

Capítulo 6

Manejo orgánico de enfermedades en nogal

Sylvana Soto A. • Javiera Barcos M. • Patricia Rebufel A.

6.1. Introducción

Las enfermedades se generan debido a la existencia de un hospedero susceptible (en este caso las plantas de nogal), un patógeno capaz de afectar a este cultivo y un medio ambiente favorable para el establecimiento de patógeno. Las patologías son causadas principalmente por hongos, bacterias, virus y nematodos fitopatógenos. Estos organismos son microscópicos y son capaces de generar un desequilibrio en el funcionamiento normal del hospedero debido a la acción directa o indirecta de éstos organismos. Este capítulo inicia con una introducción al manejo orgánico de enfermedades. En la siguiente sección, se detallan las características de las principales enfermedades que afectan el nogal en la zona central de Chile, conjuntamente con las opciones de manejo de estas enfermedades.

La ocurrencia de enfermedades es un proceso natural, debido a la coexistencia de los distintos organismos que han evolucionado juntos y que son parte del mismo ecosistema en una cadena de alimentación. Por lo tanto, las enfermedades de las plantas siempre van a estar presentes. En especial cuando estamos en presencia de un monocultivo perenne, que consiste de una sola variedad. La uniformidad genética y ambiental, proveen las condiciones óptimas para la instalación y proliferación de aquellos patógenos mejor adaptadas a la variedad plantada y el agroclima del cultivo.

El manejo orgánico de enfermedades se debe basar en un conjunto de medidas tendiente a mantener plantas equilibradas. Esto requiere una serie de manejos que se basan especialmente en labores culturales, que permiten mantener un medio ambiente desfavorable para el establecimiento de los patógenos, disminuir las fuentes de inóculos y favorecer un crecimiento equilibrado de nuestro cultivo. Por lo tanto, el foco no está en eliminar o controlar a los posibles patógenos de manera preventiva o curativa, si no en estrategias que favorezcan un adecuado desarrollo

del cultivo que permita que la propia planta y su medio ambiente restrinja el establecimiento y ataque de posibles patógenos (Van Bruggen et al., 2016).

Es por eso, que las labores como manejo de poda, riego, fertilización, control de malezas e insectos entre otros, son factores claves para mantener un cultivo saludable. Adicionalmente, la certificación orgánica (Capítulo 7) incluye un listado de bioinsumos permitidos para el control de enfermedades en el caso que las medidas preventivas no son suficientes. En general, el uso de estos productos es restringido y requiere autorización previa del ente certificador.

Disminuir las fuentes de inóculos

La prevención de entradas de nuevos patógenos es fundamental al inicio de la plantación. La principal medida es la adquisición de plantas sanas con un buen sistema radicular, sin daños aparentes en toda la planta. Durante el desarrollo y formación del huerto se deben retirar inmediatamente plantas que manifiesten enfermedades de tipo radicular o de madera. Estas deben ser enterradas lejos del huerto y previo al trasplante de una nueva planta se debe utilizar métodos de desinfección del lugar de plantación como puede ser solarización o biofumigación. Además, siempre se debe evitar la entrada de maquinaria al predio con tierra o restos vegetales que podrían tener patógenos no presentes en nuestro huerto y en el caso de las herramientas utilizadas para podas u otras prácticas se deben desinfectar idealmente planta a planta.

Mantener un medioambiente desfavorable

El manejo del follaje es fundamental para el control de enfermedades. La canopia debe permitir una buena ventilación, evitar la concentración de humedad al interior de ésta y favorecer que el follaje se seque después de una lluvia o neblinas. También debe permitir la entrada de luz la cual favorece los procesos fisiológicos de la planta y también la inhibición de algunos patógenos.

La utilización de riego por aspersión puede favorecer la diseminación de algunos patógenos, como también producir un microclima bajo la canopia, que favorece la presencia de enfermedades foliares y en el cuello de la planta. En nogales toma relevancia un adecuado sistema de riego. Las raíces son extremadamente sensibles a la asfixia radicular por anegamiento, que permite la entrada de patógenos a las raíces.

El aumento de biodiversidad en el suelo con la incorporación de compost y enmiendas orgánicas, como también la utilización de extractos de compost y fermentados aplicados al follaje o al suelo aumenta la actividad de descomponedores primarios los cuales pueden actuar como antagonistas de fitopatógenos principalmente por competencia por nutrientes, como también antibiosis, parasitismo, efectos sorprendidos, entre otros. Los resultados beneficiosos de estas prácticas presenta resultados variables, debido principalmente a los múltiples factores que influyen en la obtención de estos, como materia prima, temperaturas y condiciones del proceso.

