

SUBTEMA 2

Mejora de la resiliencia a los riesgos climáticos

1. Resistencia a sequías y olas de calor extremas

El análisis de las tendencias de las temperaturas en los últimos 120 años pone de manifiesto que la cuenca mediterránea se ha calentado con mayor rapidez, aproximadamente un 20 % más que la media mundial¹. Esta tendencia está causando daños reales y graves a los cultivos perennes mediterráneos, lo que se traduce en una disminución de la productividad y la calidad de los árboles frutales. La situación exige una actuación inmediata para desarrollar estrategias adaptativas que combinen prácticas agrícolas sostenibles e inversiones en infraestructuras resilientes al clima (es decir, mallas de sombreo y material vegetal tolerante a la sequía).

1.1 Mallas de sombreo

Las mallas de sombreo protegen los cultivos perennes frente la sequía y las olas de calor extremas. Aunque los costes de su instalación pueden ser importantes, también protegen contra el granizo y reducen la vulnerabilidad ante los riesgos climáticos en general.

En viticultura, el [proyecto VITISAD](#) demostró que las mallas de sombreo reducen la exposición a las quemaduras solares al atenuar la radiación y retrasar cinco días el proceso de maduración, lo que optimiza la calidad del vino. Los parámetros de madurez de las bayas también se vieron afectados, con menor azúcar y mayor acidez, aumento del contenido de nitrógeno asimilable de los mostos en ~20 % y disminución del color y de los compuestos fenólicos en los vinos tintos. Además, las vides con mallas estaban menos estresadas bajo déficit hídrico. El [proyecto RESILVINE](#) investigó el impacto de diferentes colores de mallas de sombreo sobre la dinámica de maduración y la producción de uvas para vino espumoso (var. Chardonnay) (figura 1). Las mallas de sombreo redujeron la incidencia de la radiación solar global y disminuyeron significativamente la temperatura de las bayas bajo la luz solar directa, con una mayor acumulación de azúcar bajo las mallas blancas. El rendimiento de las mallas de sombreo se confirmó en relación con el efecto sobre el microclima del viñedo.

Name	Plot	Shading %
CON	Control	0
WHT	White	30
LGR	Light Green	8
DGR	Dark Green	19
BLK	Black	26



Figura 1. Proyecto RESILVINE, granja Ferghettina

Las mallas de sombreo azules y blancas (20 % de intensidad de sombra, figura 2) parecen reducir la temperatura media de la cubierta en los aguacates Hass^{2,3,4}.

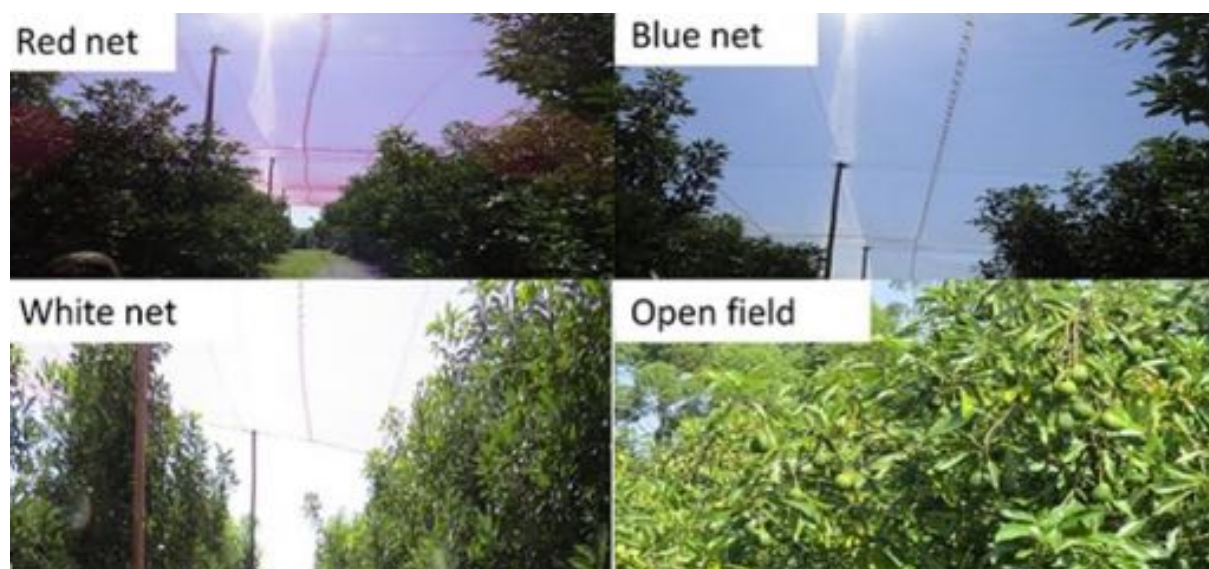


Figura 2. Mallas de sombreo en un huerto de aguacates²

Las mallas de sombreo también son una herramienta valiosa en la producción de cerezas dulces, ya que ofrecen varias ventajas, como la protección solar, la regulación de la temperatura, la maduración uniforme de la fruta, la mejora del rendimiento y la conservación del agua. El porcentaje de sombra adecuado debería decidirse con arreglo a las condiciones climáticas locales y a las necesidades de la variedad de cereza (normalmente, 30-40 % de sombra)⁵.

2.1 Aplicaciones foliares

En el manejo del olivo, el uso de aplicaciones foliares de caolín, ácido salicílico y ácido abscísico, combinados o por separado, puede ser una estrategia eficaz para mitigar los efectos de la sequía y las olas de calor. El caolín, un mineral arcilloso natural, actúa como barrera física en las hojas, con lo que reduce la pérdida de agua por transpiración y proporciona cierta protección contra el estrés térmico. El ácido salicílico es conocido por su papel en los mecanismos de defensa de las plantas y puede ayudar a los olivos a soportar mejor el estrés medioambiental. El ácido abscísico es una hormona vegetal que regula las respuestas a la sequía y puede ayudar a los olivos a conservar el agua y ajustar sus patrones de crecimiento durante la escasez de agua. El Grupo Operativo Portugués [Nuevas prácticas en olivares de secano](#) exploró los efectos de diferentes sustancias naturales que inducen mecanismos de resistencia con efecto protector frente a factores ambientales adversos. La aplicación de ácido salicílico y caolín aumentó significativamente la productividad de las aceitunas (figura 3), y la calidad del aceite de oliva no se vio afectada de forma negativa⁶. Además, la aplicación de ácido abscísico demostró un efecto a medio y largo plazo (figura 4) sobre el estado hídrico de los árboles, lo que contribuye a aumentar su resiliencia a la sequía de estrés estival y a retrasar los efectos adversos de la sequía. Las funciones fisiológicas y bioquímicas de los árboles también mejoraron durante la recuperación, ya que su capacidad para recuperarse de una sequía previa depende de la gravedad de los daños causados por el estrés anterior⁷. Sin embargo, es importante seguir las dosis de aplicación y los plazos recomendados para garantizar la eficacia de la estrategia.

