

BOLETÍN INFORMATIVO

LA ENFERMEDAD DE LA SECA DE RAMA EN EL AGUACATE



AUTORES Y ENTIDADES INVESTIGADORAS

Eva Arrebola¹, Francisco M. Cazorla¹, Dolores Fernández-Ortuño¹, Emilio Guirado¹, Lucía Guirado-Manzano¹, David Sarmiento², Antonio de Vicente¹

1. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea (IHSM), Universidad de Málaga y Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
2. Departamento Técnico de TROPS-SAT 2803.

Boletín informativo: "La enfermedad de la seca de rama en aguacate"
Estudios realizados bajo el marco de los convenios 8.60/60. 5345 y 8.06/5.60.5952

Publicado online el 20 de marzo de 2023



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ÍNDICE

Introducción	5
Primera parte. Muerte regresiva: la enfermedad	7
Segunda parte. Recomendaciones	16
Referencias y financiación	21

INTRODUCCIÓN

LA ENFERMEDAD DE LA SECA DE RAMA EN AGUACATE

En Andalucía, el cultivo del aguacate constituye una singularidad sin comparación en el continente europeo.

Este cultivo se concentra mayoritariamente en la costa subtropical de Málaga y Granada, donde posee un gran peso socioeconómico.

La producción de aguacate se encuentra bien manejada, aunque distintos problemas fitosanitarios pueden afectar a la productividad y calidad de la fruta. Así, desde 2015 se ha observado una alta incidencia de la enfermedad conocida como “hongo aéreo”, “seca de rama” o “muerte regresiva (en inglés *dieback*)” en plantaciones de aguacate, y que parece estar provocada por un conjunto de hongos fitopatógenos que afectan a la parte aérea de la planta pertenecientes a varios géneros de la familia *Botryosphaeriaceae*.

Esta enfermedad no afecta exclusivamente al aguacate, sino que ataca a prácticamente todas las especies de plantas leñosas (almendro, vid, olivo, alcornoque, etc), y no se encuentra limitada únicamente a nuestro clima y zona geográfica. Patógenos pertenecientes a la familia de las *Botryosphaeriaceae* han sido detectados en países tan distantes como Perú, Méjico, Estados Unidos (California), o Israel, estando muy extendida su presencia.



Ante la problemática generada por la enfermedad en la zona de la Axarquía y la costa granadina, tanto la Organización de Productores S.A.T. 2803 TROPS, como los viveros Brokaw España y Viveros Blanco, así como la Universidad de Málaga (UMA), nos hemos unido desde 2019 para realizar un estudio en profundidad de las especies de hongos causantes, distribución y posibles métodos de control. En este boletín se muestran las principales conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

PRIMERA PARTE

MUERTE REGRESIVA: LA ENFERMEDAD

MUERTE REGRESIVA: LA ENFERMEDAD

Los árboles se infectan con esporas, células producidas por el hongo en estructuras llamadas picnidios para reproducirse (Figura 1) o fragmentos de micelio del hongo. Las esporas se encuentran tanto en el ambiente (aire) como en el terreno y en restos vegetales, sobre todo cuando se trata de fincas en las que ha habido o colindan con plantaciones de aguacates adultos infectados. Estas células son dispersadas por el viento, la lluvia, la intervención de insectos o mediante la utilización de herramientas de poda no desinfectadas.

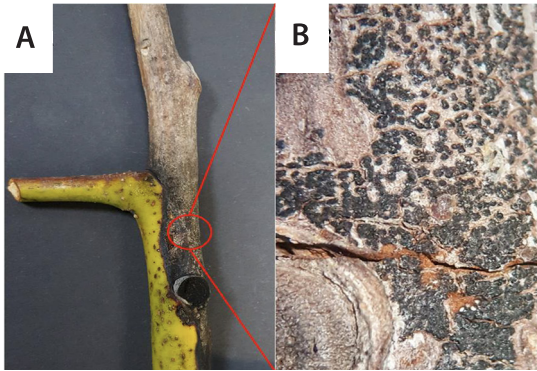


Figura 1. Presencia de estructuras reproductivas del hongo.

