

Cómo evitar la disminución de productividad en nogales afectados por enfermedades de la madera



Sylvana Soto A.
Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Dra.
Investigadora INIA La Platina



Patricia Rebufel A.
Técnica Microbióloga
Ayudante de Investigación INIA La Platina



Javiera Barcos M.
Ingeniera Agrónoma
Asistente de Investigación INIA La Platina



María José Farías G.
Ingeniera en Biotecnología, M.Sc.
Asistente de Investigación INIA La Platina



El cultivo del nogal ha tenido un sostenido crecimiento, tanto en superficie como en volumen exportado. Chile es el cuarto país con mayor producción de nueces y segundo exportador a nivel mundial, siendo el principal productor de contra estación, para consumidores del hemisferio norte.

En Chile, el cultivo del nogal ha presentado un crecimiento sostenido respecto de la superficie productiva, que abarca entre las regiones de Atacama y la de Los Lagos, concentrándose principalmente en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. En la actualidad, es el segundo cultivo de mayor superficie, después de la uva de mesa. Según FAO (www.fao.org), los volúmenes producidos de nueces con cáscara en 2018 y 2019 en el país fueron de 110.000 y 122.950 toneladas, respectivamente; siendo las variedades predominantes Chandler (70 %) y Serr (24 %), según reportes de Odepa en 2017.

Pese a existir una buena proyección para este cultivo a nivel nacional, en las últimas temporadas y debido al cambio climático, se han presentado con mayor frecuencia eventos adversos como sequías, altas temperaturas e intensas heladas, en particular, en la zona centro de nuestro país. Estos eventos han contribuido al aumento de la incidencia y severidad de algunas enfermedades, incluyendo aquellas que afectan a la madera. Esto se ha reflejado en un aumento de

síntomas como presencia de canchales, pérdida de tejidos productivos (brotes y ramillas principalmente), disminución de rendimientos y calidad del fruto, entre otras sintomatologías.

El nogal puede verse afectado por al menos siete agentes fitopatógenos correspondientes a hongos y bacterias. En la zona central, las más frecuentes y en orden de importancia son: enfermedades causadas por especies pertenecientes a la familia *Botryosphaeriaceae* (que incluye varios géneros), que producen "muerte de ramillas"; *Phytophthora* spp., causal de pudrición del cuello y raíces; y la bacteria *Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*, causal de peste negra.

Características de la Muerte de Ramillas

Esta enfermedad es causada por un gran número de especies, destacando *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia mutila*, *D. seriata*, *Neofusicoccum mediterraneum* y *N. parvum*, entre muchas otras. La patología se evidencia por la presencia de tejido muerto en el ápice de brotes o ramillas, afectando la zona productiva del nogal, además

de canchales en ramillas, dardos y brotes (**FIGURA 1**). Bajo la corteza de las ramillas afectadas se pueden observar lesiones necróticas oscuras, con márgenes definidos entre tejido sano y enfermo. La muerte de tejidos es progresiva, perjudicando a yemas y corteza (de aspecto descascarado), hasta daños en ramas completas y, en ataques severos, la muerte del árbol.

Otros síntomas son la 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 comercialización). Los patógenos que afectan a cada huerto dependen de la zona productiva, condiciones ambientales y manejo agronómico del cultivo.

Según antecedentes recopilados por el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina, se ha podido observar huertos de nogales con incidencias de la enfermedad que van desde el 5 % hasta más del 50 % y con mayor agresividad en la variedad Chandler, respecto de la variedad Serr. La severidad también aumenta con la edad del huerto y en aquellos árboles sometidos a mayor estrés. Existen



⬆️ **Figura 1.** Síntomas característicos de muerte de ramillas en huerto de nogal.

reportes de pérdidas de producción mayores al 50 % en otras especies frutales por este tipo de enfermedad y mermas productivas de hasta el 30 % en nogales en Chile.

