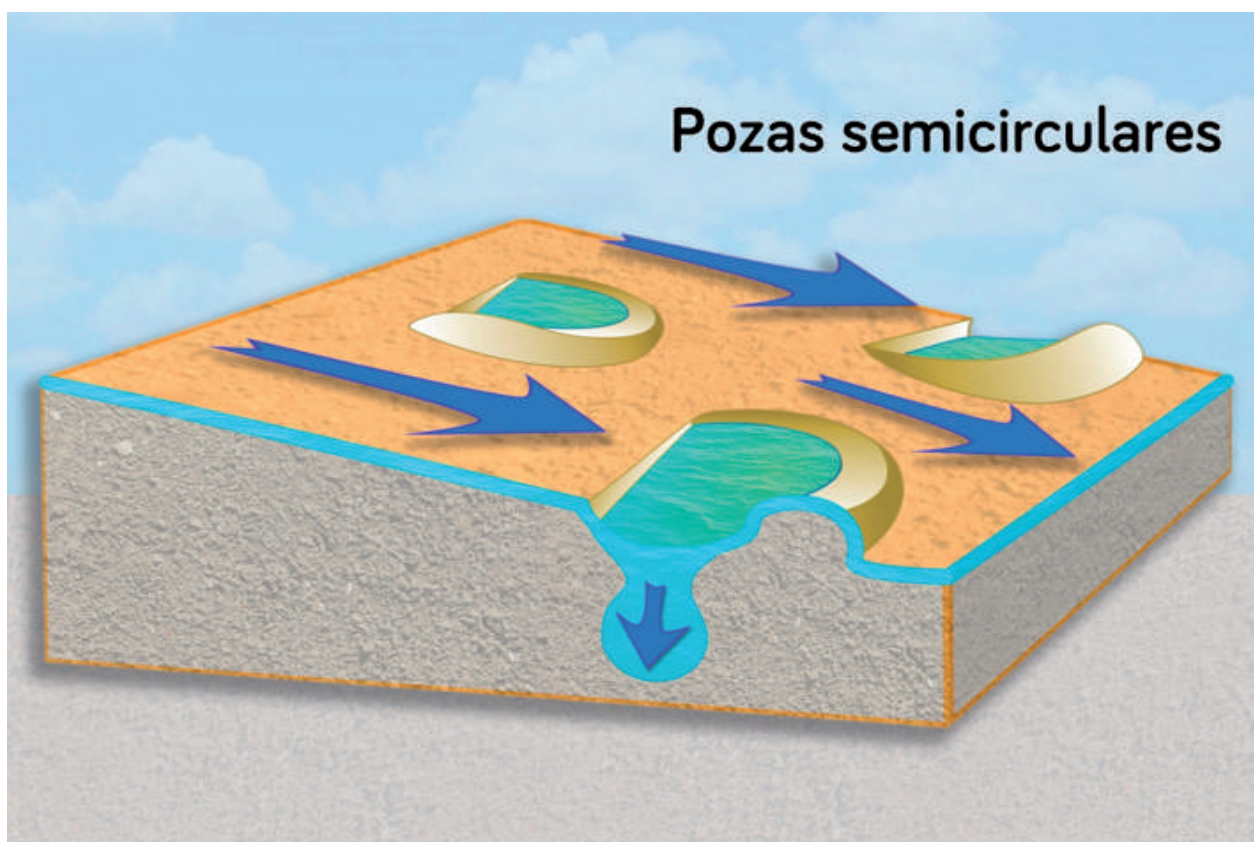
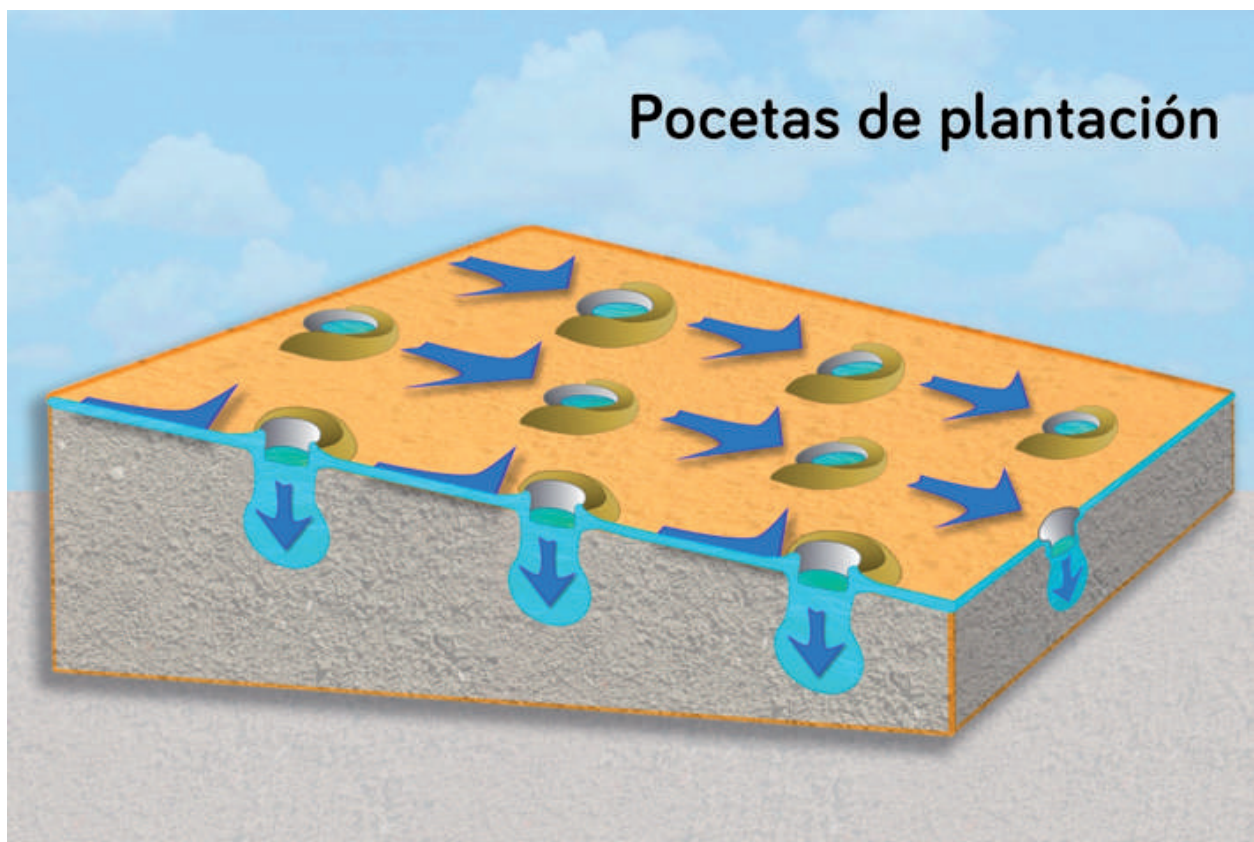


Figura 3.2.12.3. Estrategias para la recolección de agua de escorrentía en microcuencas, utilizando pocetas de plantación, arriba, o pozas semicirculares, abajo. Adaptado de Studer y Liniger (2013).

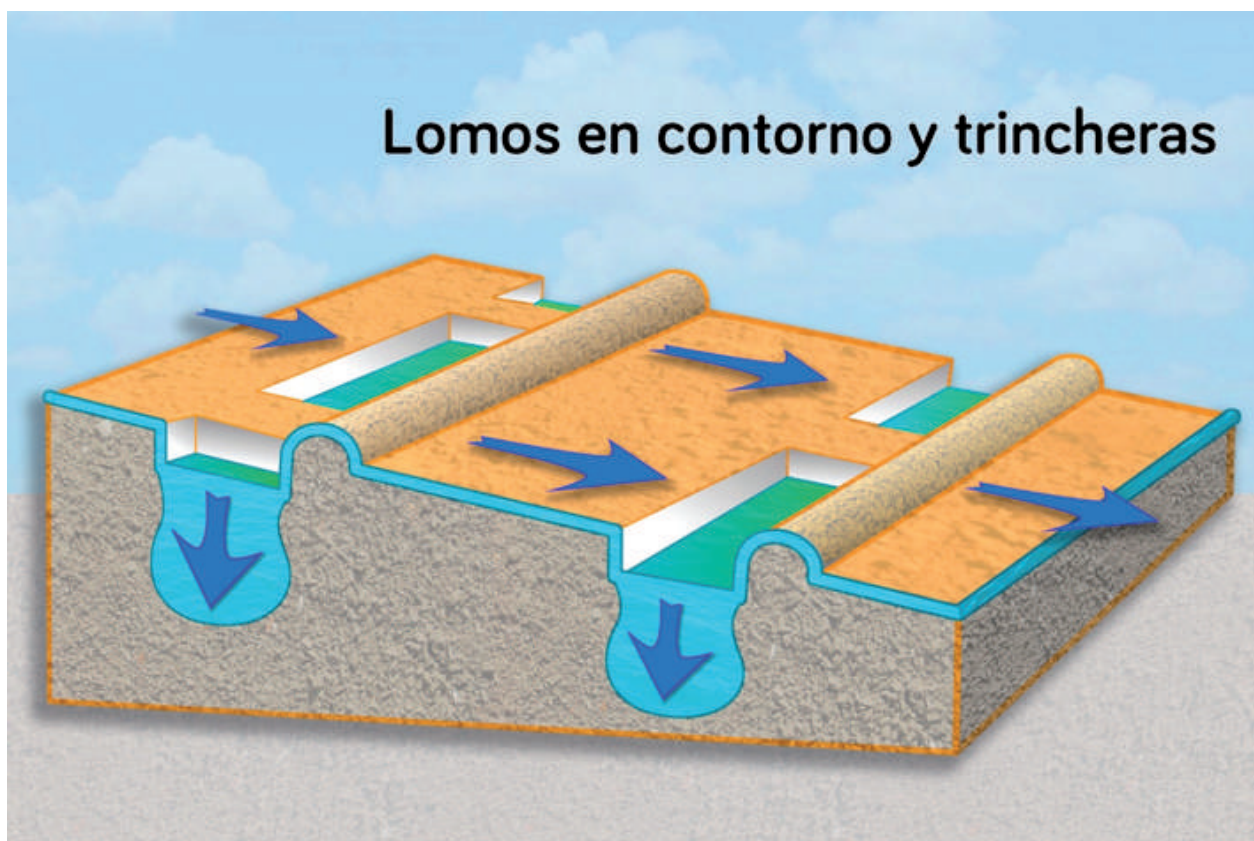
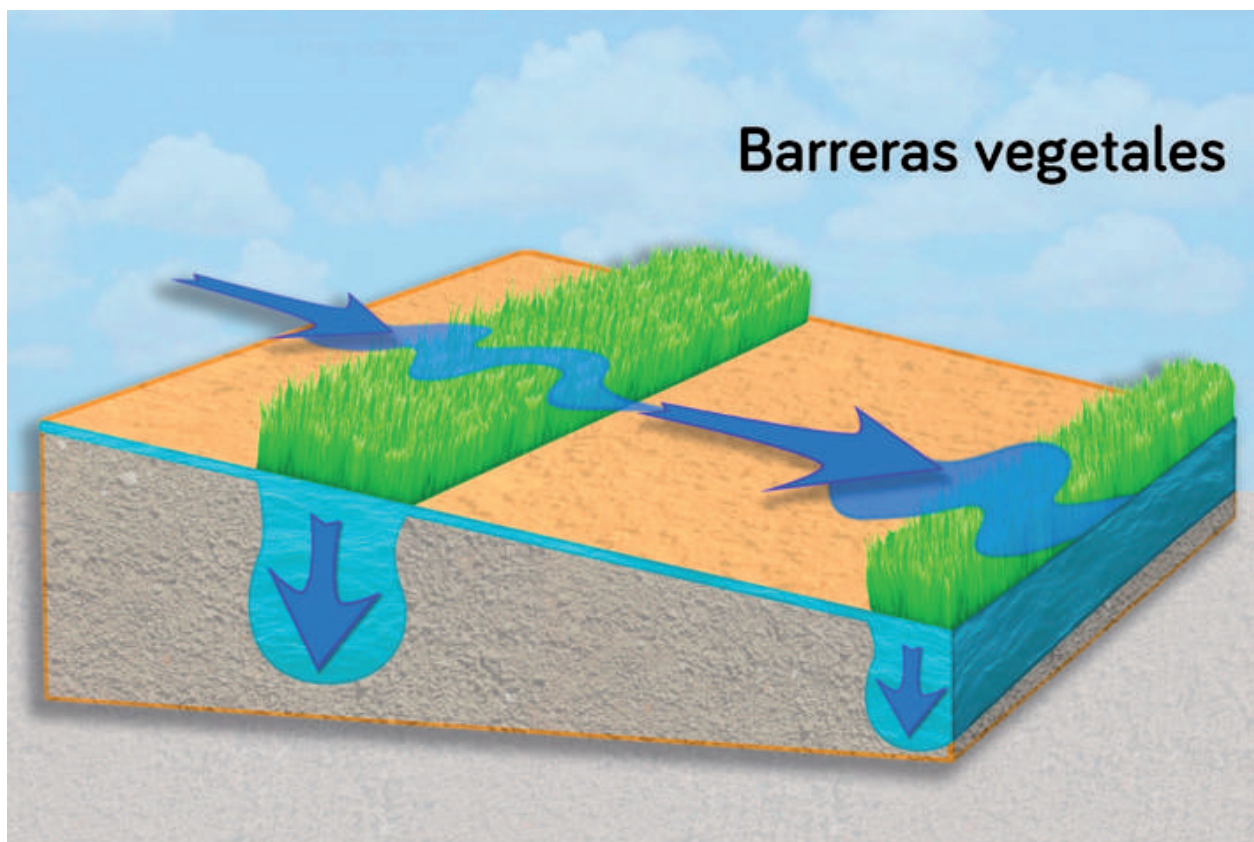


Figura 3.2.12.4. Estrategias para la recolección de agua de escorrentía en microcuencas, utilizando barreras vegetales, arriba, o lomos en contorno y trincheras, abajo. Adaptado de Studer y Liniger (2013).