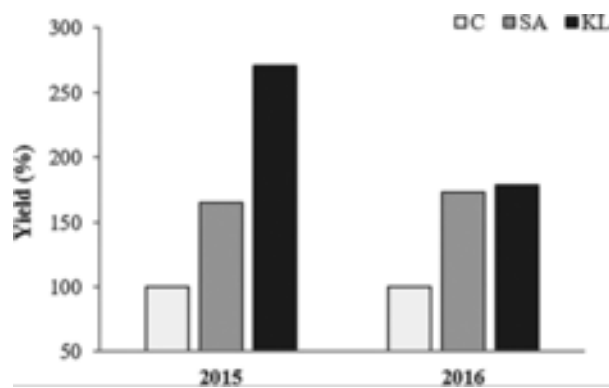


Figura 3. Influencia de los tratamientos con ácido salicílico (SA) y caolín (KL) en el rendimiento de la aceituna en dos años de experimento⁶

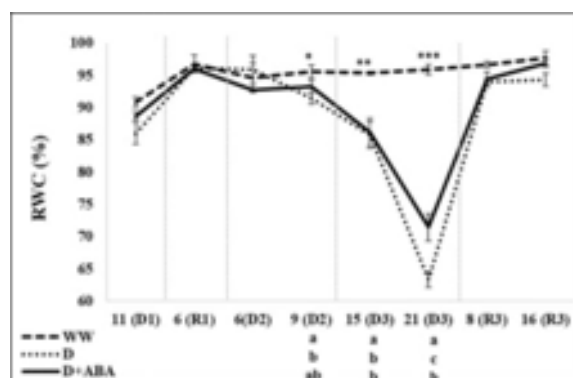


Figura 4. Cambios en el contenido relativo de agua (RWC) durante los días de sequía (D1, D2, D3) y recuperación (R1, R3) en cada ciclo, en hojas de plantas bien regadas (WW) y con sequía sin (D) y con ácido abscísico (D + ABA)⁷

La aplicación de caolín en las hojas de la vid también puede ser una buena estrategia para hacer frente a las olas de calor debido a la capacidad del caolín para reflejar la luz ultravioleta, lo que puede reducir la temperatura de las hojas y los frutos hasta 5 °C. Los [proyectos de cooperación Generalitat Valenciana](#) observaron que las aplicaciones de caolín en viñedos (figura 5) permiten una mejor intensidad de color y una mayor concentración de taninos y componentes aromáticos, en un estudio sobre la fisiología del viñedo y la calidad del vino en un viñedo de la cepa Marselan en España.



Figura 5. Utilización de caolín en un viñedo de la cepa Marselan (Bodegas Enguera)

3.1 Prácticas agrícolas de secano

La agricultura de secano consiste en una combinación de técnicas agrícolas que requieren un aporte mínimo de agua. Estas prácticas son beneficiosas en zonas propensas a la sequía y las olas de calor, ya que pueden ayudar a reducir el consumo de agua y aumentar la salud y resiliencia del suelo. Algunas técnicas habituales de agricultura de secano son el *mulching*, los cultivos de cobertura y la plantación de variedades de cultivos resistentes a la sequía.

Utilización de técnicas de mulching y cultivos de cobertura

El [proyecto DRIVE LIFE](#) investigó soluciones innovadoras para el manejo de los viñedos con el fin de reducir los efectos de la sequía mediante el desarrollo de técnicas de gestión del suelo y las cubiertas de los árboles para mejorar la resiliencia al agua. En viñedos situados en el noroeste de Italia se sembraron diferentes mezclas de cultivos de cobertura de invierno entre las hileras tras la vendimia. Los cultivos de cobertura se terminaron a finales de primavera mediante diferentes técnicas (figura 6), lo que aumentó el almacenamiento de agua en el suelo hasta un 10 %. El *mulching* subhilera permitió ahorrar agua con un potencial hídrico foliar positivo durante la temporada. También mejoraron algunos servicios ecosistémicos (secuestro de carbono en el suelo, polinización y lucha contra la erosión del suelo). La composición de la mezcla de semillas afectó a la composición de la uva: el pasto a base de cereales dio lugar a un mayor contenido de azúcar, mientras que las mezclas a base de leguminosas dieron lugar a una mayor acidez y nitrógeno disponible. Sin embargo, la eficacia de las técnicas propuestas está fuertemente ligada a las tendencias meteorológicas estacionales, que repercuten en la producción de biomasa y en el uso adicional de agua.

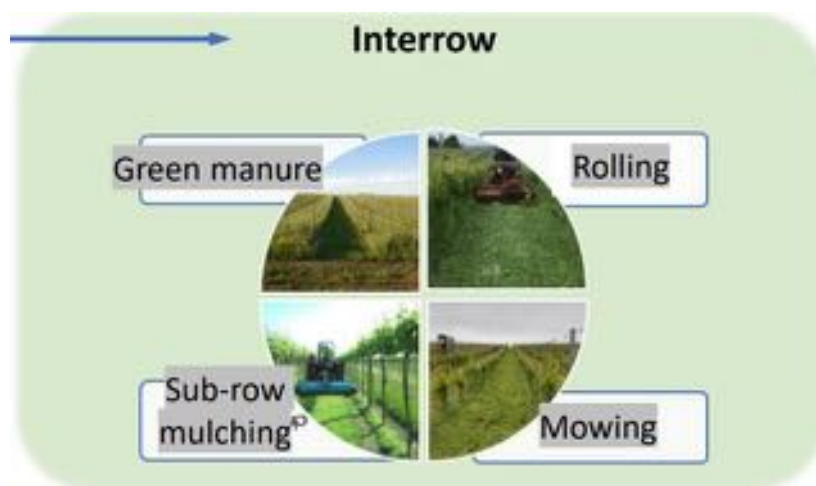


Figura 6. Cultivos de cobertura terminados a finales de primavera

Los distintos tipos de *mulches* exógenos (por ejemplo, virutas de madera, compost de residuos verdes, celulosa tejida o lignina, paja, plástico de origen biológico, etc.) pueden utilizarse en cultivos de secano con varias ventajas: reducen la necesidad de herbicidas cuando se colocan bajo la hilera de cultivo, mantienen la humedad del suelo (hasta un 20 % en una cosecha muy seca en comparación con el suelo desnudo), reducen la erosión y aportan materia orgánica. La eficacia y la durabilidad de los *mulches* varían en función del material utilizado, pero el suelo cubierto es más resistente que el desnudo (más fresco, más húmedo, más actividad microbiana).

