

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA
EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
(INTA- COSTA RICA)

MANEJO SUSTENTABLE DE PATÓGENOS QUE CAUSAN PUDRIFICIONES RADICALES EN EL CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.)

BOLETÍN TÉCNICO



Kenneth Retana Sánchez

San José, Costa Rica. 2023.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que se presentan en el cultivo de aguacate son las pudriciones radicales. Estas son comunes debido a que, por lo general, los patrones utilizados son susceptibles a patógenos de suelo, tales como *Phytophthora cinnamomi*, *Cylindrocarpon* spp., *Cylindrocladium* spp. *Campylocarpon pseudofasciculare*, *Fusarium* spp. y otros hongos de la familia de este último (Nectriaceae). Además, presentan poca tolerancia a suelos arcillosos, y cualquier tipo de estrés, en especial el hídrico asociado a las consecuencias del cambio climático, aumenta la vulnerabilidad de los materiales utilizados y crea condiciones que favorecen el desarrollo de varios patógenos que atacan la raíz de este frutal.

Estas se presentan en cualquier etapa de crecimiento de los árboles, pero el daño no se puede asociar a un único patógeno, sino al desarrollo de dos o más de los organismos mencionados y otros. Entre los síntomas que provocan están (Figura 1) (Morales *et al.* 2005, Tamayo 2007):

- Necrosis de la raíz y de los haces vasculares.
- Follaje con amarillamiento generalizado, con posterior marchitez descendente.
- Hojas pequeñas con apariencia pálida.
- Rebrotos pequeños y con poco vigor.
- Floraciones excesivas y desfasadas.
- En el caso de *P. cinnamomi*, en estados avanzados, se forma un chancro oscuro con exudaciones con apariencia blanquecina.
- Muerte del árbol.



Figura 1. Síntomas relacionados con la pudrición radical de árboles de aguacate. INTA, 2021.

Se han desarrollado diferentes estrategias de manejo de esta problemática, sin embargo, prevalece el uso de plaguicidas, lo que conlleva a impactos negativos en el ambiente y la salud. Estos reducen la biota edáfica y simplifican el sistema al minimizar las interrelaciones entre las poblaciones de organismos, lo que puede degenerar en un problema fitosanitario mayor, además, el efecto curativo tiene baja efectividad. Asimismo, el uso continuo de moléculas sintéticas ejerce una presión de selección sobre los patógenos, lo que puede provocar tolerancia o resistencia a las mismas (Dobrowolski 2008; Ramírez *et al.* 2013). Por lo tanto, el presente documento tiene la finalidad de dar conocer las prácticas para la prevención y control sustentable de pudriciones radicales en este cultivo.

MEDIDAS DE CONTROL

Las prácticas agronómicas deben ir enfocadas en reducir el estrés oxidativo en la planta producto de factores abióticos inadecuados para el árbol, de manera que se prevenga que mermen las defensas de la planta. En este sentido, dentro del proceso productivo de establecimiento y desarrollo de los árboles, se deben contemplar las siguientes medidas:

- Tener un suelo rico en materia orgánica y con una profundidad de 1,0 m en terrenos con pendiente y 1,5 m en suelos planos.
- En el caso de terrenos con pendiente, elaborar montículos o terrazas de 1,5 – 2,0 m de diámetro. Estas deben ser planas o con una leve inclinación (a favor de pendiente) que evite la acumulación de agua.
- Debido al riesgo de precipitaciones muy abundantes en periodos cortos o por una alta frecuencia de estas (propio de la zona alta del país), es importante realizar medidas preventivas para evitar la acumulación de agua en el suelo. Para esto se debe contemplar la elaboración de drenajes.
- Antes de establecer el cultivo, se debe realizar un análisis de suelo para identificar posibles problemas de acidez o desbalance de bases e implementar las correspondientes medidas. En caso de requerir encalar, es importante utilizar una enmienda micronizada y de buena pureza para lograr los efectos buscados a corto plazo.
- Obtener los árboles de viveros certificados por el Oficina Nacional de Semillas (ONS).
- Al momento de trasplante, agregar una cantidad mayor a 3 k de abono orgánico/árbol. Durante los primeros años es recomendable adicionar materia orgánica cada cuatro meses a una dosis de 4 k/árbol, con un incremento de 2 k cada año, para cada dosis aplicada.