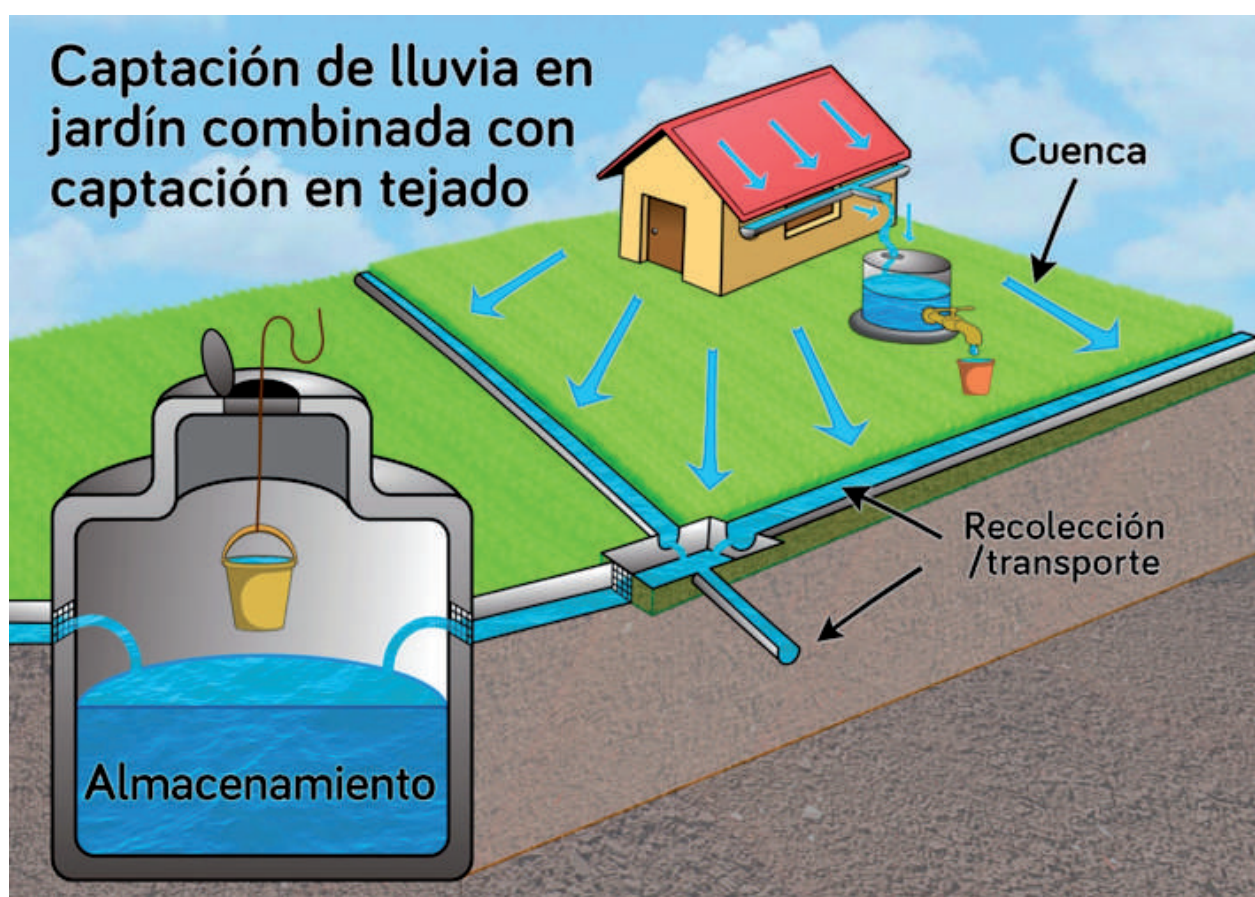


Figura 3.2.12.5. Estrategias para la recolección de escorrentía en los tejados, arriba, y en los jardines, abajo. Adaptado de Studer y Liniger (2013).

3.2.12.2. Imágenes de distintos tipos de soluciones de captación de agua.



Figure 3.2.12.6. Imagen actual de un sistema de recogida de escorrentía basado en el sistema nabateo en Avdat (Foto J. Quinton).



Figure 3.2.12.7. Ejemplo de macrocaptación de agua en una zona olivarera de Túnez, meskats. Zona de aportación (izquierda) y zona de almacenamiento (derecha). (Foto M. Braham).



Figure 3.2.12.8. Ilustración de microcaptación para retener el agua de lluvia en un huerto (Foto de Anser et al. 2014).



Figure 3.2.12.9. Recogida de agua en una zanja de la carretera (Foto T. Dostal).

3.2.12.3. Referencias seleccionadas

Anser, M. et al. 2014. Training manual on soil & water conservation technologies. Available at: https://www.researchgate.net/publication/307593381_TRAINING_MANUAL_ON_SOIL_WATER_CONSERVATION_TECHNOLOGIES

Critchley, W., Siegert, K. 1991. Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO. Available at: https://www.samsamwater.com/library/Water_harvesting_-_Critchley.pdf

NRCS, 2010 National Resource Conservation Services Sediment basin. Code 350. Available at https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_025942.pdf

Studer, R.M., Liniger, H. 2013. Water Harvesting. Guidelines to Good Practice. CDE. Available at: <https://www.wocat.net/library/media/25/>

WOCAT 2017. Micro-catchments for rainwater harvesting (Kenia). Available at: https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_2895/ Note that in WOCAT database there are several examples of water harvesting

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.13. Riego deficitario.

3.2.13.1. Descripción.

Debido a los costes asociados al desarrollo del riego, la mayoría de los sistemas de riego se diseñan para aplicar el agua suficiente para satisfacer las necesidades de los cultivos (ET_c). Sin embargo, en los casos en los que existe un déficit estructural de recursos hídricos, por ejemplo, un aumento de la superficie regada sin aumentar la disponibilidad de agua, o la escasez ocasional durante una sequía, se utiliza el riego deficitario (RD) como una técnica de gestión del riego que, al aplicar una cantidad insuficiente de agua, provoca que la transpiración de los cultivos sea inferior a su valor máximo no estresado (Fereres y Villalobos, 2016). El RD es una estrategia para optimizar el suministro limitado de agua y para hacer frente a la escasez de agua que puede ser temporal o permanente. En todos los casos, el RD requiere una buena comprensión de la determinación de las necesidades de agua de los cultivos, la fisiología de los mismos y la respuesta del rendimiento al agua. El concepto básico del RD es que, dado que la reducción del rendimiento para una determinada reducción de la evapotranspiración (ET) del cultivo, ET_c, variará en función de la fase fisiológica del cultivo (figura 3.2.13.1). La cantidad reducida de agua debe aplicarse cuando el cultivo sea menos sensible a los déficits de agua.

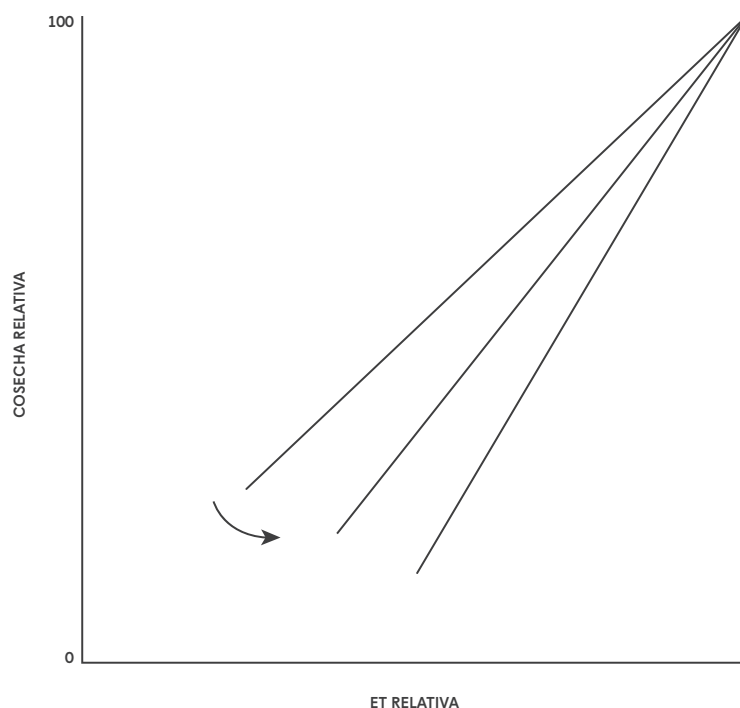


Figura 3.2.13.1. Respuesta del rendimiento de los cultivos al aumento del déficit y aplicación de éste a los períodos fenológicos de mayor sensibilidad al estrés hídrico (dirección de la flecha). Elaboración propia a partir de Fereres y Villalobos (2016).

Existe una importante distinción en el RD entre los cultivos anuales y los arbóreos. En ambos tipos de cultivos, la aplicación adecuada del RD se basa en la información experimental sobre cultivos y condiciones específicas. Esta información puede complementarse con análisis de modelización con modelos de simulación de cultivos, siempre que hayan sido calibrados localmente. En la mayoría de los cultivos anuales, las fases más sensibles al déficit hídrico son aquellas en las que se producen los procesos determinantes del rendimiento (floración, cuajado y crecimiento de los frutos).

En los cultivos arbóreos hay mucha menos flexibilidad que en los cultivos de campo para responder a las condiciones de escasez de agua, por ejemplo, reduciendo la superficie plantada. Además, en los cultivos arbóreos el impacto del RD en un año determinado repercutirá en los rendimientos subsiguientes de los años futuros. La respuesta del rendimiento de los cultivos arbóreos al riego deficitario es mucho más compleja que la de los cultivos anuales, y los procesos que determinan su rendimiento son menos conocidos. En los cultivos arbóreos, el riego deficitario suele ser sinónimo de riego deficitario regulado (RDR), en el que el agua de riego disponible se distribuye de forma diferente en los distintos periodos de crecimiento con el objetivo de concentrar los déficits de agua en los periodos en los que el cultivo arbóreo es menos sensible a ella (Figura 3.2.13.2). Así pues, el RDR es diferente a una estrategia de RD sostenida (o continua) en la que una fracción del agua disponible para el riego se distribuye de manera uniforme y proporcional a la ETc del cultivo durante el periodo vegetativo. La estrategia de RD, que distribuye el agua disponible de manera uniforme, podría dar lugar (dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo) a tener estrés hídrico en algunos periodos sensibles al rendimiento.

La formulación de una estrategia de RD como MPM requiere un conocimiento sustancial de la respuesta de los cultivos y de la disponibilidad de agua prevista. Como regla general, el RD tiene como objetivo concentrar el recurso hídrico de forma que pueda proporcionar el 50-70% de la ETc del cultivo.

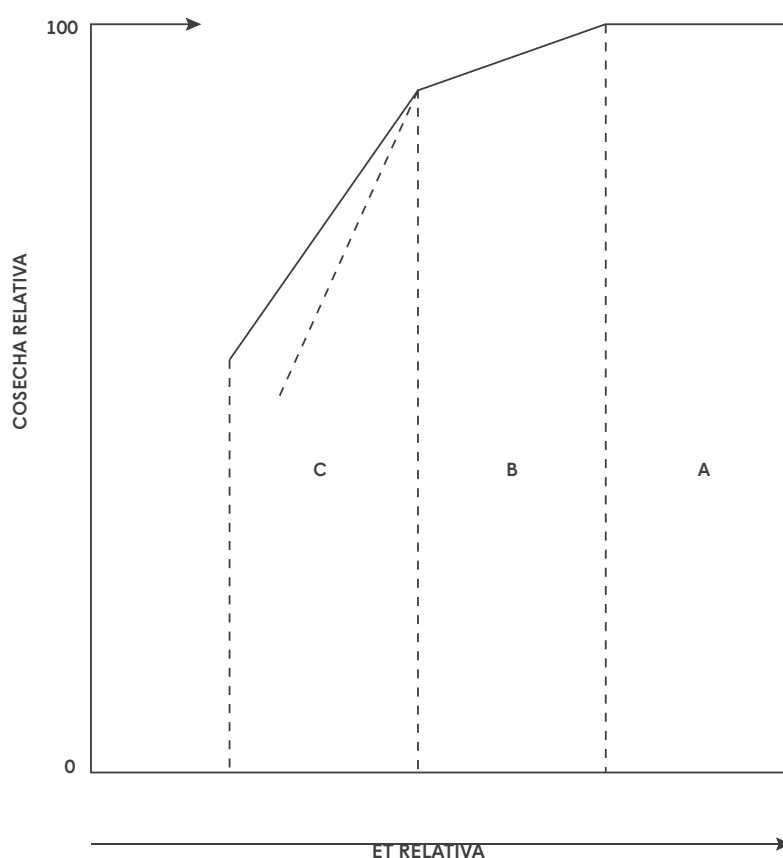


Figura 3.2.13.2. Respuesta del rendimiento de los cultivos arbóreos al estrés hídrico en diferentes periodos fenológicos, desde nulo (A) hasta muy sensible (C).
Elaboración propia a partir de Fereres y Villalobos (2016).

3.2.13.2. Bibliografía seleccionada.

Fereres, E., Soriano, M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use J. Exp. Bot. 58, 147-158.

Fereres, E., Villalobos, F.J. 2016. Chapter 21 Deficit Irrigation,. In Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture. Springer.