[El Grupo Operativo GO CITRICS](#) aplicó paja de arroz del Parque Natural de la Albufera de Valencia (España) como *mulch* en plantaciones de cítricos. Una de las principales ventajas observadas es la capacidad de este material para retener la humedad en el suelo, lo que es especialmente relevante para los cítricos, ya que aumentan de tamaño en los meses de mayor necesidad de agua. La paja de arroz ayuda a controlar las malas hierbas y a mantener una temperatura del suelo más estable, con lo que protege las raíces de los cítricos del estrés térmico y mantiene los procesos biológicos que tienen lugar en los primeros centímetros del suelo, como la movilización de elementos nutritivos por consorcios de microorganismos. Otro aspecto clave es que la descomposición de la paja de arroz enriquece el suelo con materia orgánica, lo que mejora su estructura y fertilidad. Por último, el uso de paja de arroz como material de *mulching* contribuye a la captura de carbono, ayudando a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Como subproducto agrícola, su reutilización evita la quema al aire libre, práctica que genera emisiones contaminantes.

Solución disponible en el mercado: optimizar la estructura del suelo mediante la adición de compost

Un ejemplo de uno de estos productos que pueden utilizarse, identificado a través del Concurso Abierto de CLIMED-FRUIT, que recoge soluciones existentes en el mercado de proveedores, es [Veraleaf®](#), una formulación compleja a base de vermicompost complementada con algas marinas y extractos de plantas con un impacto sobre lo siguiente: (i) la asimilación de nutrientes a través de sustancias húmicas y fúlvicas y asociaciones simbióticas; (ii) el crecimiento, debido a las fitohormonas del vermicompost y a los azúcares complejos, que estimulan la división y el alargamiento celular; (iii) el efecto antiestrés, proporcionado por los polisacáridos, aminoácidos y compuestos fenólicos que reducen el impacto del estrés abiótico (hídrico, térmico, etc.) y permiten a la planta mantener su rendimiento potencial.

Adaptación del material vegetal

Las plantas desarrollan varios mecanismos para hacer frente a la escasez de agua y las altas temperaturas, como sistemas radiculares profundos, uso eficiente del agua y tolerancia al calor. El impacto de los fenómenos meteorológicos extremos en los ecosistemas y la agricultura puede mitigarse mediante variedades mejor adaptadas sin incurrir en costes adicionales. A continuación se presentan algunos ejemplos de variedades de interés, por su tolerancia al calor y a la sequía, en viticultura, olivicultura y frutos secos.

En viticultura, entre los portainjertos tolerantes a la sequía de uso más habitual, 110 Richter, 140 Ru, 44-53M y SO4 presentan varias características comunes: enraizamiento profundo o ramificado, alta capacidad de extracción de agua, buena transferencia hidráulica, influencia en el desarrollo de la cubierta o control de las pérdidas transpiratorias. En Francia, el [proyecto PHYSIOPATH](#) ha medido la resistencia a la embolia de los vasos del xilema —otro parámetro para evaluar la tolerancia a la sequía— de 23 variedades y tres portainjertos. Los resultados permitieron clasificar las variedades y los portainjertos en función de su tolerancia a la sequía.

En olivicultura, las variedades antiguas utilizadas en los huertos tradicionales suelen ser relativamente tolerantes a la sequía. Sin embargo, todavía hay que evaluar la tolerancia a la sequía de las nuevas variedades o clones, especialmente los diseñados para los sistemas de plantación intensiva de los olivares modernos de muy alta densidad. El [proyecto O4C](#) comparó algunas variedades de olivo de las zonas áridas o desérticas de la cuenca oriental y meridional del Mediterráneo con las mejores variedades internacionales en términos de crecimiento de la

planta y producción de frutos. Los cultivares sirios Barri, Maarri y Abou Satl Mohazama, entre otros, tuvieron un comportamiento similar al de los mejores cultivares internacionales, como Arbequina, en cuanto a arquitectura del árbol, precocidad y producción de frutos. Además, se utilizaron macrocaracterísticas foliares para evaluar la tolerancia a la sequía de 32 cultivares de olivo⁸, donde Lechin de Sevilla y Picholine Marocaine resultaron ser los más tolerantes a la sequía.

La sequía es también uno de los principales factores que afectan al rendimiento de las cerezas dulces. Los portainjertos de cerezo pueden proporcionar una gama de niveles de vigor del árbol que se corresponden con las características del suelo. Además de las plántulas de *Prunus mahaleb*, ahora se dispone de una nueva generación de portainjertos adaptados a climas secos y cálidos, tales como WeiGi®1. Un experimento de seis años llevado a cabo en Francia puso de manifiesto que WeiGi® en la variedad Regina presentaba un buen crecimiento, con un rendimiento superior en un 50 % a la producción obtenida con el portainjerto Gisela 5, sin que presentara síntomas cloróticos.

Las plántulas de almendro, utilizadas tradicionalmente como portainjertos en regiones áridas y semiáridas, han mostrado un rendimiento prometedor en suelos calcáreos en condiciones de pluviometría limitada. El portainjerto híbrido de almendro × melocotonero Monegro se selecciona principalmente para almendros en condiciones de secano y mostró una elevada resistencia al estrés hídrico, buen vigor, fácil propagación clonal y compatibilidad de injertos con toda la gama de cultivares de melocotonero y almendro, así como con algunos de ciruelo y albaricoque⁹. Además, los cultivares Supernova, Texas, Marcona, Shokoufeh y K13-40 injertados sobre el patrón GF677 (melocotón × híbrido de almendro) demostraron una resistencia significativamente mayor al estrés por sequía en comparación con los mismos cultivares sobre el patrón GN22 (melocotón × híbrido de almendro) y el n.º 32 (plántula de almendro amargo)⁹.

4.1 Agroforestería

La agroforestería es un sistema agrario ancestral en el que diferentes cultivos (perennes y anuales) y, con frecuencia, el ganado (silvopastoreo) se crían juntos en un sistema estructurado. Era bastante común en la cuenca mediterránea y suele denominarse *policultivo mediterráneo*. Hoy en día, la agroforestería se ha incorporado a la agricultura moderna, y el resultado es una serie de prácticas que potencian y aprovechan la sinergia entre distintas especies vegetales y entre plantas y animales.