A) Rama de aguacate parcialmente seca.

B) Visión aumentada de la parte seca mostrando los órganos de reproducción del hongo (picnidios).

La penetración del hongo en la planta puede ser debida a heridas como, por ejemplo, las provocadas por el viento o las producidas por quemaduras del sol en ramas más expuestas (Figura 2). También pueden entrar por vía directa a través de estomas, aberturas naturales que presentan las hojas de los árboles para realizar el intercambio gaseoso.



Figura 2. Daños provocados por la exposición al sol.

Una vez que las esporas entran en el árbol, éste queda infectado, pero puede pasar un tiempo hasta que aparezcan los síntomas. Se debe a que estos hongos son patógenos oportunistas. El síntoma principal, y por lo que recibe el nombre de “seca de rama” o “muerte regresiva”, es la muerte y secado de las ramas comenzando por el ápice, progresando en dirección descendente (Figura 3).



Figura 3. Rama de aguacate afectada por muerte regresiva.

Al mismo tiempo, en el interior de la rama, los haces vasculares toman un color rojizo que se intensifica conforme se profundiza en el tallo, y que finalmente acaba secando la rama por completo (Figura 4).

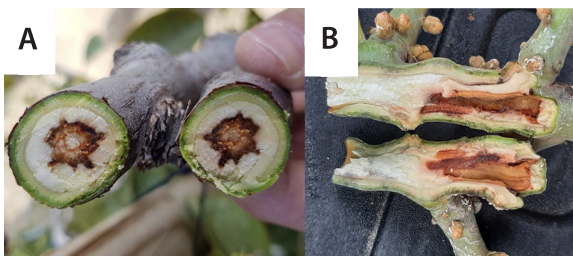


Figura 4. Lesiones internas en ramas de aguacate afectadas por la enfermedad.

A) Corte transversal de una rama afectada por hongo aéreo.
B) Corte longitudinal de una rama afectada por hongo aéreo.

Por otro lado, se suelen producir chancros, principalmente en las intersecciones de las ramas que también afectan a los haces vasculares de la zona. En los casos más severos, los chancros suelen ir acompañados de un exudado blanco compuesto por azúcares internos de la planta y que, al secarse, se convierte en un polvo blanquecino denominado perseitol (Figura 5).



La presencia de este exudado no implica necesariamente la presencia del patógeno y el desarrollo de la enfermedad, también puede deberse a otras causas, como un manejo deficiente del riego, deficiencias nutricionales, o daños mecánicos en la planta.

Durante el periodo de floración, los síntomas comienzan por los extremos de las panículas, extendiéndose desde los racimos hasta el eje de la inflorescencia (Figura 6), afectando gravemente al cuajado de la fruta.

Figura 5. Exudado blanquecino en ramas de aguacate compuesto por azúcares internos de la planta (perseitol).



Figura 6. Síntomas de la infección por hongo aéreo en panícula floral. Síntomas iniciales y avanzados que afectan a toda la panícula.



Figura 7. Brote de aguacate infectado. Se observa ramita lateral afectada que se desprende con facilidad. Destaca el color amarillento de este tipo de ramas.

En los árboles jóvenes, un síntoma característico es el desprendimiento de las ramitas laterales afectadas desde el tronco o ramas principales (Figura 7).

Finalmente, el avance de las lesiones provoca que las ramas sufran una grave desecación, que puede venir acompañada de defoliación. Por lo general, en árboles adultos se suele observar en ramas sueltas, aunque en casos graves (principalmente en plantas jóvenes), el árbol se seca completamente y muere (Figura 8).



Figura 8. Planta joven de aguacate completamente defoliada y afectada gravemente por la muerte regresiva.