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D. 2012. Crop yield response to water. Irrigation and Drainage Paper Nr. 66, FAO. Available at: <http://www.fao.org/3/i2800e/i2800e00.htm>

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

3.2.14. Reutilización del agua.

3.2.14.1. Descripción.

Un campo emergente para la investigación, la innovación y la aplicación por parte de los usuarios finales en todo el mundo es la reutilización para el riego del agua procedente de un uso anterior. La tabla 3.2.14.1 resume las principales fuentes de este tipo de agua consideradas por la mayoría de las normativas de la UE. Cada vez tiene más interés en la UE (Alcalde-Sanz y Gawlik, 2017; BIO, 2015) como estrategia para aumentar la disponibilidad de recursos hídricos para diversas actividades, entre ellas la agricultura. También es interesante porque tiene el potencial de reducir la carga de contaminación de las aguas residuales, así como los costes de tratamiento. En determinadas situaciones, también puede tener un menor impacto ambiental que otros suministros de agua alternativos, como los trasvases o la desalinización. En muchas zonas con estrés hídrico, la reutilización del agua puede ser la única alternativa para el riego y para continuar con una práctica agrícola sostenible. Además, dependiendo del origen, el agua que se reutilice podría ser una fuente de nutrientes para las plantas, lo que implica que se podría reducir el uso externo de fertilizantes (Vivaldi et al. 2019).

Tabla 3.2.14.1. Principales fuentes de agua reutilizada. Adaptado de Alcalde-Sanz y Gawlik (2017) y BIO (2015).

FUENTE	RAZÓN
Flujos de retorno	La escorrentía superficial y subsuperficial procedente de las zonas de regadío situadas aguas arriba.
Aguas residuales urbanas tratadas	Aguas residuales urbanas que se tratan después de la recogida, habiendo sido sometidas a un tratamiento secundario como mínimo.
Aguas residuales industriales tratadas	Aguas residuales procedentes de industrias relacionadas con la alimentación.
De origen mixto	Mezcla de aguas pluviales domésticas y/o industriales con y/o aguas pluviales de escorrentía.

Las principales preocupaciones relativas a la reutilización del agua para el riego en zonas agrícolas se resumen en el cuadro 3.2.14.2.

Tabla 3.2.14.2. Principales preocupaciones sobre el agua reutilizada en el riego Adaptado de Alcalde-Sanz y Gawlik (2017) y BIO (2015).

RETO	RAZÓN
Seguridad alimentaria	Contaminación de cultivos para uso animal o humano.
Medio ambiente	Reducción de los caudales en los cursos de agua por debajo de los niveles aceptables. Reducción de la recarga de los acuíferos por el aumento del uso consuntivo del agua en toda la cuenca. Degradación de la calidad del suelo por la acumulación de elementos tóxicos en el mismo. Salinización del suelo debido a la alta concentración de sales en las aguas residuales. Pérdida de la estructura del suelo y sodificación.

Para prevenir esos riesgos, la reutilización del agua se somete a diferentes usos y controles según sus niveles de calidad, definidos en la UE según la tabla 3.2.14.3.

Tabla 3.2.14.3. Clases de calidad del agua regenerada. DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno, SST es el total de sólidos en suspensión, * Según la Directiva 91/271/CEE. Fuente: Alcalde-Sanz y Gawlik (2017).

Clase de calidad del agua regenerada	Objetivo tecnológico indicativo	E. coli (cfu/100 ml)	BOD5 (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidez (NTU)	Criterios adicionales para todos
CLASE A	Tratamiento secundario, filtración y desinfección (tratamientos avanzados del agua)	≤ 10 o por debajo del límite de detección	≤ 10	≤ 10	≤ 5	
CLASE B	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 100	*			Legionella spp.: ≤1.000 ufc/l cuando haya riesgo de aerosolización. Nematodos intestinales (huevos de helmintos): ≤1 huevo/l cuando se rieguen pastos o forrajes para ganado.
CLASE C	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 1000				
CLASE D	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 10000				

Tabla 3.2.14.4. Condiciones de calidad del agua y métodos de riego para la reutilización del agua según el tipo de cultivo. Fuente Alcalde-Sanz y Gawlik (2017).

Calidad del agua reciclada	Calidad mínima del agua regenerada requerida	Método de riego *
Todos los cultivos alimentarios consumidos en crudo y los cultivos alimentarios cuya parte comestible está en contacto directo con el agua regenerada	CLASE A	Todos los métodos permitidos
Cultivos alimentarios consumidos crudos cuya parte comestible está por encima del suelo y no está en contacto directo con el agua regenerada	CLASE B	Todos los métodos permitidos
	CLASE C	Sólo riego por goteo
Cultivos alimentarios transformados	CLASE B	Todos los métodos permitidos
	CLASE C	Sólo riego por goteo
Cultivos alimentarios transformados	CLASE B	Todos los métodos permitidos
	CLASE C	Sólo riego por goteo
Cultivos no alimentarios, incluidos los destinados a la alimentación de animales productores de leche o carne	CLASE B	Todos los métodos permitidos
	CLASE C	Sólo riego por goteo
Industria, energía y cultivos de semillas	CLASE D	Todos los métodos permitidos



Alcalde-Sanz, L., Gawlik, B.M. 2017. JRC Science for Policy Report. Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge. Available at: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109291/jrc109291_online_08022018.pdf

BIO by Deloitte. 2015. Optimising water reuse in the EU – Final report prepared for the European Commission (DG ENV), Part I. In collaboration with ICF and Cranfield University. https://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/BIO_IA%20on%20water%20reuse_Final%20Part%20I.pdf

Vivaldi, G.A., Camposeo, S., Lopriore, G., Romero-Trigueros, C., Salcedo, F.P. 2019. Using saline reclaimed water on almond grown in Mediterranean conditions: Deficit irrigation strategies and salinity effects. *Water Science and Technology: Water Supply*, 19 (5), pp. 1413-1421. <https://iwaponline.com/ws/article/19/5/1413/65497/Using-saline-reclaimed-water-on-almond-grown-in>

WOCAT 2015. Water saving through reuse of return flow in paddy fields (Vietnam). https://qcat.wocat.net/es/wocat/technologies/view/technologies_1277/ Note that in WOCAT database there are several examples of water reuse

Volver a la Tabla 3.1.1

3.2.15. Medidas para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.

3.2.15.1. Descripción.

La capacidad de retención de agua (CRA) de los suelos agrícolas está estrechamente relacionada con la estructura del suelo, la porosidad del mismo y, por tanto, también con el contenido de carbono orgánico. La capacidad de almacenamiento dentro de la capa superior del suelo es, con mucho, el mayor espacio disponible dentro del paisaje, órdenes de magnitud mayores que todas las demás medidas técnicas. Por esta razón, incluso un aumento moderado de la CRA podría contribuir significativamente a mejorar el uso del agua del suelo por parte del cultivo.

Los suelos sanos, con un alto contenido de carbono orgánico y una rica microfauna y flora del suelo suelen generar una buena estructura, indicada por un alto CRA, en el rango de 115 a 265 mm de agua a un metro de profundidad en suelos bien estructurados o de 92 a 185 en suelos sin estructura (William 1983). Además, tienen una alta conductividad hidráulica y una estructura de suelo estable. Sin embargo, una porosidad demasiado elevada puede provocar una disminución de la capacidad de retención de agua debido al rápido drenaje del agua. Los suelos muy porosos también tienden a tener una menor capacidad de retención de nutrientes.

El cuidado de la estructura del suelo y de la salud general del mismo requiere un esfuerzo continuo, basado en:

- La minimización de la compactación del suelo mediante la mecanización
- La gestión del suelo orientada a un alto contenido de carbono orgánico del suelo
- Un contenido de nutrientes bien equilibrado para la microfauna y la flora del suelo; y la optimización de la cubierta vegetal en el campo.

El impacto potencial del cuidado de la estructura del suelo es muy alto. Por ejemplo, un aumento de la porosidad del suelo del 5% en 0,4 m de la capa superior del suelo puede proporcionar hasta 20 mm adicionales de capacidad de almacenamiento de agua, lo que equivale a 200 m³ por hectárea.

Esta medida es eficaz para reducir la escorrentía superficial, mejorar el equilibrio hídrico del suelo para los cultivos y reducir la erosión hídrica, Tabla 3.2.15.1

Tabla 3.2.15.1. Tabla Impacto de la gestión estructural del suelo

EFEECTO	MECANISMO
Reducción de la escorrentía superficial.	Gracias a una mejor estructura del suelo, mayor porosidad y conductividad hidráulica, una mayor proporción de las precipitaciones puede almacenarse en el perfil del suelo, reduciendo la escorrentía superficial
Mejora del balance hídrico.	Debido al aumento de la infiltración durante las precipitaciones y al mejor almacenamiento del suelo, hay más agua disponible para los cultivos.
Control de la erosión del suelo.	Los agregados estables del suelo resisten el impacto de las gotas de lluvia y el flujo superficial, reduciendo la disponibilidad de las partículas del suelo para su transporte. Además, la escorrentía superficial se reduce significativamente debido a la mayor porosidad y conductividad hidráulica, reduciendo el potencial de erosión.

3.2.15.2. Tipos de medidas para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.

AUMENTAR EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

La materia orgánica del suelo es necesaria para la agregación del suelo: la clave para una buena estructura del suelo. La materia orgánica por sí sola no es suficiente, es crucial la combinación con la fauna del suelo que transforma la materia orgánica en humus que conduce a la formación de agregados. Para iniciar y mantener la agregación, es necesario garantizar que se devuelva al suelo una cantidad suficiente de materia orgánica, por ejemplo, en forma de residuos de cultivos. Además, un equilibrio adecuado de nutrientes en el suelo, una fauna sana y unas condiciones adecuadas de aire, temperatura y humedad son también importantes para mantener una buena estructura del suelo.

APLICACIONES DE COMPOST

La aplicación de compost tiene un efecto positivo en la estructura del suelo al introducir cantidades significativas de materia orgánica que ayudan a mantener la vida del suelo. La medida puede ser muy efectiva, sin embargo, los estudios indican que la cantidad de compost necesaria para ser aplicada en la superficie del suelo para mejorar significativamente las propiedades del suelo son altas (hasta 150 t ha⁻¹). Estas altas tasas de aplicación pueden ser costosas para muchos cultivos, y también representan un desafío tecnológico para el procesamiento y la incorporación en la superficie del suelo (Adunga, 2018, Koopmans y Bloem, 2018). No obstante, las tasas inferiores a las óptimas pueden tener un efecto positivo en el cebado de la fauna del suelo y en las condiciones del suelo para el establecimiento de la vegetación en suelos degradados o muy degradados. Por estos motivos, debería considerarse el uso de compost, especialmente en suelos degradados en los que la capacidad de autorrestauración del suelo podría ser limitada.

APLICACIÓN DE BIOCARBÓN

La aplicación de biocarbón ha sido desarrollada y recomendada para su aplicación en la agricultura debido a las sinergias de los efectos positivos sobre la calidad del suelo, la fertilidad y, en general, la salud del suelo y también el secuestro de carbono. Sin embargo, aunque prevalecen los efectos positivos, también se ha documentado la lixiviación de nutrientes, los efectos de repelencia al agua del suelo y otros efectos negativos. Su principal limitación está relacionada con el hecho de que el carbón vegetal se produce por pirólisis de la biomasa en un entorno sin oxígeno. Por lo tanto, la cantidad disponible no es suficiente para su aplicación masiva en tierras agrícolas para mejorar sus propiedades a gran escala (Verheijen et al., 2009).

RESIDUOS DE CULTIVOS

Los residuos de los cultivos que se dejan en la superficie del suelo después de la cosecha pueden ayudar a la estructura del suelo y proteger la superficie del suelo del impacto de las gotas de lluvia y es uno de los pilares de la agricultura de conservación, véase la sección 3.3.9.1. Es mejor combinarlo con un apoyo adecuado de otros nutrientes y, ocasionalmente, con el cultivo mecánico, para iniciar el aumento del contenido de humus. En general, se acepta que esta medida cumple las Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales (BCAM) en lo que respecta al control de la erosión del suelo, ya que los residuos de los cultivos cubren la superficie del suelo y lo protegen contra las salpicaduras de la lluvia y la erosión por escorrentía.

3.2.15.3. Imágenes con ejemplos de mejora de la capacidad de retención de agua del suelo.



Figura 3.2.15.1. Suelo bien estructurado en la Baja Austria (Foto T. Dostal).



Figura 3.2.15.2. Suelo severamente degradado sin estructura, mostrando el horizonte C inferior (Foto J.A. Gómez). .

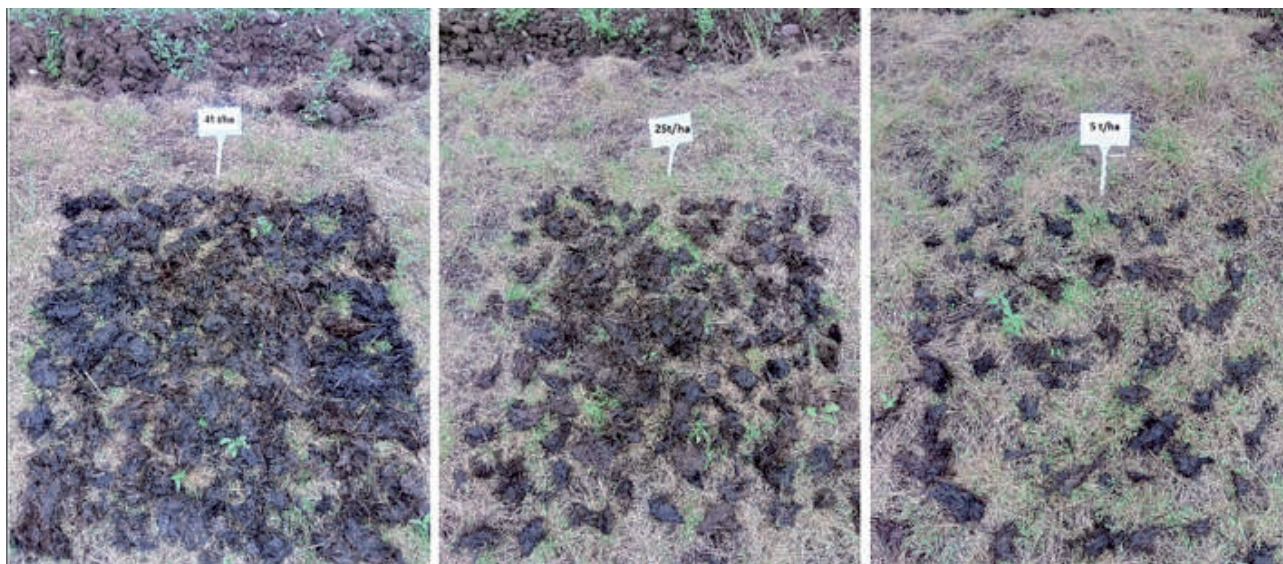


Figura 3.2.15.2. Aplicación de estiércol madurado en varias dosis: 41, 25 y 5 t ha⁻¹
(Foto Farm Advisory Service of Scotland)

3.2.15.4. Bibliografía seleccionada.

Adugna, G. 2018. A review on impact of compost on soil properties, water use and crop productivity. Agricultural Science Research Journal. Vol. 4(3). 93-104. 10.14662/ARJASR2016.010.