La forma más común de agroforestería aún en uso se aplica a los olivares, donde se cultivan otros productos bajo los árboles (hortalizas, pequeños cereales) o se crían animales (a menudo ovejas o aves de corral) bajo los árboles, con efectos mutuamente beneficiosos, sobre todo relacionados con la sombra y la formación de un mejor microclima.

La agroforestería también puede aplicarse a la viticultura, lo que provoca cambios en el microclima de las plantas de vid: i) la sombra de los árboles afecta a la radiación que recibe la vid; ii) los árboles también modifican la circulación del aire, lo que puede contribuir a aumentar los flujos turbulentos y provocar una disminución de los picos de temperatura estivales, así como una reducción de la duración de la humectación foliar; iii) los recursos hídricos profundos se reciclan en la atmósfera, lo que se traduce en un aumento de la humedad relativa y un enfriamiento del aire.¹⁰

2. Protección de los cultivos de las tormentas de granizo

Las tormentas de granizo pueden causar daños físicos a las plantas, lo que reduce su rendimiento y la calidad del producto. A escala mundial, los episodios de granizo han aumentado en las últimas décadas, aunque existen algunas soluciones aseguradoras. El impacto de las tormentas de granizo puede mitigarse mediante redes antigranizo, tecnología de modificación del tiempo basada en la física de las nubes (siembra de nubes)¹¹ y sistemas de alerta temprana.

2.1 Redes de protección

Las redes antigranizo se despliegan en viñedos y huertos para proteger las partes vegetativas contra las tormentas de granizo. Las redes pueden fabricarse con diversos materiales: polipropileno en su mayor parte o almidón para las redes biodegradables, que son más raras debido a su coste y menor vida útil. Se calcula que las redes tienen una vida útil de unos 10 años, pero esta duración puede variar en función de su estructura, composición y granizadas sufridas.

En viticultura, el sistema más eficaz consiste en colocar una red plana sobre las hileras, proporcionando una cobertura total y aprovechando el sistema de espaldera existente o, mejor aún, configurándolo en el momento de la plantación. Este sistema se adapta mejor a las viñas anchas (3 m o más), ya que debe ser posible abrir la red para descargar el granizo acumulado entre las hileras si es demasiado pesado. Este sistema permite el trabajo manual y mecánico en el viñedo, si bien requiere una pesada infraestructura de instalación que tiene un impacto estético. La inversión es considerable, entre 20 000 y 25 000 euros por hectárea (3 m de distancia entre hileras). En Francia, este sistema no está autorizado para los vinos con indicación geográfica y se reserva por lo general a las uvas de mesa. Para las vides con una separación entre hileras inferior a 3 m, son más adecuadas las redes de una hilera o hilera por hilera. Las redes antigranizo tienen una malla (malla cuadrada de 5x5 mm o 7x3 mm, según el modelo) diseñada para impedir que el granizo alcance el follaje y los racimos. Se fabrican con polipropileno extruido o polietileno tejido y, en su caso, se refuerzan con hilos trenzados¹².

2.2 Cañón antigranizo

Los cañones antigranizo crean ondas de choque que funden las partículas de hielo de las nubes, lo que impide físicamente la formación y el crecimiento del granizo (figura 10). Los cañones antigranizo contemporáneos, que dirigen ráfagas sónicas a volúmenes elevados (≥ 120 dB) en dirección ascendente utilizando gas butano o acetileno, se utilizan activamente en zonas agrícolas de Italia, Francia, España, Austria, Países Bajos, Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y China. Como las ondas de choque no afectan al granizo ya formado, los cañones antigranizo deben activarse 20 minutos antes de la formación de nubes de granizo. Se recomienda el uso de dispositivos de seguimiento del granizo, como el radar Doppler, para garantizar la eficacia de los cañones antigranizo.

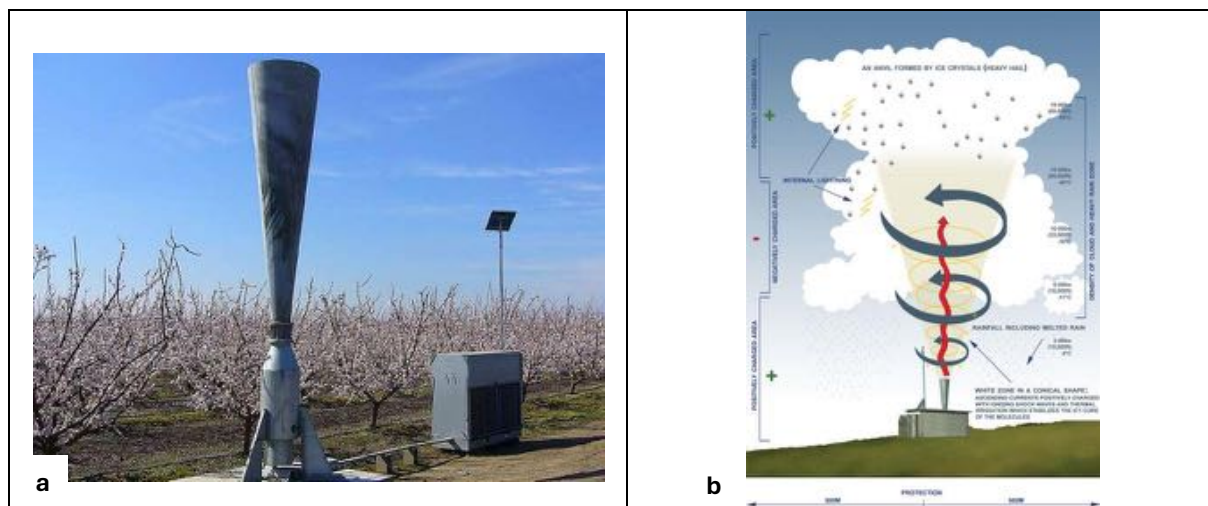


Figura 7. a) Cañón antigranizo¹³ y b) diagrama de funcionamiento¹⁴

3. Prevención de los daños de las heladas primaverales

El calentamiento producido por el cambio climático global, especialmente en el área mediterránea, ha provocado alteraciones en la fenología de las plantas. Varios estudios han demostrado un cambio en el calendario de los eventos fenológicos, en virtud del cual un 78 % de todos los eventos de floración y fructificación se producen antes de lo previsto (30 % de forma significativa), lo que aumenta el riesgo de exposición a las heladas para las flores en desarrollo y los frutos recién cuajados, que también son particularmente susceptibles a las bajas temperaturas. Se espera que este riesgo aumente, en especial en altitudes superiores a los 800 m, debido a una floración más temprana¹⁵. Además, las heladas otoñales también pueden causar daños importantes, sobre todo a las plantas que aún no han entrado en latencia. Los daños causados por las heladas suponen importantes pérdidas de producción para el sector agrícola. El Seguro Agrario Combinado evaluó las pérdidas de producción en España en 60 millones de euros (2018). Para aumentar la resiliencia ante los riesgos de heladas en la región mediterránea, es necesario un enfoque global que combine prácticas agrícolas, medidas de protección, avances tecnológicos y compromiso comunitario.