La familia *Botryosphaeriaceae* incluye numerosas especies de hongos ascomicetos que son morfológicamente muy parecidos (Figura 9). Estos hongos, parásitos aéreos facultativos, patógenos y saprófitos, también se encuentran en la naturaleza como endófitos, siendo patogénicos cuando su hospedador se encuentra sometido a alguna condición de estrés (Denman et al., 2000). Las especies que se asocian con más frecuencia a daños en numerosos hospedadores de leñosas, incluyendo el aguacate, pertenecen a los géneros *Botryosphaeria*, *Dothiorella*, *Diplodia*, *Lasiodiplodia* y *Neofusicoccum*. Estudios previos realizados en nuestro país han puesto de manifiesto la presencia de *Neofusicoccum* spp. y *Lasiodiplodia* sp., como principales agentes causales de la enfermedad; aunque también se han detectado otros hongos fitopatógenos como *Alternaria* sp., *Botrytis cinerea* y *Colletotrichum* sp. (Armengol et al., 2015; Arjona-Girona et al., 2019; García Pérez et al., 2021).

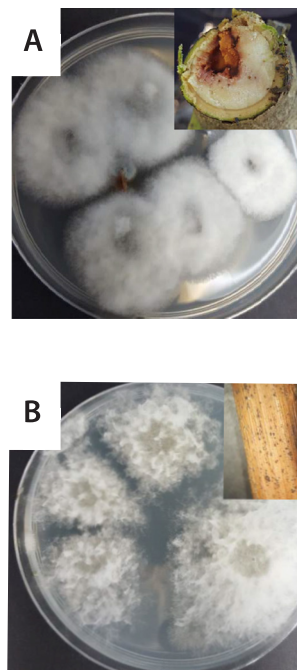


Figura 9. Aislamiento de hongos pertenecientes a la familia *Botryosphaeriaceae* desde A) ramas con chancro y B) desde picnidos.

Debido al aumento de la incidencia de los síntomas asociados a hongo aéreo en la zona de la Axarquía y la costa granadina, se realizaron numerosas prospecciones en diversas fincas de aguacate con síntomas más o menos evidentes de muerte regresiva durante los años 2019-2021. La caracterización morfológica y molecular de una colección de 215 aislados fúngicos, obtenidos desde distintos tipos de material vegetal afectado, nos muestra una distribución heterogénea, donde algunos géneros están muy extendidos y otros más localizados (Figura 10).



Figura 10. Distribución orientativa de los principales géneros detectados en la región de estudio.

Concretamente el 55% de los aislados analizados pertenecieron a distintas especies del género *Neofusicoccum* (25% *N. parvum*, 16% *N. luteum*, 12% *N. australe* y 2% *N. mediterraneum*), seguido de la especie *Lasiodiplodia theobromae* (11%). También se detectaron otras especies fúngicas asociadas a la enfermedad como *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata* o *Diaporthe foeniculina*, aunque en un menor porcentaje (Figura 11).