Bot A., Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter. FAO Soil Bulletin 80. Visited at: <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e04.htm>

Koopmans C.J., Bloem J; Soil quality effects of compost and manure in arable cropping; Louis Bolk Institute, Publication No. 2018-001 LbP; Bunnik, 2018. Accesible en: <http://www.louisbolk.org/publications/publication/?pubID=3331>

Verheijen, F.G.A., Jeffery, S., Bastos, A.C., van der Velde, M., and Diafas, I. 2009. Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 149pp. Accesible en: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC55799>

Williams, J. 1983. Soil Hydrology. In Soils: An Australian Viewpoint. Division of Soils CSIRO, Melbourne. Academic Press, London.

[Volver a la Tabla 3.1.1](#)

4. Comparación de las recomendaciones de las MPM en las Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales de la PAC en toda la UE

4.1. Objetivos y metodología.

El objetivo de este análisis es ofrecer una visión cuantitativa de cómo se consideran las MPM en los distintos Estados miembros de la UE dentro de la PAC en relación con el uso sostenible del suelo y el agua. Para ello, realizamos una revisión completa de la definición y las condiciones nacionales de las Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales (BCAM).

Los objetivos específicos eran:

1. Evaluar la consistencia entre la recomendación de MPMs específicas entre los países para las BCAM específicas.
2. Cantificar la frecuencia de recomendación de las MPM específicas.

Al realizarse al final de un período de programación de la PAC (2014-2020), esta comparación puede proporcionar una visión actualizada de los diferentes enfoques de las MPM en toda la UE, identificando las lagunas y los problemas que podrían necesitar ser trabajados con las diferentes partes interesadas.

Esta revisión se realizó utilizando la base de datos recopilada por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (CCI, 2020) de la definición a nivel nacional de las BCAM (Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales) de la Política Agrícola Común. Se eligió el año 2019, utilizando la traducción inglesa, que era el último año completado para todos los países. Para dos países (Bélgica y Reino Unido) que incluían diferentes BCAM en la base de datos (Flandes y Valonia; Inglaterra, Gales y Escocia) se analizó cada región y se consideró de forma independiente en el análisis cuantitativo. A partir de esta base de datos.

1. Se revisaron las condiciones de todas las BCAM y de los 28 estados miembros (se incluyó el Reino Unido), identificando las MPMs que se nombran en la normativa, así como las características específicas que podrían ser de interés para regular la aplicación de estas MPMs.
2. Clasificamos las MPMs y las regulaciones específicas en tablas y figuras de resumen para proporcionar un análisis cuantitativo.

Realizamos este análisis sólo en aquellas BCAM en las que se nombraba un número relevante de MPM. Por esta razón, las BCAM: "2 Cumplimiento de los procedimientos de autorización de aguas"; "3 Protección de las aguas subterráneas contra la contaminación"; y la BCAM "6 Mantenimiento de la materia orgánica del suelo", que no hace una mención significativa a las MPM, no aparecen en este análisis.

4.2. Análisis cuantitativo.

4.2.1. BCAM 1: Establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua.

El normativa relativa a la implantación de zonas tampón alrededor de los cursos de agua estaba presente en todo el resumen de las normativas nacionales, con casi todos los países definiendo una anchura mínima (Figura 4.2.1.). La definición de las franjas de protección variaba ampliamente entre los países, ya que algunos sólo definían la prohibición de las actividades agrícolas en esta zona de protección (por ejemplo, la aplicación de productos agroquímicos o el laboreo), mientras que otros iban más allá y regulaban a nivel nacional el detalle de la cubierta vegetal en esta franja de protección en términos de composición y gestión. Sólo un 30% aproximadamente, véase la figura 4.2.1.1., de los países reguló una anchura mínima variable en función de distintos criterios (a veces pendientes, otras ubicación dentro de zonas más vulnerables). Hay mucho menos consenso en la definición de la extensión máxima de las zonas tampón, aproximadamente un 30% de los países, con aún menos ejemplos de consideración de la regulación nacional de una anchura máxima de las zonas tampón, Figura 4.2.1.1. También existe un enfoque diferente en cuanto a la consideración de la zona de amortiguación como Área de Enfoque Ecológico (AEE), ya que las zonas de amortiguación se consideran como tales en aproximadamente el 60% de los países. También hay una gran disparidad en el rango de anchuras máximas y mínimas indicadas por las BCAM 1 entre los países, Tabla 4.2.1.1., también el valor medio de la mediana de la anchura mínima ha sido de 5 m, un valor justo en el rango inferior de las anchuras recomendadas para funcionar adecuadamente como barrera vegetal, véase la sección 3.2.7.

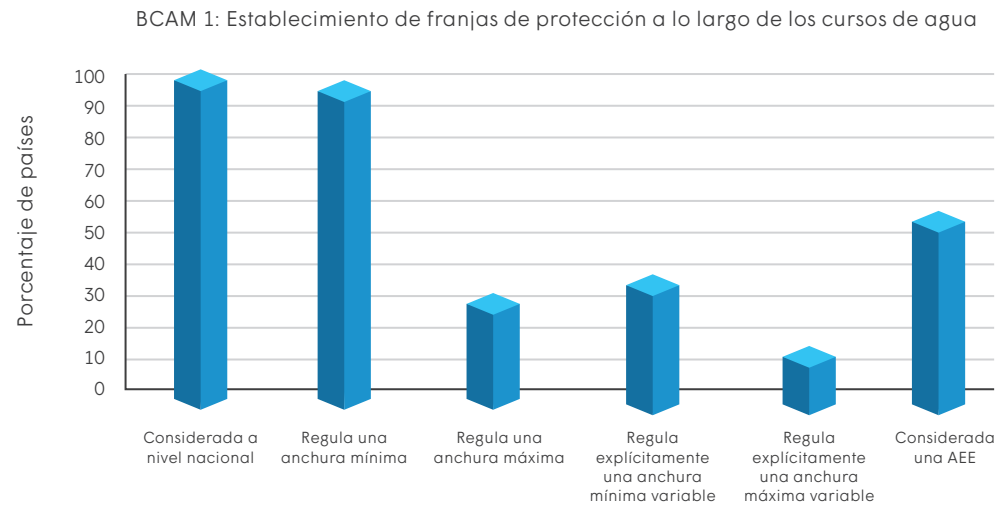


Figura 4.2.1.1. Resumen de los requisitos de las BCAM 1 para las franjas de protección a lo largo de los cursos de agua. AEE es Área de Enfoque Ecológico.

Anchura mínima de la banda de vegetación (m)		Anchura máxima de la banda de vegetación (m)	
Mínimo	0,3	Mínimo	10.0
Máximo	25.0	Máximo	300.0
Media	5.6	Media	62.5
Mediana	5.0	Mediana	35.0
Desviación estándar	5.0	Desviación estándar	88.0
CV%	89.3	CV%	140.8

Tabla 4.2.1.1. Resumen de las bandas de amortiguación mínimas y máximas (m).

4.2.2. BCAM 4: Cobertura mínima del suelo.

Los criterios relativos a la necesidad de proporcionar una cobertura mínima del suelo en las zonas agrícolas variaron entre los miembros de la UE. Así, mientras que el 40% lo impuso como requisito general, el 60% de los países lo exigió sólo en parte de las zonas agrícolas en función de algunos criterios, Figura 4.2.2.1. El 90% de los países definió el periodo en el que debe proporcionarse esta cobertura mínima del suelo, básicamente el periodo de lluvias, y también es relevante señalar cómo aproximadamente el 50% de los países permitía la posibilidad de excepciones a este criterio, que suelen estar relacionadas con razones agronómicas como la incorporación de enmiendas al suelo o la reducción del riesgo de estrés hídrico durante las sequías.

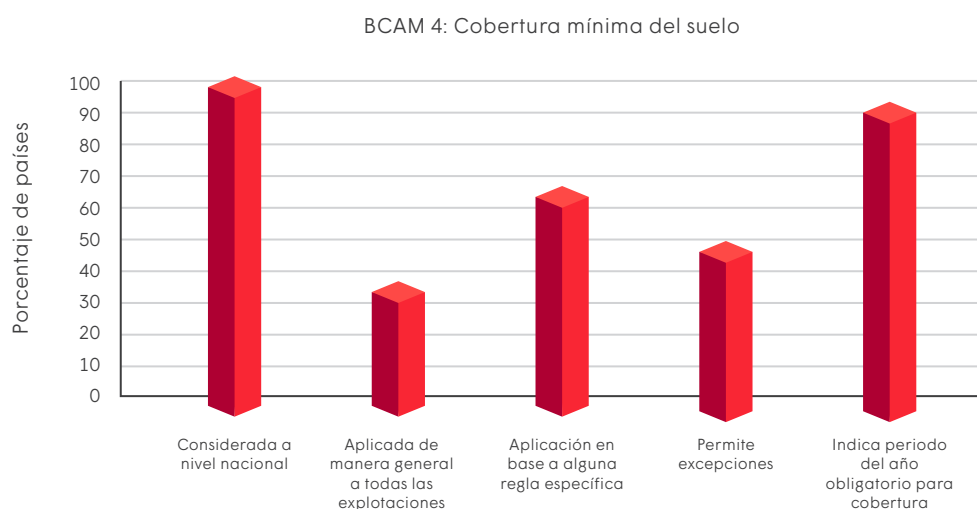


Figura 4.2.2.1. Resumen de los criterios de aplicación de las BCAM 4.

La figura 4.2.1.2 agrupa el tipo de criterios utilizados por el 60% de los países que no aplican estas BCAM a todas las tierras agrícolas. Aproximadamente el 40% de estos países utilizaron la inclinación de la pendiente, con un 10,5% como valor umbral medio de la pendiente, aunque hubo una importante variabilidad entre los países, Tabla 4.2.2.1. Entre los demás criterios utilizados por los distintos países, los más frecuentes fueron los basados en una clasificación de las tierras, a menudo considerando el riesgo de erosión, o el uso de cultivos específicos como factor determinante. Otro criterio, utilizado sólo por uno o dos países, incluía la presencia de rasgos de erosión en el terreno, o el hecho de que el criterio tuviera un carácter regional.

La figura 4.2.2.3. muestra las MPM nombradas en los reglamentos nacionales de las BCAM 4. La más frecuente era el uso de un cultivo de cobertura en aproximadamente el 85% de los países. Le siguió, en aproximadamente el 55% de los países, el uso de mantillo o rastrojos del cultivo anterior, o de una cubierta vegetal (distinta del cultivo) presente en el campo durante unas fechas determinadas. Las técnicas relacionadas con el laboreo de conservación, generalmente la laboreo reducido, con menciones ocasionales de las franjas de protección o las medidas de retención también se mencionan en alrededor del 20% de los países.

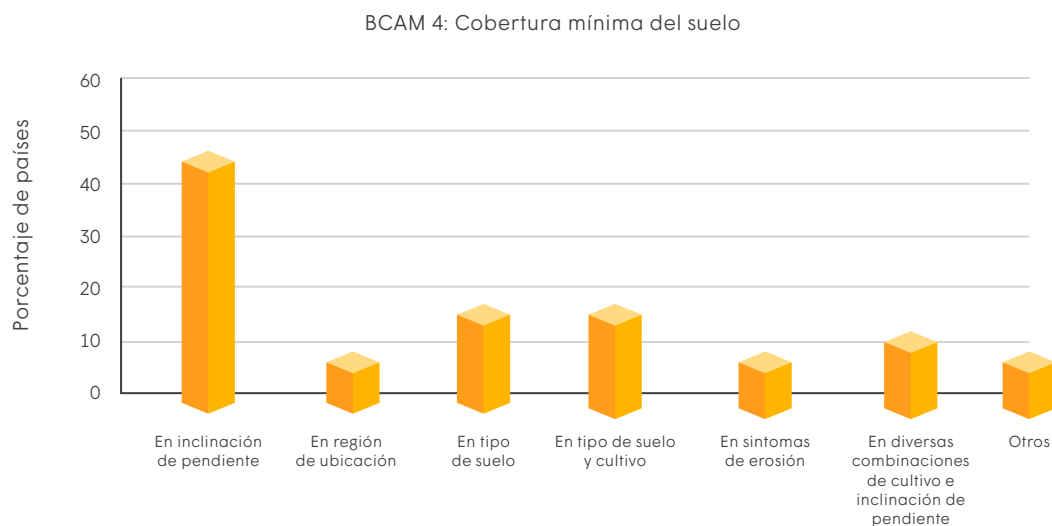


Figura 4.2.2.2. Criterios para definir la zona de aplicación de las BCAM 4 en los países que no las aplican a nivel nacional.

Criterio de la pendiente	%
Mínimo	4.0
Máximo	20.0
Media	11.4
Mediana	10.5
Desviación estándar	4.1
CV%	35.9

Tabla 4.2.2.1. Resumen del umbral de la pendiente cuando se utiliza como criterio para las BCAM 4.