3.1 Métodos existentes de lucha contra las heladas

Existen algunas técnicas para prevenir los daños por heladas en diversos cultivos, como la circulación de aire, las torres anticongelación fijas o móviles, los helicópteros, la extracción de aire frío, los sistemas de calefacción, la transferencia dinámica de aire caliente y la aspersión de agua (figuras 8, 9 y 10). Estas técnicas aumentan la temperatura alrededor de la planta con una ganancia térmica (hasta 4 °C) y coste variables.^{16, 17, 18, 19}



Figura 8. Riego por aspersión y aspersores tradicionales²⁰



Figura 9. Microaspersión bajo los árboles y microaspersores²⁰



Figura 10. Ventiladores para protegerse de las heladas primaverales²⁰

3.2 Solución disponible en el mercado: utilizar soluciones de apoyo a la toma de decisiones en materia de previsión de riesgos

Un ejemplo de un producto de este tipo que puede utilizarse, identificado a través del Concurso Abierto de CLIMED-FRUIT, que recopila las soluciones existentes en el mercado de los proveedores, es [Vintel®](#), un completo programa informático que incluye todas las prácticas de gestión del cultivo de la vid. Proporciona decisiones estratégicas y operativas basadas en la previsión y la gestión de riesgos, todo ello encaminado a lograr un rendimiento sostenible de los viñedos. Vintel® incluye la previsión del riesgo de heladas, la simulación de la pérdida de rendimiento y la eficacia de las medidas de protección, lo que lo convierte en una solución sólida para la gestión de los viñedos.

3.3 Prácticas agrícolas

Para gestionar eficazmente los riesgos de heladas, los agricultores pueden adoptar una serie de prácticas proactivas para minimizar el riesgo de daños por heladas y mejorar la capacidad de recuperación.

Poda invernal tardía: ejemplo en viticultura

En el cultivo de la vid, la poda invernal tardía (una técnica barata) puede retrasar la brotación y, en algunos casos, la maduración de la uva. Esta técnica la aplicó en Italia [OG VIRECLI](#) y representa una estrategia contra las heladas primaverales.

Esta técnica se aplica en la fase de poda invernal y es una adaptación de la poda invernal regular basada en la acrotonía de la uva. Consta de los pasos siguientes:

- realizar una operación de prepoda para optimizar la organización de las etapas de poda (reducir el tiempo necesario para la poda): los brotes deben ser largos y mantenerse erguidos (figura 11). Esta operación ayudará a superar la fase de heladas primaverales, pero puede que no siempre tenga repercusión en el retraso de la maduración en el momento de la vendimia;
- realizar la poda para eliminar la superficie foliar correcta, que no es superior a dos hojas desplegadas en los brotes apicales, de modo que las yemas situadas en posición basal queden así protegidas en caso de heladas primaverales (figura 12). Es crucial eliminar la superficie foliar correcta; si la operación se realiza en un momento posterior, dará lugar a una pérdida de rendimiento (figura 13).

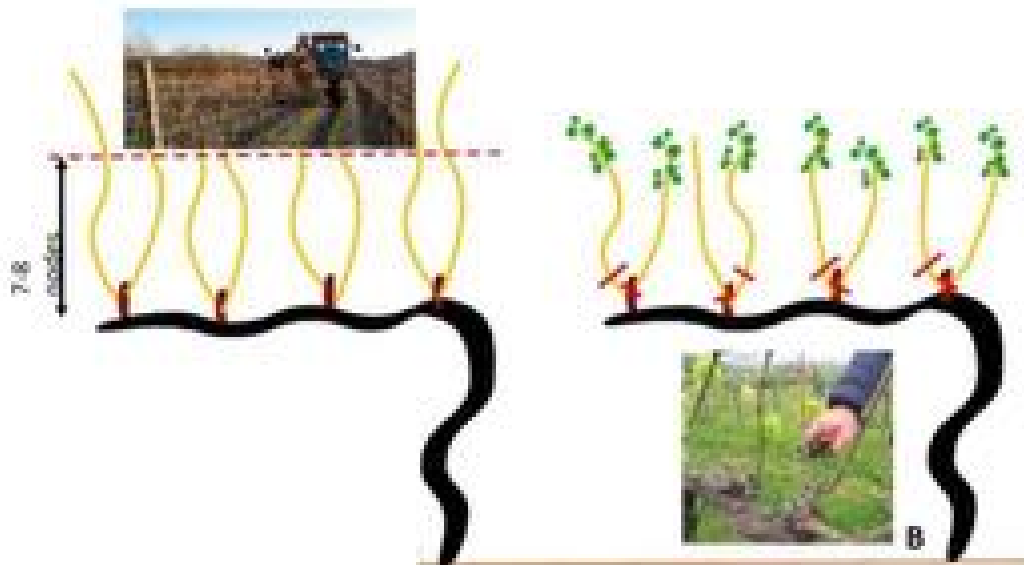


Figura 11. Poda invernal tardía en dos etapas: [OG VIRECLI](#)