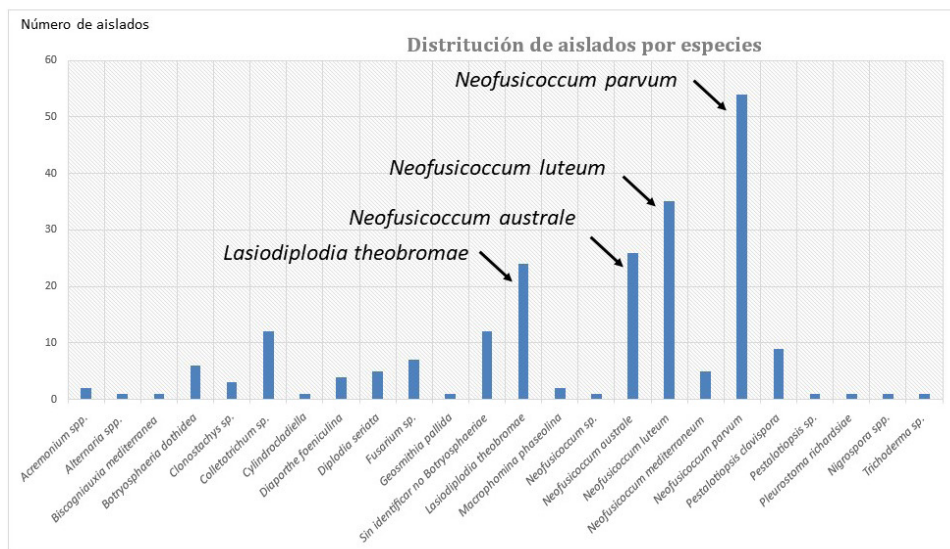


Figura 11. Distribución de los aislados por especies fúngicas, destacándose cuatro especies más abundantes, correspondientes a *Neofusicoccum parvum* (54 aislados), *Neofusicoccum luteum* (35 aislados), *Neofusicoccum australe* (26 aislados), *Lasiodiplodia theobromae* (24 aislados). Estas especies de *Botryosphaeria* corresponden a 2/3 de todos los aislados analizados.

Para demostrar la patogenicidad de las especies fúngicas mayoritariamente aisladas como agentes causantes de la enfermedad, 10 representantes (2 *N. australe*, 2 *N. luteum*, 2 *N. parvum*, 2 *Diaporthe* sp. y 2 *Lasiodiplodia theobromae*), fueron seleccionados para llevar a cabo los ensayos de patogenicidad *in vivo* y *in vitro*. Estos ensayos se realizaron inoculando artificialmente los distintos aislados del hongo sobre plántulas y árboles comerciales de aguacate (Figura 12), además de varetas (Figura 13) y frutos de aguacate.

Ensayos de patogenicidad in vivo en aguacate

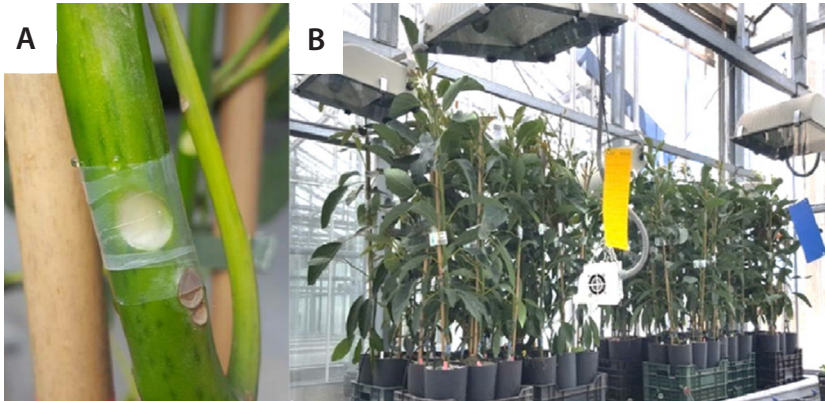


Figura 12.

- A) Inoculación usando micelio del hongo crecido en medio de cultivo.
B) Vista general de las plantas inoculadas.

Ensayos de patogenicidad in vitro en aguacate



Figura 13.

- A) Varetas recién inoculadas.
B) Control negativo.
C) Varetas inoculadas con un aislado *N. parvum*. Se aprecia el avance de la necrosis alrededor de la zona de inoculación del hongo (flechas).

Los resultados obtenidos confirmaron la patogenicidad de todos los aislados ensayados y su implicación en el desarrollo de la enfermedad conocida como muerte regresiva; sin embargo, y dependiendo del ensayo, el comportamiento de los diferentes aislados fue distinto en cuanto a su capacidad de desarrollar la enfermedad, lo que hizo pensar en abordar el problema con una estrategia diferente. Se plantearon, por tanto, el estudio de diferentes métodos para poder controlar el avance de la enfermedad cuyo estudio comenzó en 2021, y fueron las siguientes:

Estrategias de manejo:

- Retirada de malla de polifibril.
- Retirada de malla de polifibril y colocación de empajado natural.
- Poda de prefloración en octubre-noviembre.
- Poda de prefloración en febrero.
- Riego por goteo con emisores interlínea.