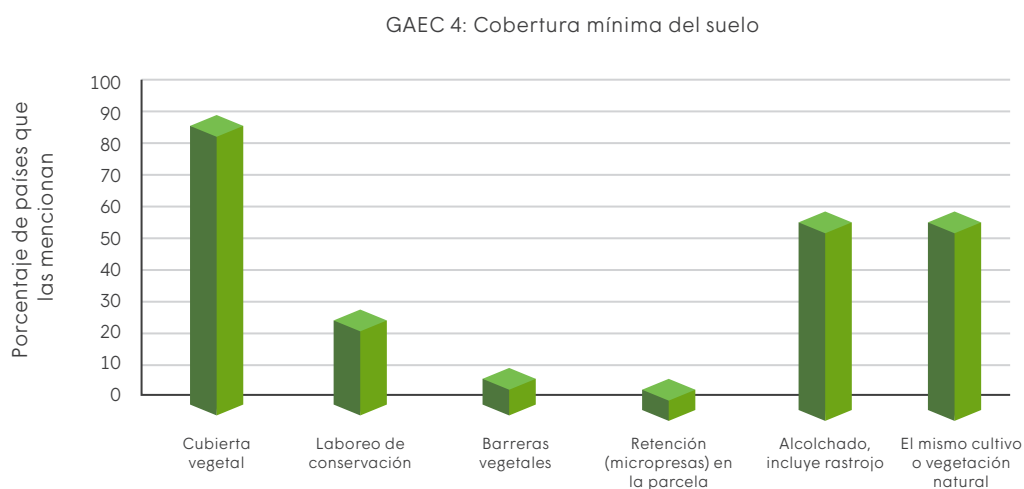


Figura 4.2.2.3. MPM nombradas en normativa nacional para la aplicación de las BCAM 4

4.2.3. BCAM 5: Gestión mínima del terreno que refleje las condiciones específicas del lugar para limitar la erosión.

Los criterios relativos a la necesidad de limitar la erosión incorporando medidas adecuadas en función de las condiciones específicas se resumen en la figura 4.2.3.1. Debido a la naturaleza de este requisito de las BCAM, que es una medida reactiva a las condiciones específicas, el 80% de los países exigen su aplicación en función de determinados criterios, mientras que el 20% lo establecen como requisito para todo el país. Los países que permiten excepciones son mucho menos que en el caso de las BCAM 4, relacionando de nuevo estas excepciones con razones agronómicas.

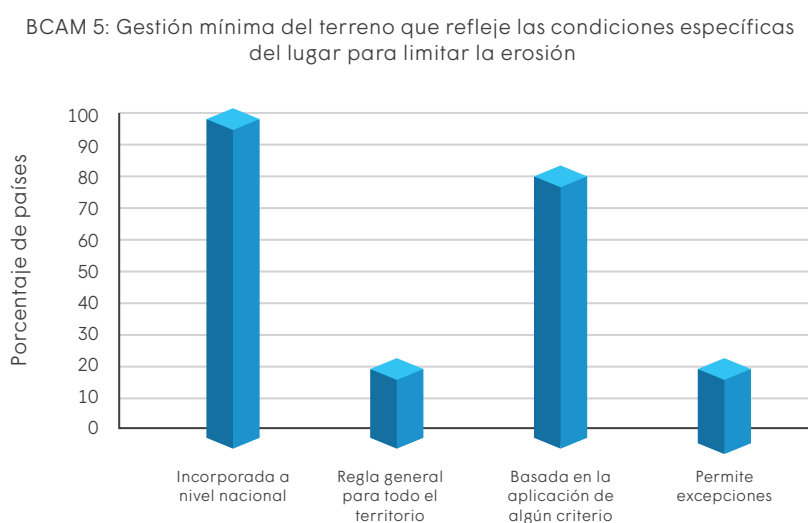


Figura 4.2.3.1. Resumen de los criterios de aplicación de las BCAM 5.

La figura 4.3.1.2 agrupa los criterios utilizados por el 80% de los países que aplican localmente las BCAM 5, reflejando las normas seguidas para las BCAM 4 comentadas anteriormente. La mayoría de los países (60%) utilizaron la pendiente sola, o combinada con el tipo de cultivo (5%). El valor de la pendiente utilizado como umbral tiene un valor medio del 12,0%, pero mostró una importante variabilidad entre los países (del 2 al 20%), véase el cuadro 4.2.3.1. Entre las demás reglas utilizadas por los distintos países, las más frecuentes fueron las basadas en una clasificación de las tierras, generalmente basada en el riesgo de erosión, o el uso de cultivos específicos como factor determinante. Hubo otras reglas utilizadas sólo por uno o dos países, como la presencia de rasgos de erosión en el terreno, indicando regiones específicas en las que deben aplicarse estas BCAM.

La figura 4.2.3.3. muestra el porcentaje de países que nombran las MPM en la normativa nacional de las BCAM 5. El cultivo en contorno y la agricultura en contorno son los más nombrados en el 50% y el 40% de las normativas nacionales. Esto es algo contraintuitivo, ya que el cultivo en contorno se recomienda a veces para un rango de pendientes en el que su eficacia es limitada, véase la Tabla 3.2.6.1. Después del cultivo en contorno, los cultivos de cobertura (en cultivos anuales o arbóreos) en el 35% de los países, y el acolchado (incusando los rastrojos del cultivo anterior) en el 30% de los países, son los enfoques más mencionados. Otras MPM que figuran en las normativas nacionales son las franjas de protección (utilizadas como barreras vegetales contra la erosión) en el 26% de los países, el mantenimiento de terrazas y elementos naturales que protegen contra la erosión, y las rotaciones de cultivos adecuadas para minimizar el dejar el terreno desnudo y desprotegido, que se encuentran en el 20% de las normativas de los países. El uso de medidas de retención (micropresas) sólo se menciona en el 10% de los países, mientras que la prohibición explícita de trabajar los suelos cuando están congelados o anegados aparece en el 15% de las normativas.

BCAM 5: Gestión mínima del terreno que refleje las condiciones específicas del lugar para limitar la erosión

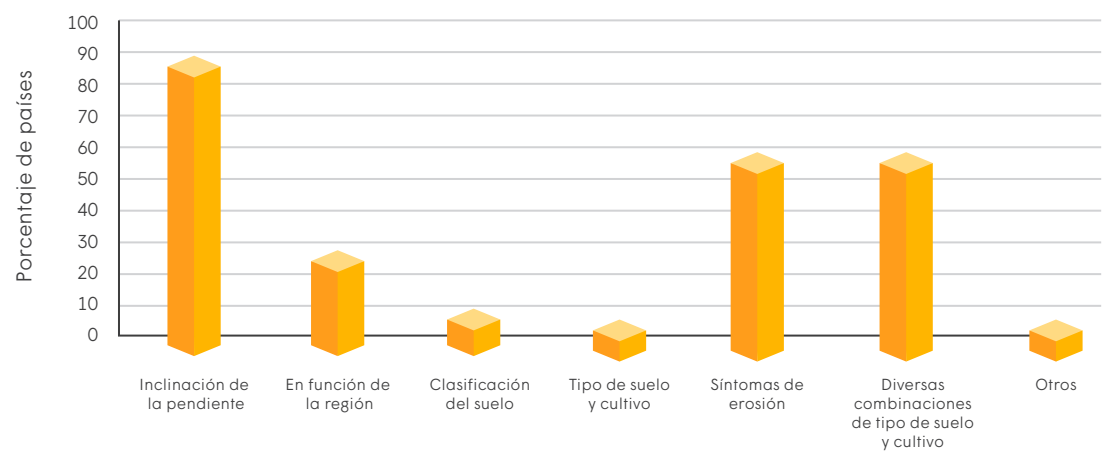


Figura 4.2.3.2. Criterios para definir la zona de aplicación de las BCAM 4 en los países que no las aplican a nivel nacional.

Critero de la pendiente	%
Mínimo	2.0
Máximo	20.0
Media	13.2
Mediana	12.0
Desviación estándar	4.6
CV%	35.1

Tabla 4.2.3.1. Resumen del umbral de pendiente cuando se utiliza como criterio para las BCAM 5.

BCAM 5: Gestión mínima del terreno que refleje las condiciones específicas del lugar para limitar la erosión

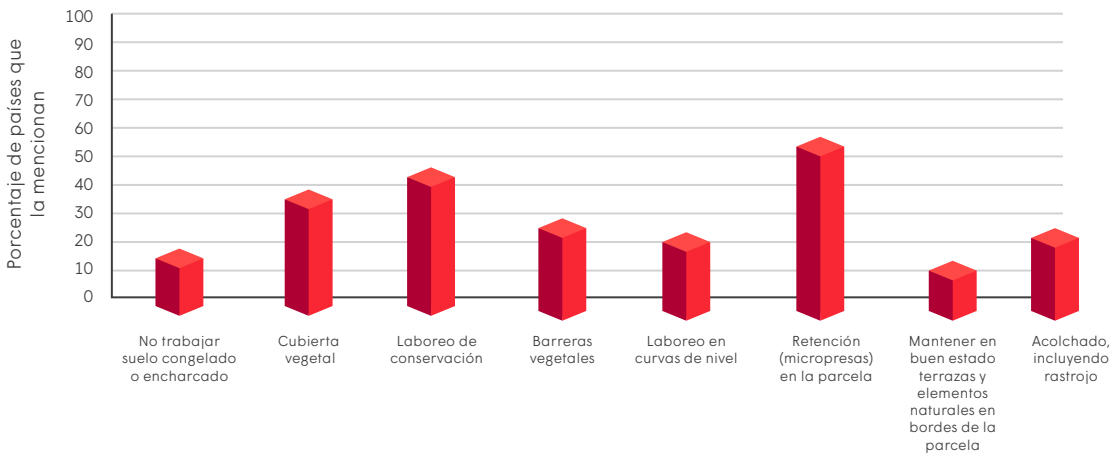


Figura 4.2.3.3. MPM nombradas en la normativa nacional para la aplicación de las BCAM 5.

4.2.4. BCAM 7: Conservación de elementos del paisaje.

Existen 12 clases diferentes de elementos paisajísticos protegidos enumerados en las BCAM 7, que se representan en la figura 4.2.4.1. A diferencia de las prácticas de gestión del suelo, su aplicación es más variable. Los setos, los estanques y los árboles (aislados, en línea o en grupo) se nombran en 50 de las normativas. En algunos países, los árboles se incluyen dentro de las islas de vegetación que se reconocen como una característica diferente porque están vinculadas a condiciones específicas del tipo de vegetación. Las terrazas, los muros de piedra tradicionales, las zanjas y los monumentos naturales o históricos se identifican como elementos a conservar en el 35-40% de los países. Los márgenes de los campos y los huertos de árboles se reconocen como elementos del paisaje en la normativa de una minoría de países. Entre estos elementos, algunos podrían tener un papel como MPM para la conservación del suelo y del agua y, como tales, deberían ser considerados en una evaluación de las condiciones a escala de campo y de paisaje. Entre los más relevantes se encuentran: los setos, los árboles en hileras y los márgenes de los campos (si tienen vegetación) por su función de barreras vegetales contra la erosión (véase el apartado 3.2.7.); los estanques por su función de almacenamiento de la escorrentía y de retención de sedimentos (véase el apartado 3.2.12.); las terrazas y los muros de piedra tradicionales (véase el apartado 3.2.1.); y las zanjas que actúan como medidas para desviar el exceso de escorrentía (véase el apartado 3.2.12.).

La figura 4.2.4.2. muestra la frecuencia con la que estos elementos del paisaje se aceptan como Áreas de Enfoque Ecológico (AEE ó EFA). El Área de Enfoque Ecológico se define como un área cuyo uso y gestión están orientados a proporcionar efectos positivos para la biodiversidad y para el suelo, el agua y el clima. Cada país define su propia lista de AEE que los agricultores pueden aplicar. Algunos AEE implican dedicar esa superficie a un uso no productivo, por ejemplo, las barreras vegetales, mientras que otros pueden aplicarse en una zona productiva (por ejemplo, el uso de leguminosas que fijan el nitrógeno). Esto es relevante, ya que la superficie mínima dedicada a los AEE está vinculada a la percepción de las subvenciones de la PAC y podría actuar como un incentivo para que los agricultores protejan y mejoren estas características del paisaje. En la figura 4.2.4.2 se aprecia la disparidad en el enfoque del uso de la AEE para estos elementos del paisaje en toda la UE. No hay ningún elemento paisajístico que se considere sistemáticamente un AEE en todos los países. Los setos, las terrazas y las islas de vegetación son los que se consideran con más frecuencia, en el 60% de los países. Los elementos relacionados con los árboles y los muros de piedra tradicionales son los otros elementos paisajísticos que se consideran AEE con más frecuencia, en torno al 50% de los países.

4.3. Resumen.

Este análisis ha identificado la presencia de las MPM en la aplicación nacional de los requisitos de la PAC relacionados con el suelo y el agua a través de las BCAM. Demuestran las similitudes y disparidades entre los países, lo cual ha sido señalado por estudios anteriores (Ecologic Institute 2017; Paleari, 2017, Turpin et al., 2017). El análisis cuantitativo descrito en esta sección permite identificar los usos más frecuentes de las MPM y los criterios para su aplicación. Estos resultados serán de interés para quienes realicen análisis de modelos regionales sobre la eficacia de las MPM, así como para fomentar el debate crítico sobre cómo mejorar la incorporación de medidas técnicas sobre la mejora del uso del suelo y del agua en la PAC.