La presencia de biodiversidad no solo de microorganismos, sino también de plantas como las cubiertas verdes, pueden favorecer la disminución de enfermedades debido, a la acción de cultivos trampa, pérdida de inóculo en plantas no hospedantes, producción de compuestos repelentes, entre otros efectos.

Mantener plantas equilibradas

Uno de los factores que más puede incidir en la incidencia y severidad de enfermedades son los desbalances nutricionales. Por ejemplo, altas concentraciones de nitrógeno, principalmente nitrato, incide en la susceptibilidad de la planta a enfermedades radiculares y foliares (Van Bruggen et al., 2016).

El uso de activadores de las defensas de las plantas a través de extractos de plantas o microorganismos que son capaz de generar una serie de respuestas que pueden inhibir la acción de fitopatógenos, es una alternativa para el control de enfermedades. Lamentablemente existen pocos productos autorizados para agricultura orgánica con estudios que demuestren este efecto en las principales enfermedades que afectan al nogal.

Bioinsumos

La utilización de agentes biocontroladores son una alternativa para poder prevenir enfermedades con aplicaciones en momentos de mayor susceptibilidad del hospedero. Se debe tener en cuenta que estos productos deben contar con autorización para su uso en agricultura orgánica y con la etiqueta para la enfermedad que queremos combatir según la regulación del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Para los productos permitidos bajo la norma técnica chilena de producción orgánica (Capítulo 7), se puede revisar el listado de "insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional", disponible en la página web del SAG (www.sag.cl).

El control curativo de enfermedades implica la utilización de medidas después del establecimiento del patógeno. En el manejo orgánico, las posibilidades de utilizar estas herramientas son limitadas debido a que la mayoría de los productos con acción biocida posee un efecto preventivo. Por lo anterior, se debe tener especial precaución en los momentos de aplicación y efecto que posee sobre los patógenos.

El cobre es un bactericida y fungicida de amplio espectro. Existen productos autorizados para la agricultura orgánica, con ciertas restricciones debido principalmente a que se acumula en los suelos provocando un efecto tóxico en muchos microorganismos (tanto patógenos como benéficos), lombrices de tierra e incluso con efecto fitotóxico en las plantas. La normativa para su uso establece un límite a la cantidad de cobre metálico que se puede aplicar por temporada (6 Kg Cu⁺⁺/ha/año) y se ha ido restringiendo su uso, por lo que está en constante evaluación su utilización.

También se pueden utilizar otros productos en agricultura orgánica, como azufre, polisulfuro de calcio y sales de bicarbonato. No obstante, no se ha demostrado un efecto de estos últimos productos sobre las principales enfermedades de nogales.

6.2. Principales enfermedades del nogal y su manejo orgánico

Agallas de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Esta enfermedad es producida por una bacteria que es un habitante del suelo, que posee una amplia gama de huéspedes, principalmente plantas frutales. Es una enfermedad muy importante en los viveros.

La bacteria se caracteriza por producir tumores o agallas que se producen por un crecimiento anormal de las células afectadas, las cuales se multiplican y crecen desmedidamente en raíces o cuello de la planta. Las agallas en un principio son de consistencia blanda y generalmente de un color claro (**Figura 6.1**). Con el tiempo estas se van endureciendo y tomando una coloración café. La enfermedad causa una pérdida de vigor en las plantas severamente afectadas. Principalmente cuando las plantas son jóvenes y poseen un reducido sistema radicular (Agris, 2005).

Estas bacterias solo pueden entrar por heridas en el sector de raíces y cuello de la planta. Los daños pueden ser generados por labores del suelo, daños por insectos u otros patógenos y asfixia radicular, entre otras. El patógeno es capaz de llegar a las raíces a través de las aguas de riego, escurrimiento de lluvias o salpicadura

Figura 6.1. Agallas causadas por *Agrobacterium tumefaciens* en plantas de nogal.



(Latorre, 2018). Puede estar presente en nuestro huerto o puede ingresar por medio de material de propagación o plantas infectadas, tierra con bacterias desde calzado o maquinaria proveniente de otro predio infectado, que no fue limpiado correctamente previo al uso en nuestro huerto.

En los viveros las condiciones del plantel (distancia de plantación, exceso de humedad, etc.), sumado a las labores de arranque, que generan heridas a nivel de raíces, favorecen la aparición de esta enfermedad. Esta condición favorece un sistema radicular débil, la cual con el estrés del trasplante podría provocar la muerte de la planta.

En algunos casos, este patógeno podría mantenerse sin afectar en forma relevante a una planta infectada, mientras ésta se desarrolla de forma equilibrada. Es decir, con un riego y fertilización adecuada, un buen sistema radicular, entre otros factores, la planta puede sobrellevar la existencia del patógeno. No obstante, cuando esta planta fuese sometida a cualquier tipo de estrés, se podría debilitarse y afectarse rápidamente.