En este sentido, se ha observado que durante los meses de marzo a mayo, coincidiendo con el periodo de prefloración y floración, los árboles se encuentran en su momento de mayor sensibilidad, especialmente en aquellos con alta carga floral. Así, se ha detectado que aquellos árboles que están bien equilibrados en la relación floración/brotación muestran, por lo general, menos síntomas. En este sentido, las técnicas de poda de prefloración desarrolladas en los meses de octubre/noviembre y/o febrero permiten reducir la carga floral, y con ello la incidencia de este complejo de hongos (Figura 14).

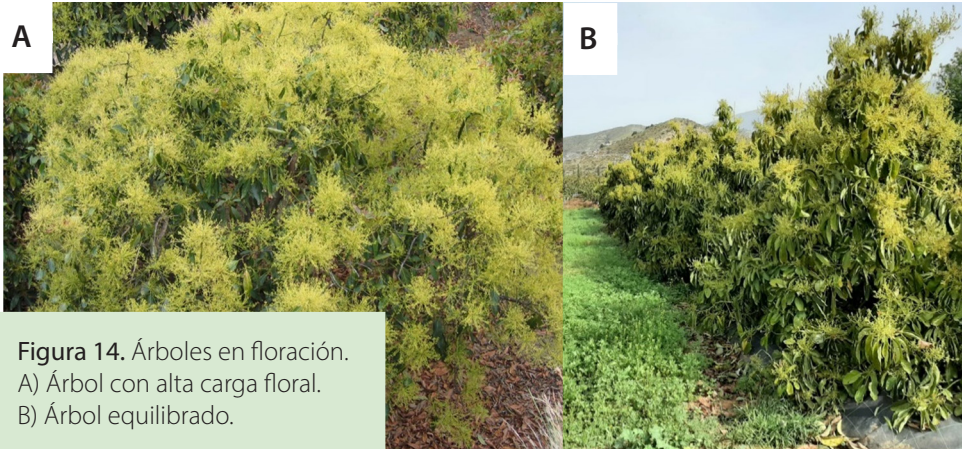


Figura 14. Árboles en floración.
A) Árbol con alta carga floral.
B) Árbol equilibrado.

Estrategias de control:

- Control biológico (utilización de varias marcas).
- Control químico con materia activa autorizada para aguacate.
- Aplicación de fortificantes (utilización de varias marcas).
- Aplicación de mojanter de varios tipos.

De todas las combinaciones de manejo y control que se han evaluado se obtiene una conclusión principal:

El estrés del árbol es el principal detonante para la infección y aparición de los síntomas de la muerte regresiva. El objetivo principal es disponer de un árbol equilibrado (floración/brotación) mediante las técnicas de riego, poda y fertilización.

Teniendo como base los resultados obtenidos en este trabajo y sus conclusiones, a continuación se exponen una serie de recomendaciones a seguir.

SEGUNDA PARTE

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se recogen en este boletín se han establecido a dos niveles. Un primer conjunto de recomendaciones para el trasplante de árboles pequeños de vivero a campo, con el objeto de minimizar el estrés y aumentar el éxito de la plantación. Y un segundo conjunto de recomendaciones generales y preventivas a nivel de manejo en plantaciones con árboles adultos para rebajar lo máximo posible el estrés del árbol, y por tanto, la infección y aparición de síntomas de muerte regresiva.

1. MANEJO RECOMENDADO PARA DISMINUIR EL ESTRÉS EN ÁRBOLES PEQUEÑOS

1. Plantar los árboles lo antes posible desde la recepción del vivero, evitando tenerlos en almacén sin luz durante más de 3 días. Lo ideal es plantar el mismo día de la recepción o al día siguiente.
2. Evitar plantar en horas de máxima insolación y/o días calurosos ($> 30^{\circ}\text{C}$) y/o con viento seco ($< 30\% \text{HR}$).
3. No enterrar el injerto de la planta ni dejar raíces al descubierto. El terreno y la maceta del vivero deben quedar al mismo nivel (Figuras 15 y 16).



Figura 15. Forma adecuada de plantar árboles jóvenes de aguacate.



Figura 16.