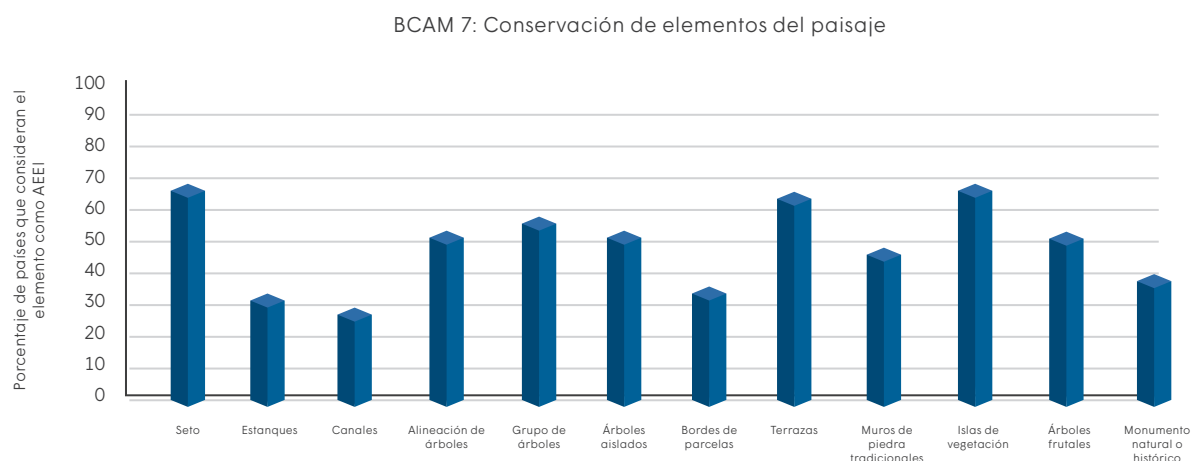


Figura 4.2.4.1. Proporción de elementos del paisaje considerados en las BCAM 7.

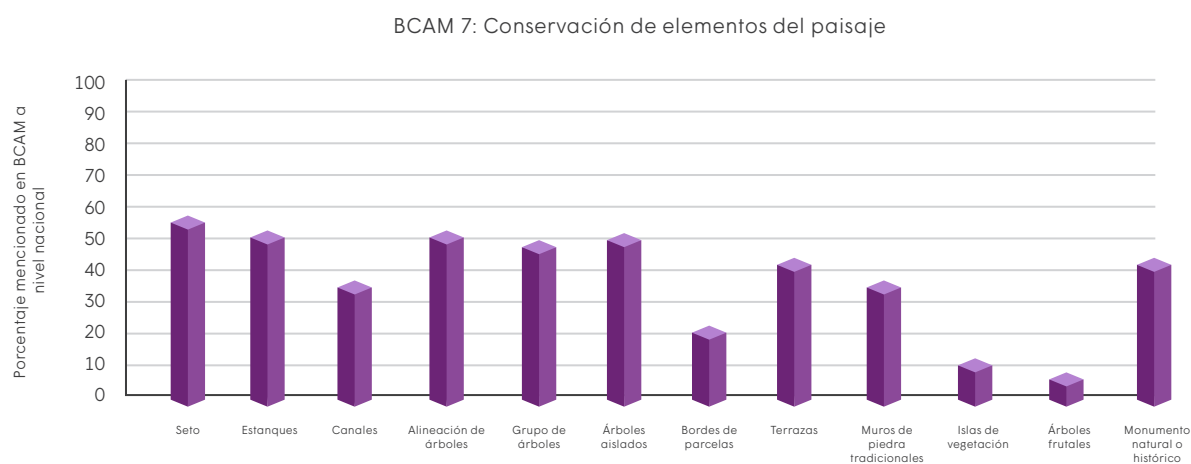


Figura 4.2.4.2. Proporción de elementos del paisaje considerados como EFA, Área de Enfoque Ecológico en las BCAM 7.

4.4. Bibliografía seleccionada.

Ecologic Institute. 2017. Updated Inventory and Assessment of Soil Protection Policy Instruments in EU Member States. Ecologic Institute. Berlin.

Joint Research Center, (JRC) 2020. Good Agricultural and Environmental Condition. <https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/gaec/index.php>

Paleari, S. 2017. Is the European Union protecting soil? A critical analysis of Community environmental policy and law. Land Use Policy 163: 163-173.

Turpin, N. et al. 2017. An assessment of policies affecting Sustainable Soil management in Europa and selected member states. Land Use Policy 66: 241-249.

[Volver a sección 2.2. Estructura del documento](#)

5. Valoración de la incorporación de las MPM que se evaluará mediante modelización en el análisis regional en el Proyecto SHui.

Esta sección refleja la discusión del grupo de modeladores hidrológicos en relación con la viabilidad de incorporar las MPMs en el análisis regional, a través de modelos de simulación, para evaluar el impacto de diferentes estrategias en la optimización del uso de los recursos de suelo y agua a través de prácticas agrícolas mejoradas. Aunque centrada en los modelos y sistemas agrícolas incluidos en SHui, la información será útil para estudios similares que se enfrenten a la necesidad de pasar por el proceso de convertir las MPMs específicas en parámetros y algoritmos disponibles en los modelos actuales para simular escenarios.

Las tablas 5.1. y 5.2. enumeran, para los sistemas agrícolas estudiados en Shui, las MPM más relevantes en función de su eficacia y de su presencia en los requisitos de la PAC (sección 4). La tabla 5.3. indica la idoneidad de cinco modelos hidrológicos/de erosión para modelizar el efecto de las diferentes MPM. La tabla 5.4. enumera las formas en que estos modelos pueden incorporar el efecto de las diferentes MPM.

La sección 5 proporciona una guía clara para identificar qué modelos pueden reproducir el efecto de una lista exhaustiva de MPMs, y el enfoque que adoptan para hacerlo. En combinación con la sección 4, que proporciona una valoración de la relevancia de las MPM específicas en la normativa de la PAC, y la sección 3, que introduce los detalles técnicos de cada MPM, esta sección proporciona un punto de entrada para la simulación de escenarios del efecto de MPM específicas en el uso del suelo y del agua

[Volver a sección 2.2. Estructura del documento](#)

		EUROPA		CHINA	
Sist. Agrícola	Cultivo	Clima húmedo	Clima semi-árido	Clima húmedo	Clima semi-árido
RBC-S	Rotación de cereal	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *
RBC-S	Rotación de cereal	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura
RBC-S	Rotación de cereal	Agricultura de curvas de nivel	Agricultura de curvas de nivel		
RBC-R	Rotación de cereal	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *	Laboreo de conservación *
RBC-R	Rotación de cereal	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura
TC-S	Olivos		Cultivos de cobertura		
TC-S	Viñedos	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura		
TC-R	Olivos		Cultivos de cobertura		
TC-R	Viñedos	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura		

Tabla 5.1. Lista de las MPM más prometedoras para la conservación del suelo en las simulaciones de escenarios. RBC es la rotación basada en cereales, TC son los cultivos arbóreos, -S es de seco y R es de regadío. *Laboreo de conservación: estrategias específicas de labranza de conservación que deben aplicarse.

Sist. Agrícola	Cultivo	EUROPA		CHINA	
		Clima húmedo	Clima semi-árido	Clima húmedo	Clima semi-árido
RBC-S	Rotación de cereal	Agricultura de curvas de nivel	Agricultura de curvas de nivel	Agricultura de curvas de nivel	Agricultura de curvas de nivel
RBC-S	Rotación de cereal	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura
RBC-S	Rotación de cereal	Riego deficitario	Riego deficitario	Riego deficitario	Riego deficitario
RBC-R	Rotación de cereal	Reutilización del agua	Reutilización del agua	Cultivos de cobertura	Cultivos de cobertura
TC-S	Olivos	Microcosecha de agua, acolchado	Microcosecha de agua, acolchado		
TC-S	Viñedos	Microcosecha de agua, acolchado	Microcosecha de agua, acolchado		
TC-R	Olivos	Riego deficitario	Riego deficitario		
TC-S	Viñedos	Riego deficitario, reutilización del agua	Riego deficitario, reutilización del agua		

Tabla 5.2. Lista de las MPM más prometedoras para la conservación del agua en las simulaciones de escenarios. RBC es la rotación basada en cereales, TC es el cultivo de árboles, -S es el seco y R es el riego

Nº	MPM Tipo	Descripción	SW	MS	WS	C2	CE
1	Terrazas	Anchura variada, disminución de la pendiente, interrupción de la escorrentía	D	D	D	D	D
2	Curvas de nivel	Aumento de la rugosidad en la dirección de la pendiente, posible redireccionamiento de la escorrentía superficial	D	D	D	D	D
3	Elementos del paisaje	Introducción de varios elementos, varias funciones - no apto para la modelización	N	N	N	N	N
4	Cultivos de cobertura en cultivos	Reducción de la erosión del suelo, aumento de la rugosidad de la superficie, mayor infiltración	I	I	D	I	I
5	Cubierta vegetal en cultivos arbóreos	Cobertura de la superficie del suelo con biomasa	I	I	D	I	I
6	Arado en curvas de nivel	Aumento de la infiltración, aumento de la rugosidad de la superficie, paso inicial para la plantación por curvas de nivel	I	I	D	I	I
7	Barreras vegetales	Franjas de césped, reducción de la velocidad de escorrentía, aumento de la rugosidad de la superficie	I	I	D	N	D
8	Estructuras de control de cárcavas	Represas dentro de los barrancos y cárcavas para detener el flujo de sedimentos e inducir la sedimentación y la estabilización	N	N	N	N	N

Nº	MPM Tipo	Descripción	SW	MS	WS	C2	CE
9	Agricultura de conservación	Labranza mínima - alteración mínima del suelo, modificación de los esquemas de gestión del suelo y de rotación de cultivos	I	I	D	D	N
10	Cultivos de cobertura en cultivos anuales	Provisión de una cobertura permanente del suelo entre la cosecha y la siembra	I	I	D	D	N
11	Agroforestería	Integración de los árboles para la producción forestal con los cultivos y/o el ganado	N	N	N	N	N
12	Recolección de agua	Técnicas destinadas a concentrar y almacenar la escorrentía superficial o subsuperficial para el uso de los cultivos	N	N	N	N	N
13	Riego deficitario	Utilización del agua limitada disponible para el riego en el mejor período para el rendimiento.	D	D	N	N	N
14	Reutilización del agua	Reutilización del agua de actividades anteriores - en su mayoría aguas residuales tratadas	N	N	N	N	N
15	Aumento de la capacidad de retención de agua	Influir en los parámetros del suelo y en las propiedades del perfil del suelo para mejorar la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua	I	I	N	N	N
16	Rotación de cultivos.	Cambiar la rotación de cultivos para disminuir el déficit hídrico, debido a una menor demanda de agua o a una distribución temporal más adecuada de la demanda de agua por parte de las plantas	D	D	D	D	D
17	Medidas técnicas - desviación de agua	Normalmente zanjas o setos que atrapan el flujo laminar en los campos inclinados y lo desvían hacia un lado. Por lo general, prevención del flujo concentrado y de la erosión de las cárcavas	I	D	I	D	N
18	Medidas técnicas - retención de agua	Estructuras lineales, de orientación estrictamente horizontal, que atrapan el flujo superficial en campos con pendiente para evitar el flujo concentrado. El agua se infiltra = se cosecha	I	D	I	D	N
19	Embalses de retención, relacionados con la captación de agua	Pequeños embalses de retención, que atrapan y detienen el agua de la escorrentía superficial de los campos, normalmente para evitar daños en las infraestructuras causados por el flujo concentrado	I	D	I	D	N
20	Cultivo en franjas, ver cultivos de cobertura para cultivos anuales.	Contorno con franjas de diferentes cultivos (por ejemplo, maíz-trigo-maíz)	D	I	D	D	I
21	Diques de contención, véase cárcavas	Pequeñas presas, que atrapan los sedimentos transportados aguas abajo, reducen el pico de las inundaciones	I	I	I	N	N
22	Pozos de agua, véase retención de agua	Cambiar la microtopografía con sumideros considerables a lo largo de la ladera, atrapando el flujo superficial, aumentando la rugosidad de la superficie, cosecha de agua	N	N	N	N	N

Tabla 5.3. Viabilidad de cinco modelos hidrológicos para simular el efecto de las MPM en la conservación del suelo y el agua. D=directamente (el modelo tiene un parámetro/variable adecuado para simular el efecto). I= indirectamente (el efecto puede aproximarse mediante la mezcla de parámetros correlacionados). N = el modelo no puede utilizarse para la evaluación del escenario de esta MPM.
Modelos: SW = SWAT; MS = MIKE-SHE; WS = WATEM/SEDEM; C2 = CASE 2; CE = CSLE.

Nº	MPM Tipo	Conductividad hidráulica del suelo	Modificación de la pendiente	Contenido de carbono orgánico	Capacidad de retención de agua	Capacidad de retención de la cuenca	Estructura del suelo	Recogida de agua para el riego	Mayor intercepción	Disminución de la velocidad del flujo superficial	Infiltración debido a la rugosidad de la superficie	Conservación de la erosión del suelo
1	Terrazas	XXX				XX						XXX
2	Curvas de nivel				X					XX	XX	
3	Elementos del paisaje											
4	Cultivos de cobertura en cultivos arbóreos	X		XX	XX	XX	XXX		XXX	XXX	XXX	XX
5	Cubierta vegetal en cultivos arbóreos				X	X			XX			
6	Arado en curvas de nivel				X	X				XX	XX	X
7	Barreras vegetales								X	X	X	XX
8	Estructuras de control de cárcavas	XXX		XXX	XX	XX	XXX		XX	XX	XX	XX
9	Agricultura de conservación	X		XX	XX	X	X		XX			XXX
10	Cultivos de cobertura en cultivos anuales											
11	Agroforestería					X		XXX				
12	Recolección de agua				X		X					
13	Riego deficitario											
14	Reutilización del agua				XXX	X						
15	Aumento de la capacidad de retención de agua	X		X		X	X		XX	XX	XX	XX
16	Rotación de cultivos							X		XX		XXX

Tabla 5.4. Estrategia de los modelos hidrológicos para reproducir el efecto de las MPM en los índices de conservación del suelo y del agua. Valoración de la viabilidad de la evaluación de los parámetros: xxx = alta; xx = moderada; x = baja; ninguna.