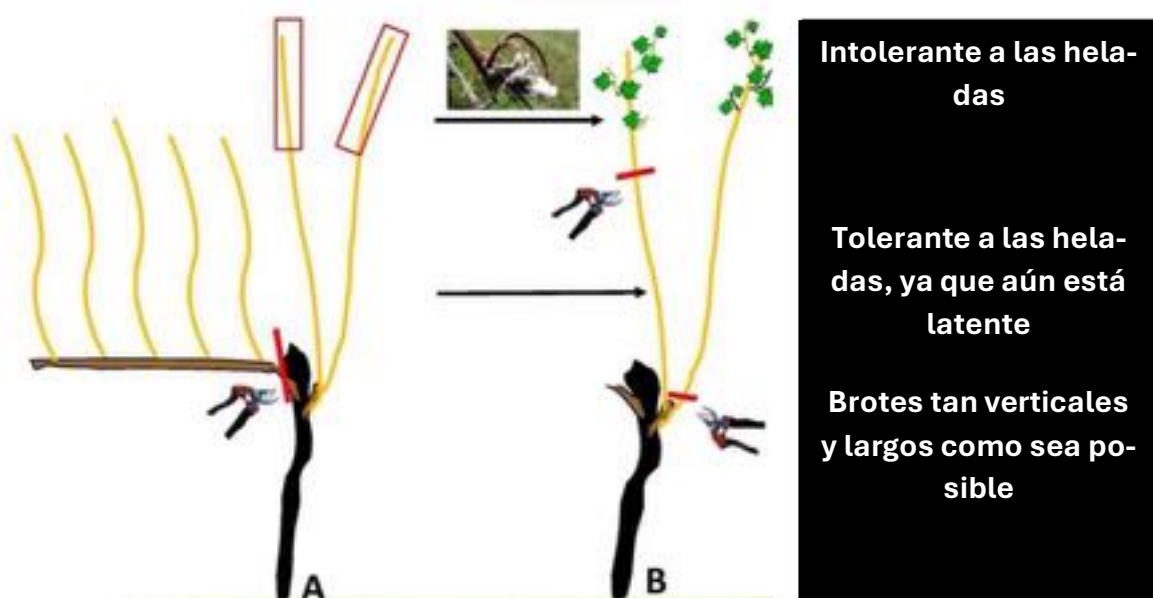


Figura 12. Tolerancia de las yemas a las heladas en función de su posición en los brotes: [OG VIRECLI](#)



Figura 13. Forma correcta de realizar la poda tardía: [OG VIRECLI](#)

Prácticas de gestión del suelo

El [proyecto SICTAG EU](#) se centró en evitar el creciente riesgo de heladas en los viñedos franceses mediante prácticas de gestión del suelo. Se observó que el suelo no arado en los viñedos reducía significativamente la humedad cerca de las yemas: en un 33 % en comparación con los viñedos arados (figuras 14 y 15). Una mayor humedad incrementa los daños causados por las heladas en las yemas: a la misma temperatura, un 20 % más de humedad supone un aumento del 50 % de los daños en las yemas. Se llegó a la conclusión de que, si se prevén heladas, la atmósfera alrededor de las yemas debe estar lo más seca posible, evitando las prácticas de laboreo o siega entre cinco y seis días antes de la helada. El volumen de tierra removida también influye en el número de días que se tarda en alcanzar la misma humedad alrededor de los brotes que en el caso de los suelos sin labrar.



Figura 14. Sensores que controlan la humedad y la temperatura cerca de las yemas en tres tratamientos diferentes de gestión del suelo: [SICTAG EU](#)

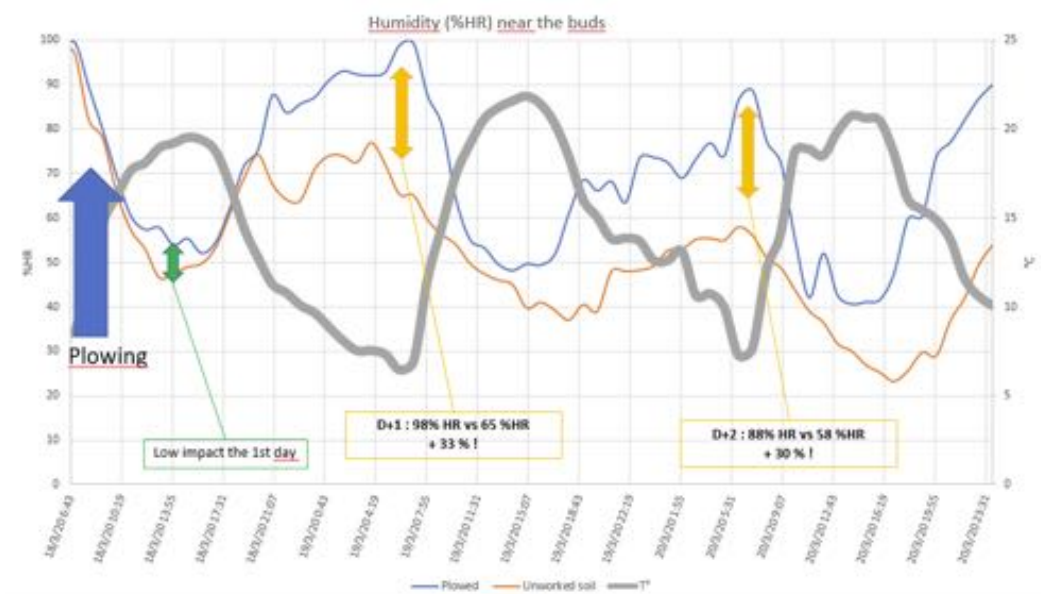


Figura 15. Efecto de la gestión del suelo en la variación de la humedad cerca de las yemas: [SICTAG EU](#)

Mapa agroclimático para anticipar la plantación de aguacates en España

El aguacate es un cultivo nuevo en Europa, y muchos agricultores lo están plantando debido a su mayor rentabilidad económica y a las nuevas condiciones climáticas. Sin embargo, los aguacateros se consideran sensibles a las heladas y los agricultores todavía desconocen las técnicas agronómicas adecuadas para adaptarlos a condiciones específicas. Así, es necesario determinar si las condiciones son adecuadas antes de optar por este cultivo. Por ello, [OG GO AVOCADO](#) ha elaborado un [mapa agroclimático](#) regional para identificar las parcelas que reúnen las condiciones óptimas (figura 16). Estas condiciones las definió Calatrava (1993) y se usaron en OG GO AVOCADO para definir las [zonas recomendadas para el cultivo del aguacate](#):

- Óptimas: temperaturas mínimas inferiores a 0 °C una vez cada 10 años y nunca inferiores a -2 °C
- Viables: temperaturas mínimas absolutas inferiores a -2 °C pero nunca inferiores a -4 °C
- Potenciales: temperaturas mínimas absolutas inferiores a -4 °C una vez cada 10 años
- No aptas: todas los demás



Figura 16. Mapa agroclimático: [OG GO AVOCADO](#)

3.4 Elección de variedades/portainjertos

En el medio natural, diversas especies vegetales, entre ellas la vid, muestran distintos niveles de sensibilidad a las condiciones climáticas. Algunas variedades muestran una sensibilidad reducida a las heladas durante sus primeras etapas de desarrollo. La elección de una variedad más tardía (es decir, que los brotes salgan más tarde o sean de floración tardía) representa una estrategia potencial para mitigar el impacto de las heladas. Por lo tanto, se recomienda tener en cuenta la fenología de las variedades como parámetro para futuras plantaciones. Por ejemplo, en el cultivo del almendro se pueden plantar cultivares tardíos como Antoñeta tardía, Marta, Penta extratardía, Makako y Tardona (CEBAS-CSIC), Guara tardía, Felisia, Belona, Soleta y Vialfas extratardía, Mardía (CITA de Aragón). Sin embargo, resulta crucial tener precaución al cultivar variedades de floración extratardía y ultratardía con elevados requisitos de frío en regiones con un clima muy cálido, ya que puede que no sea posible alcanzar las temperaturas de frío necesarias para romper la latencia.