Izq. Forma correcta de plantación.

Dcha. Raíces fuera del terreno, mal atado y excesivo riego (musgo en el suelo).

4. Tras el trasplante de los árboles es muy importante realizar un primer riego copioso para hidratar el cepellón de la planta (3-4 horas con emisores de 4 litros/hora es suficiente, aunque dependerá de la textura del suelo). Colocar un gotero a 6-8 cm del tronco con caudal entre 2 y 4 litros/hora.

5. En los casos de implantación del cultivo con sistema de riego con goteros integrados, se aconseja instalar 2 tuberías, separación de emisores de 50 cm máximo, pegadas al tronco y disposición de los emisores al tresbolillo respecto al tronco. De esta forma se garantiza que los árboles reciben caudal suficiente para su crecimiento y desarrollo (Figura 17).

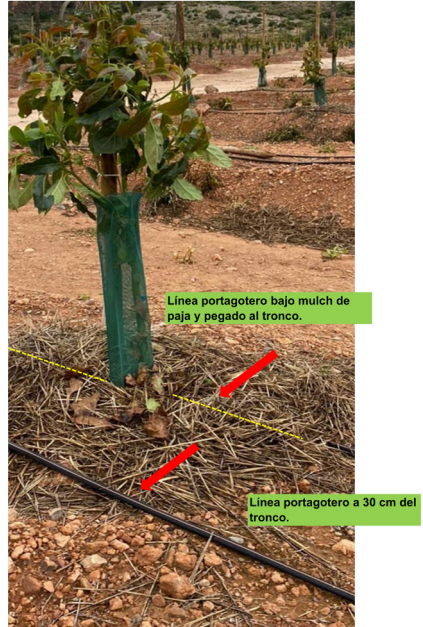


Figura 17. Árbol de aguacate con dos líneas portagoteros bajo mulch de paja, una pegada al tronco y otra a 30 cm para la expansión de la raíz. Emisores de 1,6 litros/hora y separados 50 cm.

6. Aplicar productos autorizados con base de caolín a la dosis de 35 g/litro u otro producto reflectante, para evitar los daños producidos por sol, y proteger la base del tronco, preferiblemente, con malla perforada. En cualquier caso, el material empleado debe permitir la libre circulación del aire. No se recomiendan protectores opacos, rígidos y colocados cerca del tronco, ya que pueden alcanzar temperaturas excesivamente altas (Figura 18).

Figura 18. Protectores no recomendados.



7. Utilizar tutores fuertes, de madera tratada o metálicos, enterrándolos como mínimo a la misma profundidad que el árbol. Ello permitirá una firme sujeción del árbol durante los 3 primeros años. Cuando la madera no está tratada puede pudrirse con facilidad. La caña que acompaña a las plantas de vivero no se considera un tutor firme (Figura 19).

8. Evitar la incorporación directa de estiércol fresco (sin descomponer) en el hoyo de plantación, ya que puede fermentar y causar daños en las raíces. Otros productos bien descompuestos mejorarán la estructura del suelo y permitirán una buena expansión radicular. El material aplicado se mezclará siempre con la tierra de rellenado del hoyo de plantación.



Figura 19. Tutores recomendados para la sujeción de las plantas.

2. MANEJO RECOMENDADO PARA EVITAR EL ESTRÉS DEL ÁRBOL ADULTO

- 1.** Utilizar plantas de calidad procedentes de viveros contrastados, que aplican protocolos de desinfección y que obtienen su material de injerta (varetas) de plantas madre tratadas y testadas.
- 2.** Evitar los encharcamientos, ya que el aguacate es una planta muy sensible a la asfixia radicular. Un exceso de agua provoca la pudrición de las raíces y un amarilleamiento (clorosis) general del árbol. Se recomienda el uso de tensiómetros o sondas de humedad para el manejo del riego. Un mal manejo, tanto por exceso como por defecto, provoca estrés al árbol, con síntomas muy parecidos y, como consecuencia, una mayor floración en la primavera siguiente.
- 3.** La utilización de aguas de riego de baja calidad puede favorecer el desarrollo de síntomas en árboles infectados por el hongo aéreo.
- 4.** Prevención de la propagación de la enfermedad mediante la desinfección de las herramientas de poda (alcohol 70% o bien agua con lejía al 25%).
- 5.** Aplicar poda de prefloración en octubre-noviembre y/o febrero para equilibrar el árbol. Si fuera necesario, se realizará un segundo pase de poda 20-25 días más tarde.