Nº	MPM Tipo	Conductividad hidráulica del suelo	Modificación de la pendiente	Contenido de carbono orgánico	Capacidad de retención de agua	Capacidad de retención de la cuenca	Estructura del suelo	Recogida de agua para el riego	Mayor intercepción	Disminución de la velocidad del flujo superficial	Infiltración debido a la rugosidad de la superficie	Conservación de la erosión del suelo
17	Medidas técnicas - desviación de agua					XXX		X		XX		XXX
18	Medidas técnicas - retención de agua				X	XXX		XXX				X
19	Embalses de retención, relacionados con la captación de agua	X		X	XX	XX	X		X	XX	XX	XXX
20	Cultivo en franjas, ver cultivos de cobertura para cultivos anuales.					X						XX
21	Diques de contención, véase cárcavas.					XX				XX	XXX	X

Tabla 5.4. Estrategia de los modelos hidrológicos para reproducir el efecto de las MPM en los índices de conservación del suelo y del agua. Valoración de la viabilidad de la evaluación de los parámetros: xxx = alta; xx = moderada; x = baja; ninguna.

Anexo 1: MPM del suelo y del agua en relación con la PAC actual y la futura.

A.1. Principales conceptos utilizados en la PAC

A.1.1 Condicionalidad.

Fuente: EU:

<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy>

Mediante la condicionalidad, se anima a los agricultores a cumplir las normas de la Unión Europea (UE) en materia de salud pública, vegetal y animal y bienestar. La condicionalidad contribuye a que la agricultura europea sea más sostenible. Para recibir las ayudas a la renta de la UE, los agricultores deben respetar una serie de normas básicas. La interacción entre este respeto de las normas y la ayuda que se presta a los agricultores se denomina condicionalidad.

Las normas que deben cumplir los agricultores son las siguientes:

- Los requisitos legales de gestión, que se aplican a todos los agricultores, reciban o no ayudas de la Política Agrícola Común (PAC)
- Las buenas condiciones agrarias y medioambientales, que sólo se aplican a los agricultores que reciben ayudas de la PAC.

Los agricultores que infrinjan la normativa de la UE en materia de medio ambiente, salud pública y animal, bienestar de los animales o gestión de las tierras verán reducidas sus ayudas de la UE y podrán enfrentarse a otras sanciones.

REQUISITOS LEGALES DE GESTIÓN (RLG)

Todos los agricultores, reciban o no ayudas de la PAC, tienen que respetar los requisitos legales de gestión (RLG). Los RLG incluyen las normas de la UE sobre salud pública, animal y vegetal, bienestar animal y medio ambiente. En lo que respecta al cultivo, estos RLG son los siguientes:

- Salud pública, animal y vegetal
 - Legislación alimentaria general (Reglamento de la UE 178/2002)
 - Reglamento sobre productos fitosanitarios (Reglamento UE 1107/2009)
- Medio ambiente
 - Directiva sobre nitratos (Directiva 91/676/CEE del Consejo)
 - Directiva NATURA 2000 sobre las aves silvestres (Directiva Aves 2009/147/CE)
 - Directiva NATURA 2000 sobre hábitats naturales (Directiva Hábitat 92/43/CEE del Consejo).

Buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM)

Además de los requisitos legales de gestión, los agricultores que reciben ayudas de la PAC tienen que respetar las normas de la UE sobre las buenas condiciones agrarias y medioambientales de las tierras (BCAM).

Estas normas tienen por objeto:

1. Prevenir la erosión del suelo mediante la definición de una cobertura mínima del suelo y unas prácticas mínimas de gestión de la tierra.
2. Mantener la materia orgánica y la estructura del suelo.

3. Mantener las praderas permanentes
4. Proteger la biodiversidad y garantizar el mantenimiento de las características del paisaje, por ejemplo, mediante la prohibición de cortar los setos y los árboles durante la temporada de cría de aves
5. Proteger y gestionar el agua mediante el establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua, la autorización del agua para el riego y la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación.

A continuación se incluye un apartado específico sobre estas BCAM, [A.1.3.](#)

SANCIONES POR INCUMPLIMIENTO

En el marco del sistema de condicionalidad, los agricultores que no respeten las normas de la UE pueden ver reducidas las ayudas directas (desacopladas o acopladas) la mayoría de los pagos al desarrollo rural: pagos por superficie, incluidas las medidas agroambientales, las zonas con limitaciones naturales, las medidas NATURA 2000, las medidas de forestación, los pagos medioambientales a los bosques, la agrosilvicultura y la agricultura ecológica los pagos al sector vitivinícola: reestructuración y reconversión de viñedos y vendimia en verde

[Volver a sección 2.2. Estructura del documento](#)

A.1.2. Greening (Pago directo verde).

Fuente: EU:

<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy>

El "pago directo verde" (o "greening") apoya a los agricultores que adoptan o mantienen prácticas agrícolas que ayudan a cumplir los objetivos medioambientales y climáticos. Tal y como se aplica en la PAC para el periodo actual (2015-2020), los países de la UE deben destinar el 30% de sus ayudas a la renta al "greening".

Las tres acciones que los agricultores deben poner en marcha son:

- **Diversificación de cultivos:** una mayor variedad de cultivos hace que el suelo y los ecosistemas sean más resistentes.
- **Mantener los pastizales permanentes:** los pastizales favorecen la captación de carbono y protegen la biodiversidad (hábitats)
- **Dedicar el 5% de las tierras de cultivo a zonas beneficiosas para la biodiversidad** en las Zonas de Interés Ecológico, por ejemplo, árboles, setos o tierras en barbecho que mejoren la biodiversidad y los hábitats.

DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS

Las explotaciones con más de 10 ha de tierra cultivable deben tener al menos dos cultivos, mientras que en las de más de 30 ha se exigen al menos tres. El cultivo principal no puede ocupar más del 75% de la superficie. Hay excepciones a las normas, dependiendo de la situación individual. Por ejemplo, los agricultores con una gran proporción de praderas, que son en sí mismas beneficiosas para el medio ambiente.

MANTENIMIENTO DE LOS PASTIZALES PERMANENTES

Los países de la UE fijan la proporción de pastizales permanentes en relación con las tierras agrícolas a nivel nacional o regional (con un margen de flexibilidad del 5%). Además, los países de la UE designan zonas de praderas permanentes ambientalmente sensibles. Los agricultores no pueden arar o convertir los pastizales permanentes en estas zonas.

ZONAS ECOLÓGICAMENTE SENSIBLES

Los agricultores con tierras de cultivo de más de 15 ha deben garantizar que al menos el 5% de sus tierras sean zonas de interés ecológico para salvaguardar y mejorar la biodiversidad en las explotaciones.

EXENCIONES

Las normas de ecologización no se aplican a los agricultores que hayan optado por el régimen de pequeños agricultores, por razones administrativas y de proporcionalidad.

Los agricultores ecológicos reciben automáticamente una ayuda de ecologización para su explotación, ya que se considera que aportan beneficios medioambientales por la naturaleza de su trabajo.

Pueden aplicarse otras exenciones, en función de la situación individual del agricultor.

ALTERNATIVAS AL GREENING

Los países de la UE pueden permitir a los agricultores cumplir uno o varios requisitos de ecologización mediante prácticas equivalentes. Las prácticas equivalentes deben basarse en los regímenes agroambientales de los programas de desarrollo rural de los países de la UE o en los regímenes de certificación nacionales o regionales.

Cada país de la UE garantiza que los agricultores que utilicen prácticas alternativas no se beneficien tanto de las ayudas a la renta para la ecologización obligatoria como de los fondos de desarrollo rural.

[Volver a sección 2.2. Estructura del documento](#)

A.1.3. Buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM) como parte de la condicionalidad.

Fuente: EU:
[https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Good_Agricultural_and_Environmental_Conditions_\(GAEC\)](https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Good_Agricultural_and_Environmental_Conditions_(GAEC))

Las buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM) se definen en el marco de la llamada condicionalidad. Con el fin de garantizar que todas las tierras agrícolas, especialmente las que ya no se utilizan con fines de producción, se mantengan en buenas condiciones agrícolas y medioambientales, los Estados miembros (EM) definirán unos requisitos mínimos sobre la base del anexo II del Reglamento (CE) nº 1306/2013 del Consejo. Los requisitos mínimos de las BCAM deben definirse teniendo en cuenta las características específicas de las zonas en cuestión, incluidas las condiciones edafoclimáticas, los sistemas de cultivo existentes, el uso de la tierra, la rotación de cultivos, las prácticas agrícolas y las estructuras de las explotaciones.

Los requisitos mínimos pueden definirse a nivel nacional o regional. **Los Estados miembros no definirán los requisitos mínimos que se establecen en el anexo II.** La aplicación del marco de las BCAM da lugar a una gran variedad de requisitos mínimos en toda Europa y, a veces, incluso dentro de los Estados miembros cuando las BCAM se definen a nivel regional.

Área	Asunto principal	Requisitos y normas definidos en la PAC actual (2013-2020).
Medio ambiente, cambio climático, buen estado agrícola de las tierras	Agua	BCAM 1: Establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua.
		BCAM 2: Cuando el uso del agua para el riego esté sujeto a autorización, cumplimiento de los procedimientos de autorización.
		BCAM 3: Protección de las aguas subterráneas contra la contaminación: prohibición de los vertidos directos en las aguas subterráneas y medidas para evitar la contaminación indirecta de las aguas subterráneas mediante el vertido en el suelo y la percolación a través del mismo de las sustancias peligrosas enumeradas en el anexo de la Directiva 80/68/CEE en su versión vigente el último día de su validez, en la medida en que se refieran a la actividad agrícola.
	Suelo y reservas de carbono	BCAM 4: Cobertura mínima del suelo.
		BCAM 5: Gestión mínima de la tierra que refleje las condiciones específicas del lugar para limitar la erosión.

Área	Asunto principal	Requisitos y normas definidos en la PAC actual (2013-2020).
Medio ambiente, cambio climático, buen estado agrícola de las tierras		BCAM 6: Mantenimiento del nivel de materia orgánica del suelo mediante prácticas adecuadas, incluida la prohibición de quemar los rastrojos de los cultivos, salvo por motivos fitosanitarios.
	Paisaje, nivel mínimo de mantenimiento	BCAM 7: Mantenimiento de los elementos del paisaje, incluidos, cuando proceda, los setos, los estanques, las zanjas, los árboles en línea, en grupo o aislados, los márgenes de los campos y las terrazas, e incluida la prohibición de cortar los setos y los árboles durante la época de cría y reproducción de las aves y, como opción, medidas para evitar las especies vegetales invasoras.

Cuadro A1: Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales (BCAM) en la PAC actual extraídas del Anexo II de la (CE) nº 1306/2013.

Cuadro A2 extraído de la información disponible en la web de la CE relacionada con la PAC.

https://ec.europa.eu/info/news/environmental-care-and-climate-change-objectives-future-cap-2019-jan-25_en

Área	Asunto principal	Requisitos y normas definidos en la PAC actual (2013-2020).
Medio ambiente, cambio climático, buen estado agrícola de las tierras		BCAM 1: Pastos permanentes.
	Cambio climático	BCAM 2: BCAM 2: Preservación de los suelos ricos en carbono, como las turberas y los humedales (nuevo) .
		BCAM 3: Mantenimiento de la materia orgánica del suelo mediante la prohibición de quemar rastrojos.
	Agua	BCAM 4: Establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua.
		BCAM 5: Uso obligatorio de la nueva Herramienta de Sostenibilidad Agrícola para los Nutrientes (nuevo) .
		BCAM 6: Gestión mínima de la tierra en régimen de labranza para reducir el riesgo de degradación del suelo, incluso en las pendientes.

Área	Asunto principal	Requisitos y normas definidos en la PAC actual (2013-2020).
Medio ambiente, cambio climático, buen estado agrícola de las tierras	Protección y calidad del suelo	BCAM 7: No hay suelo desnudo en el periodo más sensible.
		BCAM 8: Rotación de cultivos (sustituye a la diversificación de cultivos) .
	Biodiversidad y paisaje	BCAM 9: Mantenimiento de elementos y zonas no productivas, incluida una proporción mínima de superficie agrícola dedicada a elementos o zonas no productivas, conservación de elementos paisajísticos, prohibición de cortar setos y árboles durante la época de cría y anidación de las aves y, como opción, medidas para evitar las especies vegetales invasoras (sustituye a las zonas de interés ecológico) . BCAM 10: Prohibición de convertir o arar los pastizales permanentes en los espacios Natura 2000 (nuevo) .

Cuadro A2: Buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM) definidas para el futuro periodo de la PAC.

[Volver a sección 2.2. Estructura del documento](#)

A.1.4. Los objetivos medioambientales de la futura PAC (2021-2026).

Fuente: EU:

https://ec.europa.eu/info/news/environmental-care-and-climate-change-objectives-future-cap-2019-jan-25_en

LA ARQUITECTURA VERDE

Tres de los nueve objetivos de la futura PAC pretenden potenciar y mejorar nuestras acciones y ambiciones en materia de medio ambiente y cambio climático

1. Contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como a la energía sostenible;
2. Fomentar el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales como el agua, el suelo y el aire; y
3. Contribuir a la protección de la biodiversidad, a la mejora de los servicios de los ecosistemas y a la preservación de nuestros hábitats y paisajes.