- Previo al trasplante, se debe aplicar en las plantas una solución de un fungicida sistémico para prevenir la incidencia de patógenos radicales. Para zona de altura, se puede utilizar una solución en drench (riego en la base del tronco) de carbendazina (1 g/L) y fosfito de potasio (5 mL/L); en algunos casos previo a la siembra, se sumerge el adobe con las raíces en una solución de yodo (5 mL/L). Para zona de bajura, aplicar 3 g/L de metalaxil con fosfito de potasio (5 mL/L).
- Es conveniente pintar el tronco de los árboles con una mezcla de pintura de agua con 30 g/L de un fungicida cúprico. Esto es importante para prevenir problemas fitosanitarios en época lluviosa, y en época seca, además del efecto preventivo, reduce potenciales quemaduras por sol.
- Dos semanas después del trasplante, se recomienda aplicar una solución de micorriza (*Rhizophagus irregularis*) con una concentración de 8 g/L, la cual se puede mezclar con bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Azotobacter*, a una dosis de 40 mL/L. Se debe agregar un volumen de 100 mL/planta.
- Entre dos y tres semanas después de realizarse la aplicación de la micorriza es oportuno adicionar una solución en drench de *Pythium oligandrum* (4 g/L), a una dosis de 100 mL/planta.
- En caso de no contar con el *P. oligandrum*, se puede aplicar en drench una solución de *Trichoderma* spp. un mes después de la adición de la micorriza. En el país, para este cultivo en bajura, se han hecho pruebas con dos cepas de la especie *harzianum* y se obtuvieron resultados promisorios. Cabe señalar se deben utilizar una mezcla de varias cepas de trichoderma y que estas deben estar adaptadas a las condiciones agroecológicas donde se van a aplicar posteriormente. La dosis debe ser de 40 g/L para productos en sólido, y por general, con insumos líquidos la dosis es de 40 mL/L (dosis inoculativa).
- Se debe tener claro que en el caso de los productos biológicos, estos se aplican la primera vez de forma inundativa, es decir, a una dosis alta. A lo largo de un año, se deben hacer aplicaciones de mantenimiento de las poblaciones de organismos de control, mediante la adición de los mismos a la dosis estándar (dosis inoculativa), que por lo general, es la mitad de la dosis inundativa. En el caso de los organismos mencionados, estos deben ser adicionados cada cuatro meses en dosis inoculativa durante el primer año y cada seis meses del segundo año en adelante.
- Es importante que se mantenga el suelo a capacidad de campo para evitar el estrés hídrico en la plantación y para que los organismos de control se puedan desarrollar adecuadamente. Ante el impacto del cambio climático, el establecimiento de sistema de riego es indispensable.
- Es recomendable usar abonos organominerales con los cuales se fomente el equilibrio biótico del suelo, además, estos liberan nutrientes por 30 días por lo que las aplicaciones se pueden hacer cada 45 días, a una dosis de 150 g/árbol al trasplante (distribuido en tres niveles del perfil del hueco de siembra) y durante el primer año. Asimismo, a partir del segundo año, se debe incrementar 50 - 100 g/planta anualmente.
- Ante cualquier alternativa a los fertilizantes organominerales, se debe considerar la aplicación de abono ricos en fósforo y nitrógeno, para el adecuado desarrollo de los árboles durante los dos primeros años, y para los años siguientes se deben usar fórmulas ricas en potasio, sin descuidar el calcio, boro y zinc.
- Se debe mantener una policobertura espontánea con especies nobles, para proteger el suelo, conservar humedad y aportar materia orgánica al suelo. Algunas de las características que deben cumplir las arvenses para este propósito son: de crecimiento rastrero o de porte bajo, con una buena velocidad de desarrollo, con sistema radical superficial, tolerantes al pisoteo, adaptadas a condiciones de alta radiación, que no sean hospederas de plagas o patógenos que afectan al cultivo de aguacate, que alberguen organismos benéficos o que sean fuente de alimento de predadores o parasitoides de plagas del cultivo de interés e idealmente que fijen nitrógeno.
- Es común que en los primeros años se mantenga una ronda libre de arvenses alrededor de los árboles. Esto se debe hacer con el cuidado necesario para evitar cortes a los árboles, los cuales son fuente de entrada de patógenos.
- Para prevenir el estrés por alta radiación y temperatura, se puede aplicar un protector solar al follaje como la caolinita a una dosis de 5 g/L. Asimismo, en plantaciones menores a dos años, se puede aplicar 250 g/árbol de nitrato de calcio. La dosis se puede incrementar en 150 g por cada año de crecimiento.
- Se debe mantener un monitoreo periódico para identificar focos de infección e implementar las medidas de combate oportunamente.

- Cuando se ubican árboles con síntomas tempranos e intermedios de pudrición radical e infecciones en el sistema vascular, se pueden aplicar inyecciones al tronco con una solución de *Trichoderma* a una dosis de 25 mL por orificio de inoculación y 10 mL/L de fosfito de potasio en drench en el área donde se ubican las raíces.
- En caso de tener que eliminar árboles enfermos, se debe aplicar una solución de cal (1 kg/L de agua) en drench para aumentar el pH, condición que afecta la sobrevivencia de la mayoría de los hongos.
- Todas las herramientas y equipo de trabajo, así como botas y cualquier otro medio que pueda servir de medio de diseminación de suelo contaminado, deben lavarse y desinfectarse previo a ingresar a otras áreas libres de patógenos. Entre los productos que se pueden utilizar están: el yodo acomplejado a una dosis de 5 mL/L, cloro al 4% (alto efecto oxidante) a una dosis de 75 mL/L, alcohol 90% y el peróxido de hidrógeno (100 mL/L).

ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA

- Todo tipo de estrés debilita las defensas del patrón.
- La injertación es un proceso que induce estrés en el patrón y en la copa.
- La presencia de materia orgánica es fundamental para facilitar el establecimiento y desarrollo de organismos de control.
- El uso de abono orgánico, fertilizantes organominerales y de organismos benéficos son prácticas que se pueden implementar durante la etapa de vivero, para fomentar la salud y la diversidad biológica radical de los árboles.
- Durante los primeros años del establecimiento de los árboles, es primordial la estimulación y desarrollo de sistema radical.
- *P. cinnamomi* es un mal competidor en presencia de otros organismos y no coloniza tejidos ya colonizados. Asimismo, se considera que los otros hongos necotriaceos tienen un comportamiento de patógeno secundario oportunista.
- En el caso de *Fusarium*, este requiere de heridas en el sistema radical y un periodo de estrés en la árbol.

- Es posible que ocurra una muerte repentina de árboles con crecimiento vegetativo activo cuando, después de un periodo de estrés hídrico prolongado, se da el ingreso de agua al suelo. Esto es producto de un debilitamiento en la planta que la hace vulnerable al desarrollo de patógenos radicales, por lo tanto es importante evitar exponer a los árboles a este tipo de estrés hídrico. En caso de un evento como el descrito, es necesario aplicar un fungicida sistémico previo o al mismo tiempo que aumenta la humedad en el suelo.
- Una señal de algún tipo de estrés en el árbol o de una infección en las raíces es el incremento de la presencia y ataque de plagas (trofobiosis).
- El carbono orgánico ofrece varios beneficios, tales como: modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo, equilibra la acidez y la alcalinidad del suelo hacia neutralidad, aporta coloides con capacidad de intercambio catiónico y aumenta la solubilidad de varios nutrientes, lo cual favorece el desarrollo de diversidad biológica en el suelo.
- En síntesis, la base del manejo sustentable de problemas radicales es el fomento de la diversidad de poblaciones de organismos benéficos en el suelo.

LITERATURA CONSULTADA

Batista, J; García, R; Pérez, J; Zabaleta E; Montes, R; Cerrato, R. 2008. Inducción de supresividad a fitopatógenos del suelo. Un enfoque holístico al control biológico. *Interciencia* (33):96-102.

Cano, M. 2013. Artrópodos chupadores de savia y mecanismos para su adaptación a nichos deficientes en nutrientes. *Boletín del Museo Entomológico Francisco Luís Gallego* 5(1):7-13.

Céspedes, C; Millas, P. 2015. Relevancia de la materia orgánica del suelo. *Boletín INIA* 2015-308:30-47.

Garro, J; Mora, J; Acuña, J. 2016. Manejo de *Phytophthora cinnamomi* Rands en el cultivo del aguacate de bajura en Costa Rica. Informe final de investigación. Mata Redonda, San José. INTA. 27 p.

Martínez, E; Fuentes, J; Acevedo, E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Journal Soil Science Plant Nutrition* 8(1):268-295.

Molina, E; García, R; Zavaleta, E; Rojas, R; Pérez, J. 2007. *Pythium* spp. ¿Potencia las posibilidades de control biológico asociado a la complejidad microbiana? *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 10(2):74-77.

Morales, J; Morales, V; López, J. 2005. El aguacate: Manejo integrado del cultivo. *Boletín técnico*. Bucaramanga, Colombia, Corpoica. 45 p.

Palacios, L. 2021. Caracterización de microorganismos asociados a la pudrición de raíces de Aguacate *Persea americana* Mill en viveros del Valle del Cauca, Colombia. Tesis Lic. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 45 p.

Parkinson, L. 2017. Investigating soilborne necrotrophic fungi impacting avocado tree establishment in Australia. Tesis Ph.D. Queensland, Australia, The University of Queensland. 252 p.

Pérez, S; Coto, O; Echemendía, M; Ávila, G. 2015. *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno? *Protección Vegetal* 30(3):225-234

Tamayo, P. 2007. Enfermedades de Aguacate. *Politécnica* (4):51-70 p.

Ramírez, G.; Morales J. 2013. Primer informe de *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten afectando plántulas de aguacate (*Persea americana* Mill) en Colombia. *Protección Vegetal* 28(1):27-35.

Rodríguez, D; Vargas, J. 2021. Efecto de la inoculación con *Trichoderma* sobre el crecimiento vegetativo del tomate (*Solanum lycopersicum*). *Agronomía Costarricense* 46(2):47-60.

Vázquez, M; Solla, M. 2016. Influencia de escenarios cambiantes de estrés hídrico y encharcamiento en la susceptibilidad de *Castanea sativa* a *Phytophthora cinnamomi*. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 43:227-234.

CONTACTO

Ing. Kenneth Retana Sánchez.
Dirección Investigación y Desarrollo
Tecnológico. INTA.

Costa Rica

Teléfono: 2105-6100.

E-mail: kretana@inta.go.cr

Web INTA: www.inta.go.cr

Plataforma PLATICAR: www.platicar.go.cr

Edición: Departamento de Transferencia e
Información Tecnológica INTA.

Diseño: Handerson Bolívar Restrepo