4. Prevención de la erosión del suelo

En los últimos años, la erosión del suelo ha aumentado notablemente en la región mediterránea, debido a la irregularidad de las precipitaciones y las sequías, las prácticas agrícolas insostenibles, la deforestación y la urbanización. La escarpada topografía de la región agrava aún más la erosión, lo que provoca una importante pérdida y degradación del suelo. Este proceso tiene importantes consecuencias para la agricultura, sobre todo para los cultivos perennes, que son fundamentales para la economía mediterránea. La erosión tiene un impacto perjudicial en la calidad del suelo, ya que reduce la retención de agua y daña su estructura. Esto afecta gravemente al rendimiento de los cultivos y a su sostenibilidad a largo plazo. Para hacer frente a este reto se están aplicando diversas medidas de adaptación, como la gestión sostenible de la tierra, la cubierta vegetal, el laboreo de conservación y la mejora de las técnicas de riego. El objetivo de estas estrategias consiste en reducir la pérdida de suelo, restaurar su salud y aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas mediterráneos.

4.1 Implantación de la cubierta vegetal

La cubierta vegetal y la cubierta herbácea en los cultivos perennes son una herramienta de pleno derecho en la lucha contra la erosión. Ensayos realizados en viñedos españoles a través del [PROYECTO VITISAD](#) han demostrado que la cubierta herbácea reduce la erosión en un 64 % en comparación con el suelo arado.

[OG GASCOGN'INNOV](#) tenía por objeto adquirir conocimientos técnicos sobre el impacto de las prácticas vitícolas en la biología del suelo en Francia. En este contexto se ha estudiado el uso de abonos verdes. El abono verde es un cultivo de cobertura con una elevada tasa de especies leguminosas que produce biomasa que se devuelve al suelo para mejorar su fertilidad y estructura. Este cultivo de cobertura tiene muchas ventajas, además de reducir la erosión. En el contexto mediterráneo, sembrar lo antes posible (finales de agosto–principios de septiembre) garantizará que las plántulas estén bien desarrolladas durante las fuertes lluvias del otoño para reducir la erosión, además de evitar que las hojas de la vid se vuelen (una fuente adicional de nutrición para el suelo).

Además, [OG CARBOCERT](#) aplicó coberturas permanentes con cultivos espontáneos en callejones, hileras y taludes en plantaciones de almendros en España, principalmente para mejorar el secuestro de carbono en el suelo. Esta práctica contribuyó significativamente a controlar la erosión del suelo y la escorrentía. La vegetación influye en la erosión principalmente

interceptando las precipitaciones y protegiendo la superficie del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia.

4.2 Labranza de conservación

Un tratamiento mínimo del suelo con herramientas adecuadas de gestión del suelo minimiza la erosión y la compactación del suelo. El trabajo del suelo no debe profundizar más de 15 cm, utilizando las herramientas adecuadas, como un cultivador o una grada de discos. La gestión del suelo debe ser mínima y sin modificación de las capas del suelo (como ocurre con el arado) para minimizar la huella medioambiental y adaptarse a las características de cada tipo de suelo y a la configuración de la parcela. El tratamiento mínimo del suelo reduce al mínimo la erosión del suelo, concretamente en suelos en pendiente, lo que evita la pérdida del valioso suelo superficial.

5. Tratamiento de plagas emergentes

En los últimos años, la región mediterránea ha experimentado un aumento significativo de la propagación de nuevas plagas y enfermedades, lo que supone una grave amenaza para sus principales cultivos perennes. Este aumento se debe en gran medida al cambio climático, la globalización y el cambio de las prácticas agrícolas, que han creado condiciones favorables para la introducción y propagación de especies invasoras y agentes patógenos. Estas nuevas amenazas ponen en peligro la estabilidad económica de los productores agrícolas y repercuten en los mercados mundiales. Para hacer frente a esta crisis creciente, es necesario mejorar la vigilancia, investigar variedades de cultivos resistentes y desarrollar estrategias integradas de gestión de plagas y enfermedades en toda la región mediterránea.

Es importante distinguir entre las amenazas emergentes para los cultivos perennes que causan daños directos e indirectos: los *daños directos* suelen referirse a los causados por la acción física de un insecto (trófica u oviposición), mientras que los *daños indirectos* se refieren, por ejemplo, a la transmisión de patógenos a través de insectos, lo que se conoce como *enfermedades transmitidas por vectores*.²¹

5.1 Daños directos

Popillia japonica

El escarabajo japonés, *Popillia japonica*, es una plaga invasora introducida en la Norteamérica oriental desde Japón en 1916. Este insecto puede causar daños significativos en plantas ornamentales, huertos de frutas y verduras, viveros, huertos frutales y cultivos. La *Popillia japonica* se detectó por primera vez en Europa en 2014, en el norte de Italia (Piamonte y Lombardía). El escarabajo coloniza las partes aéreas de las plantas y devora el tejido entre las venas de las hojas, por lo que deja solo un esqueleto foliar de encaje (figura 17). En estado larvario, infesta principalmente las raíces de las gramíneas.

Existen medidas fitosanitarias para reducir la probabilidad de introducción de la *Popillia japonica*, como la detección precoz con trampas, la delimitación de zonas de riesgo (prados, campos de fútbol, etc.) y, en caso de infestación, el uso de dispositivos de atracción y eliminación, mientras que los plaguicidas pueden utilizarse en combinación con prácticas de cultivo (reducción del riego durante el periodo de puesta de huevos o arado del suelo en otoño); actualmente se está investigando la posibilidad de importar parasitoides y otros agentes de control biológico de la zona nativa de la *Popillia japonica*.^{22, 23}