Al momento de comprar plantas para un nuevo huerto, se debe revisar todo el material, asegurándose que esté libre de agallas (observando todas las plantas). Además, se debe evitar hacer heridas en raíces o cuello al arrancar y/o plantar. Las plantas previo a la plantación se pueden inocular con *Agrobacterium radiobacter* como alternativa de control biológico (Latorre, 2018).

En plantas con agallas se puede intentar extirpar las agallas durante el receso vegetativo de las plantas. Se debe remover el suelo en contacto con las raíces y sacar la zona afectada completamente, hasta por lo menos un par de centímetros de tejido aparentemente sano. La herida se debe cubrir con una pasta poda con adición de cobre.

La incorporación de materia orgánica, siempre va a favorecer la presencia de una biodiversidad y mantener una carga de inóculo controlada.

Pudrición del cuello (*Phytophthora cinnamomi*; *P. cactorum*, *P. citrophthora*)

Este hongo fitopatógeno es un habitante del suelo. Se ve favorecido por la existencia de agua libre en la solución suelo, debido a que esta agua permite la diseminación del patógeno. Adicionalmente, el anegamiento provoca la formación de heridas nivel de las raíces y cuello de la planta, que facilitan la colonización de las plantas por el hongo.

Los síntomas que se pueden observar son pérdida de vigor en la planta y menor crecimiento durante la temporada. El follaje puede verse de un color verde pálido e incluso amarillo. Se producen pudrición a nivel de las raíces y canchales en la corona y cuello de la planta. Tanto raíces como cuello de la planta toman un aspecto oscuro, de color café e incluso negro. En la base del tronco puede aflorar una exudación de color negro desde la corteza (**Figura 6.2**). Al alcanzar la zona de del cuello, el hongo puede crecer y anillar completamente el tronco y ocasionar el estrangulamiento, marchitez, defoliación y al final la muerte de la planta (Latorre, 2018).

Figura 2. Daño causado por *Phytophthora* spp. en plantas de nogal.



Para prevenir la aparición de esta enfermedad, se debe evitar suelos arcillosos, con mal drenaje e idealmente plantar en camellones, para favorecer un buen drenaje en la zona de las raíces. Se debe evitar que el agua de riego llegue al cuello o tronco de la planta. Un buen sistema y manejo del riego es la clave para mantener esta enfermedad bajo control. La incorporación de materia orgánica es esencial para mantener una buena porosidad, lo que facilita la aireación y evita el anegamiento de las plantas. Se debe evitar las heridas a nivel de las raíces y el cuello, por labores agrícolas o insectos. También se debe mantener un buen control de malezas alrededor del tronco para evitar el exceso humedad (Lemus, 2016).

Cuando observamos un árbol con menor vigor y hojas amarillas, se debe descalzar para poder observar y evaluar el cuello y raíces de la planta. Además esto favorece, que este sector se seque. Se debe evaluar las condiciones de riego (tipo, frecuencia y cantidad) y realizar medidas para evitar el anegamiento alrededor de la o las plantas afectadas. Si el daño es muy severo, se debe arrancar las plantas afectadas y dejar descansar el sector de la plantación. Se puede incorporar materia orgánica para favorecer la biodiversidad y disminuir los nichos para el desarrollo de este fitopatógeno.

Peste negra del nogal (*Xanthomonas campestris* pv. *junlandis*)

Es una de las enfermedades más importante en el cultivo del nogal, que especialmente bajo condiciones favorables (primaveras lluviosas y templadas) puede producir pérdidas de más de 50%.

Se disemina por el viento, insectos, lluvias e incluso el polen. Estas bacterias sobreviven como poblaciones epífitas en yemas y amentos del nogal, en otros cultivos hospederos y también en algunas malezas. Los períodos críticos de infección son elongación de amentos, exposición de flores pistiladas, frutos formados hasta endurecimiento de la cáscara.

La bacteria puede entrar por las aperturas naturales, como estomas (hojas) y lenticelas (frutos), y también por heridas. Para su ingreso debe existir agua libre (lluvia, neblinas, rocío, etc.) en combinación con temperaturas templadas (entre 15 y 25 °C). En la zona central de Chile, estas condiciones se presentan generalmente en primavera, que coincide con los momentos de mayor susceptibilidad del hospedero (Latorre, 2018).