MEJORA DE LA "CONDICIONALIDAD"

La condicionalidad es parte integrante del futuro marco de la PAC y sustituye a la "ecologización" y la condicionalidad de la PAC actual. Establece la base para unos compromisos agrícolas más ambiciosos y sostenibles mediante la adopción de buenas prácticas y normas agrícolas por parte de los agricultores. La condicionalidad vincula las ayudas a la renta (y otros pagos por superficie y por animales) a prácticas y normas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y el clima, conocidas como **"buenas condiciones agrarias y medioambientales" (BCAM) y requisitos legales de gestión (RLG)**. Estas prácticas y normas tienen como objetivo ofrecer un mayor nivel de acción medioambiental y climática. Las BCAM establecen normas para mitigar el cambio climático y adaptarse a él; para hacer frente a los problemas del agua; para la protección y la calidad del suelo; para la gestión de la tierra; y para la protección y la calidad de la biodiversidad. **Hay un total de 10 BCAM en la futura PAC, lo que supone 3 nuevas BCAM más en comparación con la PAC actual.**

CAMBIO CLIMÁTICO

- BCAM 1 - Pastos permanentes.
- BCAM 2 - Preservación de los suelos ricos en carbono, como las turberas y los humedales (nuevo).
- BCAM 3 - Mantenimiento de la materia orgánica del suelo mediante la prohibición de quemar rastrojos.

AGUA

- BCAM 4 - Establecimiento de franjas de protección a lo largo de los cursos de agua.
- BCAM 5 - Uso obligatorio de la nueva herramienta de sostenibilidad de las explotaciones agrícolas para los nutrientes (nueva).

PROTECCIÓN Y CALIDAD DEL SUELO

- BCAM 6 - Gestión mínima de la tierra en régimen de labranza para reducir el riesgo de degradación del suelo, incluso en las pendientes.
- BCAM 7 - Ausencia de suelo desnudo en el período más sensible.
- BCAM 8 - Rotación de cultivos (sustituye a la diversificación de cultivos).

BIODIVERSIDAD Y PAISAJE

- BCAM 9 - Mantenimiento de elementos y zonas no productivas, incluida una proporción mínima de superficie agrícola dedicada a elementos o zonas no productivas, conservación de elementos paisajísticos, prohibición de cortar setos y árboles durante la época de cría y anidación de las aves y, como opción, medidas para evitar las especies vegetales invasoras (sustituye a las zonas de interés ecológico).
- BCAM 10 - Prohibición de convertir o arar pastizales permanentes en lugares de la Red Natura 2000 (nuevo).

Los RLG vinculan la PAC con la legislación comunitaria más amplia que regula el medio ambiente, la salud pública, la sanidad animal, la fitosanidad y el bienestar animal. El número de RLG de la futura PAC ha aumentado e incluye requisitos para respetar las obligaciones de la "Directiva sobre la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres"; la "Directiva sobre la conservación de las aves silvestres"; la "Directiva sobre los nitratos"; y elementos de la "Directiva marco sobre el agua"; y la "Directiva sobre el uso sostenible de los plaguicidas".

La condicionalidad será obligatoria tanto para los Estados miembros como para los que reciban pagos directos. Los Estados miembros definirán una norma nacional para cada una de las normas de la UE (BCAM y RLG), detallando su aplicación y adaptándola a sus necesidades y características locales específicas (por ejemplo, las condiciones edafológicas, climáticas y agrícolas, el uso de la tierra, la rotación de cultivos, las prácticas agrícolas y las estructuras de las explotaciones). El marco de aplicación medioambiental y climática de las BCAM puede mejorarse aún más definiendo normas nacionales adicionales. Para animar y recompensar a los Estados miembros que cumplan sus objetivos de rendimiento medioambiental y climático, la Comisión Europea ofrece una bonificación de rendimiento del 5% basada en la financiación asignada al país para 2017.

ESQUEMAS ECOLÓGICOS (ECOESQUEMAS)

La futura PAC incorpora un sistema nuevo e innovador, conocido como "ecoesquemas", para aumentar la acción nacional en materia de medio ambiente y cuidado del clima en función de las necesidades y circunstancias locales. **Es obligatorio que los Estados miembros diseñen y ofrezcan uno o más ecoesquemas.** Sin embargo, la adhesión de los agricultores es voluntaria. Los ecoesquemas implican un compromiso anual de un año de duración, lo que los hace flexibles y atractivos para que los agricultores continúen en los esquemas que mejor les han funcionado y abandonen los que no. Los ecoesquemas presentan una oportunidad única para que los Estados miembros inviertan, incentiven y recompensen fuertemente a sus agricultores por ir más allá de los requisitos obligatorios y básicos de la condicionalidad y mejorar el rendimiento medioambiental y climático en función de las necesidades y condiciones locales.

Como los regímenes ecológicos se financian con el presupuesto nacional de pagos directos, **los Estados miembros pueden garantizar que los regímenes se ajusten exactamente a las necesidades de su entorno local y de sus agricultores.** Los pagos se basan en un pago anual por hectárea subvencionable y podrían ofrecerse como "complemento" de los pagos directos de los agricultores o como regímenes independientes con pagos basados en las pérdidas de ingresos y los costes adicionales incurridos por los agricultores. Los regímenes podrían incluir también regímenes "de entrada", que podrían ampliarse y mejorarse mediante ambiciosas medidas de desarrollo rural. Los Estados miembros pueden diseñar regímenes ecológicos para prácticas agrícolas como la mejora de la gestión de los pastos permanentes y los paisajes, la gestión de los nutrientes, los paquetes de alimentación y anidación para las especies polinizadoras, la agroecología y la agricultura ecológica.

MEDIDAS AGROAMBIENTALES Y CLIMÁTICAS (AECM)

Los AECM de la futura PAC están diseñados para garantizar las mejores prácticas medioambientales y climáticas en el marco del desarrollo rural. Su objetivo es restaurar, preservar y mejorar los ecosistemas, promover la eficiencia de los recursos y avanzar hacia una economía baja en carbono y resistente al clima. Es importante garantizar que los tipos de intervenciones que se pongan en marcha apoyen las necesidades específicas nacionales, regionales y locales y, en ciertos casos, puedan basarse en las financiadas en los regímenes ecológicos. Las intervenciones de AECM podrían incluir: sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente, como la agroecología y la agrosilvicultura; servicios medioambientales y climáticos de los bosques; conservación y resiliencia de los bosques basada en especies autóctonas; métodos de agricultura de precisión; agricultura ecológica; energía renovable y bioeconomía; bienestar animal; y uso y desarrollo sostenible de los recursos genéticos.

Al igual que los regímenes ecológicos, los Estados miembros tienen la obligación de ofrecer y diseñar los AECM, pero la adhesión de los agricultores y beneficiarios es voluntaria. Los Estados miembros deberán destinar al menos el 30% de su presupuesto de desarrollo rural a apoyar las medidas de medio ambiente y cambio climático. Los Estados miembros pueden aumentar este gasto transfiriendo hasta un 15% de su financiación de ayudas a la renta y medidas de mercado al de desarrollo rural o mediante cofinanciación nacional. Los pagos se conceden a aquellos que voluntariamente van más allá de las normas obligatorias básicas para maximizar las acciones para el cambio climático y proteger la calidad y disponibilidad del agua, la calidad del aire, la salud del suelo, la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.

NUEVA FORMA DE TRABAJAR

El nuevo modelo de aplicación de la futura PAC se centra en el rendimiento y los resultados. Los Estados miembros diseñarán su Plan Estratégico de la PAC para alcanzar los objetivos comunes de la UE en materia de medio ambiente y cambio climático, fijando objetivos cuantificados y teniendo en cuenta las necesidades y condiciones locales específicas. El Plan Estratégico de la PAC debe ser coherente con los objetivos del conjunto de la UE, mantener el carácter común de la política y no distorsionar ni gravar el mercado único. La consulta a los organismos nacionales, a las partes interesadas, al mundo académico, a la comunidad agrícola y a los ciudadanos ayudará a identificar los retos locales en materia de medio ambiente y clima y a desarrollar medidas basadas en el rendimiento para abordarlos. Una vez que el plan cumpla los objetivos y condiciones de la UE, la Comisión Europea lo aprobará.

Un nuevo marco de seguimiento y revisión anual exige a los Estados miembros que supervisen sus avances con respecto a sus objetivos, ajustando su plan cuando sea necesario, y presentando un informe anual de resultados. La Comisión Europea lo revisará y hará recomendaciones si es necesario. **En caso de incumplimiento grave, la Comisión Europea suspenderá los pagos y trabajará con el Estado miembro para ayudarle a alcanzar el objetivo. Este nuevo enfoque da a los Estados miembros la libertad, la flexibilidad y la responsabilidad de ajustar y adaptar su enfoque a las condiciones locales y mostrar un mayor nivel de ambición para cuidar el medio ambiente y el clima.**

[Volver a Sección 2.2. Estructura del documento](#)

Anexo 2: Las prácticas de gestión del suelo y del agua en relación con los principales instrumentos políticos de China

A.2.1. Plan de acción de labranza de conservación en la región de tierras negras del Noreste de China (2020-2025).

Fuente: Ministerio de Agricultura

http://www.moa.gov.cn/gk/ghjh_1/202003/t20200318_6339304.htm

El "plan de acción de laboreo de conservación en la región de suelos negros del noreste de China (2020-2025)" fue publicado en 2020 por el ministerio de agricultura y el ministerio de finanzas. Para 2025, más de 9 millones de hectáreas de tierra cultivable habrán adoptado prácticas de conservación que incluyen la no labranza y la labranza reducida para controlar la erosión del suelo y mejorar su calidad.

A.2.2. El programa piloto de control integral de la erosión del suelo en la región de tierras negras del noreste de China.

Fuente: Shen, Bo, J. Fan, Q. Pan, L. Hui. Introducción al programa piloto de control integral de la erosión del suelo en la región de tierras negras del noreste de China. Soil and water conservation of China, 2003, 11: 7-8 (publicado en chino)

El inicio de la conservación del suelo en la región de tierras negras del noreste de China fue entre 2003 y 2005, cuando se llevó a cabo un proyecto piloto de aplicación de prácticas integrales de control de la erosión del suelo en 8 cuencas fluviales con una superficie de 5.583,21 km². La inversión total fue de 195 millones de RMB. En el caso de las tierras inclinadas y cultivables, las prácticas incluían terrazas (5870,16 ha), plantación de crestas en el contorno (39096,59 ha), franjas de vegetación en las crestas (23075,72 ha), cierre de laderas para facilitar la repoblación forestal (907,93 km²) y diques de contención de piedra y vegetación (13680) para el control de las cárcavas. Se clasificaron tres regiones diferentes en zona de colinas onduladas, zona de colinas y zona de transición agrícola-pastoral para diversas prácticas. Las prácticas dominantes fueron las franjas de vegetación de cresta y la plantación de crestas en contorno. Éstas se distribuyeron en tierras de cultivo con pendientes de 8 a 15 grados y de menos de 8 grados para la zona de colinas onduladas. Las terrazas se construyeron en tierras con pendientes de entre 15 y 25 grados. Las laderas de las tierras con pendientes superiores a 25 grados se reforzaron, mientras que en la zona de transición agrícola-pastoral se utilizaron bosques de freno de viento y pastos cerrados de rotación.

A.2.3. Programas de control integral de la erosión del suelo en la región de tierras negras del noreste de China.

Fuente: Ministerio de Agricultura

http://nfb.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/gongzuodongtai/201701/t20170110_2517626.html

Tras el programa piloto de 2003 a 2005, de 2008 a 2015 los programas de prácticas integrales para el control de la erosión del suelo han sido apoyados por el ministerio de finanzas.

La inversión total fue de 120 millones de RMB, y se dividió en varias etapas: lecciones aprendidas del proyecto piloto y las prácticas implementadas en diferentes regiones, incluyendo la labranza de conservación de la tierra cultivable en pendiente y la forestación.

A.2.4 Programa de control de la erosión en cárcavas para tierras de cultivo en la región de suelos negros del noreste de China.

Fuente: Ministerio de Agricultura

http://swcc.mwr.gov.cn/stbcsbyw/201709/t20170915_1000154.html

De 2017 a 2019, se centró en el control de los barrancos y cárcavas en las tierras de cultivo en pendiente. La inversión fue de unos 29 millones de RMB para el control de 976 grandes barrancos, incluyendo diques de contención, protección de los taludes de los barrancos y protección de las cabeceras de los barrancos, combinando tanto la vegetación como las medidas de ingeniería.

A.2.5. Programa piloto nacional de control integral de la erosión del suelo para tierras de cultivo en pendiente.

Fuente: Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, Ministerio de Recursos Hídricos

http://www.mwr.gov.cn/xw/sjzs/201702/t20170212_800196.html

En 2010, se puso en marcha el programa piloto nacional de control integral de la erosión del suelo en tierras de cultivo en pendiente, que abarca 50 condados de 16 provincias de todo el país y que incluye terrazas, estanques de captación de agua y acequias de riego y drenaje. Entre 2010 y 2012, se invirtió un total de 98 millones de RMB en terrazas que cubrían 4.333 hectáreas de tierras de cultivo en pendiente en la zona montañosa del sur de la región de tierras negras del noreste de China, con el apoyo de este programa.

A.2.6. Programa especial nacional del 13º plan quinquenal para el control integral de la erosión del suelo en las tierras de cultivo en pendiente.

Fuente: Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, Ministerio de Recursos Hídricos

http://www.mwr.gov.cn/xw/slyw/201703/t20170314_880871.html

El programa especial nacional del 13º plan quinquenal para el control integral de la erosión del suelo para las tierras cultivables en pendiente emitido por la comisión nacional de desarrollo y reforma y el ministerio de recursos hídricos. Conservación del suelo y el agua de China, 2017, 4: 14 (publicado en chino).

Después del programa piloto nacional durante 2010-2012, la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma y el Ministerio de Recursos Hídricos emitieron el programa especial nacional del 13º plan quinquenal para el control integral de la erosión del suelo en las tierras de cultivo en pendiente. El objetivo era construir 32.700 hectáreas de terrazas de cultivo en 263 condados de 22 provincias, incluida la región de tierras negras del noreste de China, para finales del año 2020.

[Volver a Sección 2.2. Estructura del documento](#)



Importe total de la ayuda aprobado: 499.930,00 € cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural – FEADER



Soil Hydrology research platform underpinning innovation to manage water scarcity in European and Chinese cropping systems (SHui).

GA 773903