6. Aplicación de compuestos fortificantes y estimulantes. Los resultados obtenidos en este estudio preliminar mostraron que la aplicación de BTL Soil Force cada 15 días desde marzo hasta mayo a las dosis: BTL Soil Force 0,5% + Aminolon 1cc/litro (5 aplicaciones en total), disminuyó la incidencia de los síntomas de forma consistente.

7. Sanear y cortar las ramas secas y enfermas en días con poca humedad relativa.

8. No incorporar al suelo restos de ramas secas procedentes de árboles enfermos. Lo que se recomienda hacer con los restos es una de estas dos opciones:

- Poner plástico transparente en el suelo y depositar todos los restos de poda, posteriormente cubrirlos con el mismo plástico y sellarlo por los laterales (Figura 20). Esto tiene que permanecer así los meses de más calor (junio, julio, agosto y septiembre).
- Proceder a la quema de los restos siempre y cuando se disponga del permiso de la autoridad competente, y con los medios de protección que se autorice.

9. Aplicar pasta cicatrizante a las heridas de poda, injerto, anillado, así como si se realiza una inyección al tronco (Figura 21).



Figura 20. Manejo de restos de poda procedentes de árboles enfermos utilizando cubierta de plástico.



Figura 21. Árboles podados a los que se les ha aplicado pasta cicatrizante.

EN RESUMEN

Si partimos de un árbol sano, la mejor herramienta para la lucha contra las pérdidas causadas por esta enfermedad son las prácticas agronómicas; esto significa hacer un buen manejo del riego, poda, fertilización y control de plagas. Todo ello con el único objetivo de disponer de árboles equilibrados, minimizando al máximo el estrés de la planta. Si el árbol no sufre estrés o éste es el menor posible, el árbol tendrá suficientes recursos para defenderse de la enfermedad, y por tanto los síntomas serán escasos o nulos.

REFERENCIAS Y FINANCIACIÓN

Referencias Bibliográficas

Arjona-Girona I., Ruano-Rosa D., López-Herrera C.J., 2019. Identification, pathogenicity and distribution of the causal agents of dieback in avocado orchards in Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 17: e1003. DOI: 10.5424/sjar/2019171-13561.

Armengol J., 2015. Informe de resultados de muestras de aguacate remitidas en 2015 del Laboratorio Nacional de Referencia de Hongos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Departamento de Ecosistemas Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia. Pp. 6.

Denman S., Crous P.W., Taylor J.E., Kang J.C., Pascoe I., Wingfield M.J., 2000. An overview of the taxonomic history of *Botryosphaeria*, and a re-evaluation of its anamorphs based on morphology and ITS rDNA phylogeny. *Studies in Mycology* 2000: 129–140.

García Pérez O., Perera González S., Rodríguez Pérez A., Siverio de la Rosa F., 2021. Estudio de parcelas de aguacate afectadas por hongos de la familia Botryosphaeriaceae en la isla de Tenerife. Disponible en:
(<https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Botryosphaeriaceae.pdf>)

Financiación

Este trabajo ha sido financiado con fondos recibidos tras la firma del convenio con el sector productivo SAT-2803 TROPS, Viveros Blanco S.L y Viveros Brokaw S.L. (convenio 8.60/60.5345 años 2019-2021 y convenio 8.06/5.60.5952 años 2021-2023).



Contacto:

Eva Arrebola

ead@uma.es (Universidad de Málaga)

Web: www.mamgroup.es

David Sarmiento

dsarmiento@tropes.es (Dpto Técnico TROPS)

Web: www.tropes.es