En general puede afectar todo tejido tierno y succulento, que incluye flores masculinas y femeninas y frutos jóvenes. En ramas y hojas produce manchas cloróticas

Figura 6.3. Daño por peste negra en frutos en desarrollo.



sin importancia. En frutos jóvenes daña el pelón, produciendo atizonamiento y ennegrecimiento de las zonas afectadas (**Figura 6.3**). El daño principal es el manchado de la nuez madura y/o la caída de éstas.

Para mantener controlada esta enfermedad, es necesario remover todos los tejidos infectados (amentos, canchales, entre otros), controlar las malezas, y evitar un exceso de nitrógeno en las plantas a través de un manejo equilibrado de la fertilidad del suelo. Adicionalmente, se pueden realizar aplicaciones de productos cúpricos en los estados de amento, flores pistiladas y cuaja, siempre y cuando las condiciones medioambientales sean favorable para la infección del patógeno. Se debe recordar que bajo las normas de producción orgánica, el uso de cobre está restringido y se debe consultar la normativa vigente con respecto a cantidades máxima permitidas por temporada. Otra alternativa para el control preventivo de la peste negra es el uso de *Bacillus subtilis*. Se debe revisar la etiqueta del producto y elegir aquellos productos autorizados por el SAG como bactericida para control la peste negra en nogales orgánicos.

Enfermedades de la madera (grupo de *Botryosphaeriaceas*)

Las *Botryosphaeriaceas* consisten de un grupo de hongos que producen muerte regresiva de ramillas en distintas especies de frutales. La especie específica de este grupo de hongos, que afecta a cada huerto, depende de la zona productiva, condiciones ambientales y manejo agronómico del cultivo. En nogal, los últimos

Figura 6.4. Muerte regresiva en nogales causado por *Botryosphaeria*.



años ha aumentado la incidencia de esta sintomatología, llegando a afectar sobre el 30% de ramillas en un huerto sin manejo para esta enfermedad (Soto et al., 2020).

En plantas afectadas, se puede observar la presencia de tejido muerto desde el ápice de brotes o ramillas, afectando la zona productiva del nogal. Se describen, además, canchales en ramillas, dardos y brotes (**Figura 6.4**). Levantando la corteza de ramillas se pueden observar lesiones necróticas oscuras, con márgenes definidos entre tejido sano y enfermo. La muerte de tejidos es progresiva, afectando a yemas y corteza, pudiendo llegar a afectar ramas completas y finalmente al árbol (casos severos). Se describen, además, caída de frutos con pedúnculo adherido (pérdida de rendimiento), manchas oscuras sobre la cáscara (depreciación de la calidad) y eventualmente desarrollo de moho gris al interior de la nuez (pérdida de valor comercial).

Estos hongos se favorecen con la presencia de lluvias o agua libre, con temperaturas sobre los 10°C. Las conidias de estos hongos son transportadas por el agua mediante salpicaduras, riegos por aspersión y por lluvias, siendo fuentes de inóculo plantas ornamentales frecuentes alrededor de campos y plantas enfermas desde el vivero. Además, en restos de poda de nogales y otros hospederos enfermos, se encuentran estructuras de origen asexual y sexual (picnidios y pseudotecios) debajo de la corteza, que pueden proporcionar esporas por hasta 6 años (Ahimera et al., 2004). El hongo entra por heridas en la madera, generadas por factores

ambientales (granizo, heladas, golpe de sol, insectos, etc.) o provocadas por labores agrícolas (caída de hojas, poda, incluso la cosecha).

Dentro de las medidas de control, se describen la poda de limpieza (eliminación de ramillas enfermas retirándolas del huerto), usando una correcta desinfección de herramientas, manejo cultural permitiendo una correcta ventilación, una correcta exposición a la luz solar, prevenir condiciones de humedad relativa alta, manejo adecuado de la fertilización y riego adecuado.

Referencias

- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam y Boston, Países Bajos y Estados Unidos.
- Ahimera, N, S. Gisler, D. Morgan, y T. Michailides. 2004. Effects of single-drop impactions and natural and simulated rains on the dispersal of *Botryosphaeria dothidea* conidia. *The American Phytopathological Society* 94: 1189-1197.
- Latorre, B. 2018. *Compendio de las enfermedades de las plantas*. Ediciones UC, Santiago, Chile.
- Lemus, G. 2016. *Phytophthora spp. en nogales: prácticas de prevención y mitigación*. Informativo N° 55. INIA, Centro Regional de Investigación Rayentué, Rengo, Chile.
- Soto, S., J. Barcos y P. Rebufel. 2020. Cómo evitar la disminución de productividad en nogales ocasionado por enfermedades de la madera. *Revista Mundo Agro* 124: 42-45.
- Van Bruggen A., A. Gamliel y M.R. Finckh. 2016. Plant disease management in organic farming systems. *Annual review of phytopathology* 54: 25-54.