Figura 17. Daños causados por adultos de *Popillia japonica* en viñedos²²

Chicharrita de la vid

La chicharrita de la vid es una plaga común en la viticultura mundial. Está causando graves daños en los viñedos mediterráneos debido principalmente al cambio climático (figura 18). Los [proyectos de cooperación de la Generalitat Valenciana](#) pusieron en marcha una estrategia de gestión integrada de plagas (GIP) mediante tres acciones: i) identificación de las especies de la plaga, ii) evaluación del efecto de la chicharrita de la vid en la región de Valencia (España) y iii) discusión de las diferentes estrategias de gestión de plagas. En el proyecto se controlaron 10 viñedos de la región de Valencia mediante trampas adhesivas amarillas y aspiración de insectos, y se realizaron extracciones de ADN para identificar las especies de chicharritas. Antes de la cosecha, se evaluaron los daños en las hojas mediante análisis de imágenes. Los resultados confirman la presencia de la plaga principalmente entre julio y septiembre. *Jacobiasca lybica*, *Empoasca vitis* y *Asymmetrasca decedens* son las principales chicharritas identificadas. Aunque los tratamientos con el insecticida acetamiprid ayudan a controlar la plaga, pueden crear resistencias que, a su vez, pueden reducir la eficacia de los tratamientos, como se ha experimentado en un viñedo de Novelda. El caolín al 3 % fue una forma eficaz de controlar la plaga (figura 19), con la que se redujeron los daños de la plaga en más de un 30 %,

por lo que podría ser una alternativa interesante a los tratamientos químicos, sin impacto sobre los insectos beneficiosos y sin riesgo de generar resistencias.



Figura 18. Daños causados por la chicharrita en la variedad Forcallà²⁴



Figura 19. Tratamientos con caolín²⁴

5.2 Daños indirectos

Xylella fastidiosa

La *Xylella fastidiosa* (XF) se ha extendido en la zona mediterránea en los últimos años. La XF es una bacteria del xilema que infecta a más de 600 especies de plantas y se propaga en las comunidades vegetales a través de insectos hemípteros vectores que se alimentan del xilema. La XF causa enfermedades devastadoras con un alto impacto económico en algunas especies vegetales, como la vid, el melocotón y los cítricos, que sufren, respectivamente, las denominadas *enfermedad de Pierce* (PD), *enfermedad del melocotón falso* (PPD) y *clorosis variegada de los cítricos* (CVC). Desde octubre de 2013, la XF ha estado infestando los olivares (*Olea europea* L.) en Salento (Apulia, Italia), causando una grave muerte regresiva de ramillas y

ramas debido al síndrome del decaimiento rápido del olivo (OQDS), que está destruyendo millones de olivos.

En un viñedo, la acumulación de la bacteria XF obstruye progresivamente la vid, lo que limita la circulación de la savia. Como consecuencia, provoca el amarilleamiento o enrojecimiento parcial y la desecación de las hojas. Se dan defectos de lignificación del brote, con abscisión del limbo de la hoja, y el pecíolo (tallo de la hoja) permanece unido al brote. La vid ya no se alimenta. Se seca y suele morir al cabo de uno o dos años.²⁵

En los cítricos, la XF induce la necrosis de las hojas; el desarrollo de la planta se ve posteriormente frenado (muerte regresiva), pero la planta no muere, si bien se produce una reducción tanto del peso como del número de frutos.²⁶

En los olivares, la bacteria XF es responsable de una grave enfermedad OQDS caracterizada por la quemadura de las hojas y la desecación dispersa de ramas y ramillas. Estos síntomas suelen comenzar en la parte superior de la cubierta del olivo y se expanden al resto de la copa, lo que causa finalmente la muerte de los árboles (figura 20).²⁷

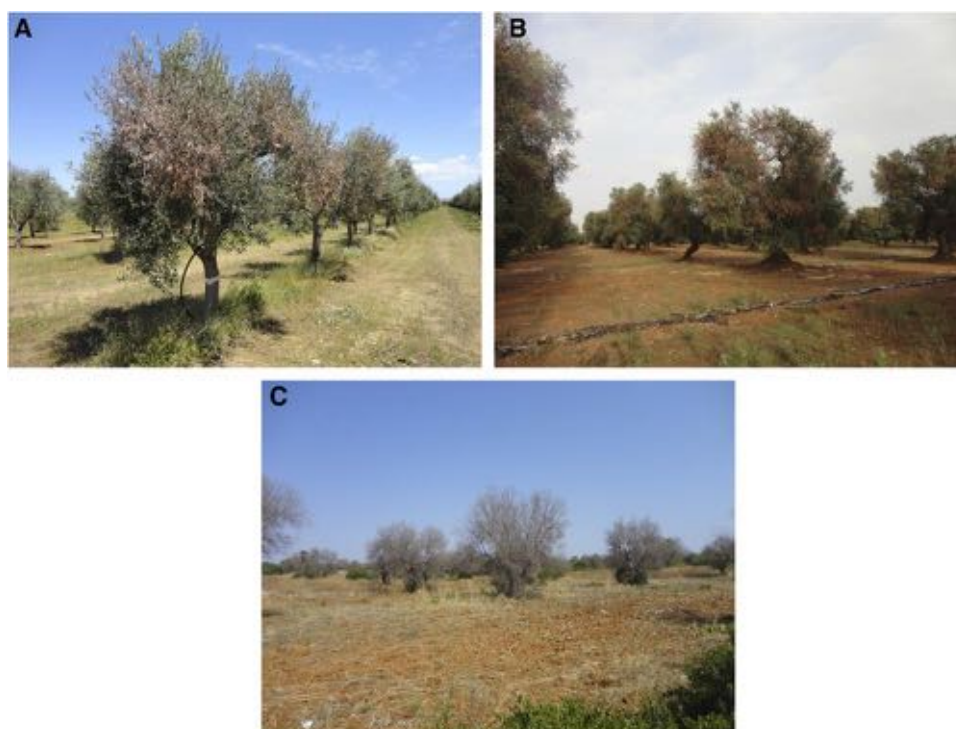


Figura 20. **A)** Olivos jóvenes y **B)** olivos centenarios con cubiertas que muestran desecaciones manifestadas de ramas inducidas por la XF. **C)** Huerto de olivos en fase avanzada de la enfermedad con árboles enteros muertos.²⁸

La bacteria XF es un organismo de cuarentena prioritario en la UE. Por desgracia, actualmente no existen medidas curativas para combatir la bacteria. La gravedad de esta situación queda subrayada por la normativa europea (2020/1201/UE), que recomienda arrancar y destruir las plantas contaminadas como principal medida preventiva.²⁹

Los agricultores deben adoptar estrategias de vigilancia y gestión agresiva: i) plantar plantas certificadas y libres de enfermedades; ii) desinfectar las herramientas de poda con una solución de lejía; iii) retirar y desechar las plantas infectadas.

Más información sobre las amenazas emergentes en Europa: [Proyecto POnTE](#), [proyecto XF Actor](#) y [Grupo de discusión EIP-AGRI sobre enfermedades y plagas de la viticultura](#)