La diseminación de estas especies se ve favorecida por condiciones de alta humedad (> 90 % HR) y temperaturas mayores a los 10 °C; condiciones predominantes en invierno, aunque también ocurren en las primeras horas de la mañana, en otoño y primavera. La transmisión de conidias de estos hongos es a través del agua, por medio de salpicaduras por riegos de aspersión y lluvias, siendo fuentes de inóculo

las plantas ornamentales, frecuentes alrededor de huertos y plantas enfermas provenientes de vivero. Las fuentes de inóculo son estructuras de origen asexual (picnidios) y sexual (pseudotecios), ubicadas debajo de la corteza de ramas enfermas, las que pueden proporcionar esporas por hasta seis años. De allí la importancia de no mantener restos de podas de plantas enfermas en los huertos.

Las enfermedades en madera causadas por hongos fitopatógenos son ampliamente estudiadas en vides, siendo una amenaza creciente en todo el mundo y donde su principal vía de ingreso son las heridas de podas.

En nogal, sin embargo, dado que el impacto económico se ha observado hace pocas temporadas en nuestro país, este tipo de enfermedades ha sido poco estudiado. Otras vías de ingreso son la caída de hojas, heridas producidas por daño mecánico en la cosecha y ataque de insectos como, por ejemplo, escamas.

Dentro de las medidas de control se describen la poda de limpieza (eliminación y retiro del huerto de ramillas enfermas), usando una correcta desinfección de herramientas; manejo de canopia, permitiendo una correcta ventilación, y exposición a la luz solar, evitando excesos en la fertilización y en los riegos.

Estudio de epidemiología

Con el propósito de identificar a los agentes causales de la sintomatología de muerte de ramillas en nogales y aprender aspectos de su epidemiología, el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina realizó estudios para determinar la presencia de hongos de la familia *Botryosphaeriaceae* en un huerto sintomático, identificar los períodos de vuelo de inóculo y correlacionar con las condiciones climáticas. El estudio se efectuó en el Centro Experimental INIA Los Tilos, que cuenta con 70 hectáreas de nogal en producción de las variedades Chandler y Serr, ubicado en la comuna de Buin.

En agosto de 2019 se llevaron a cabo visitas a sectores del huerto en el período de receso invernal; se observó el daño caracterizado por la necrosis en la zona apical de los brotes, que afectó la brotación de la temporada siguiente, debido a la pérdida de yemas productivas (**FIGURA 2**). Los brotes afectados fueron analizados en el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina, donde se sembraron e incubaron trozos de tejido de la zona de avance de la infección, en placas Petri con medio de cultivo. El crecimiento de hongos sobre cada tejido sintomático produjo estructuras de hongos pertenecientes a especies

asociadas a *Botryosphaeraceae* (FIGURA 3).

Una vez caracterizadas las estructuras taxonómicas, se instalaron dos trampas caza-esporas por árbol y en cinco árboles por variedad, elegidos al azar. Se comenzó la instalación de las trampas el 29 de agosto de 2019, y desde esa fecha las trampas fueron recolectadas cada 15 días y reemplazadas por unas nuevas. Las trampas fueron llevadas al Laboratorio para ser procesadas, sembradas en medios de cultivos específicos para su análisis. Aquellos hongos con características morfológicas asociadas a especies de *Botryosphaeria* fueron purificados para su posterior identificación y realización de otros estudios. Los datos obtenidos correspondientes al conteo de colonias por muestreo se correlacionaron con los datos de temperatura, humedad relativa y precipitaciones de la estación meteorológica de Los Tilos, ubicada en la comuna de Buin, región Metropolitana, y perteneciente a la Red Agrometeorológica de INIA.

Desde las trampas caza-esporas se pudo detectar la captura de conidias de hongos pertenecientes a la familia de las *Botryosphaeraceae*, entre septiembre a diciembre. Posteriormente, se dejó de localizarlas. Es importante advertir



Figura 2. Síntomas de daños en el huerto de nogal en ramillas. Centro Experimental INIA Los Tilos.



Figura 3. Colonias y estructuras de *Botryosphaeraceae* aisladas desde daños en ramillas de nogales, ubicados en el Centro Experimental INIA Los Tilos.

que se pudieron encontrar conidias bajo condiciones de ausencia de precipitaciones y baja humedad relativa, lo que indica que hay

presencia de esporas durante el período de brotación y floración en el huerto (FIGURA 4). Este periodo es altamente susceptible para el

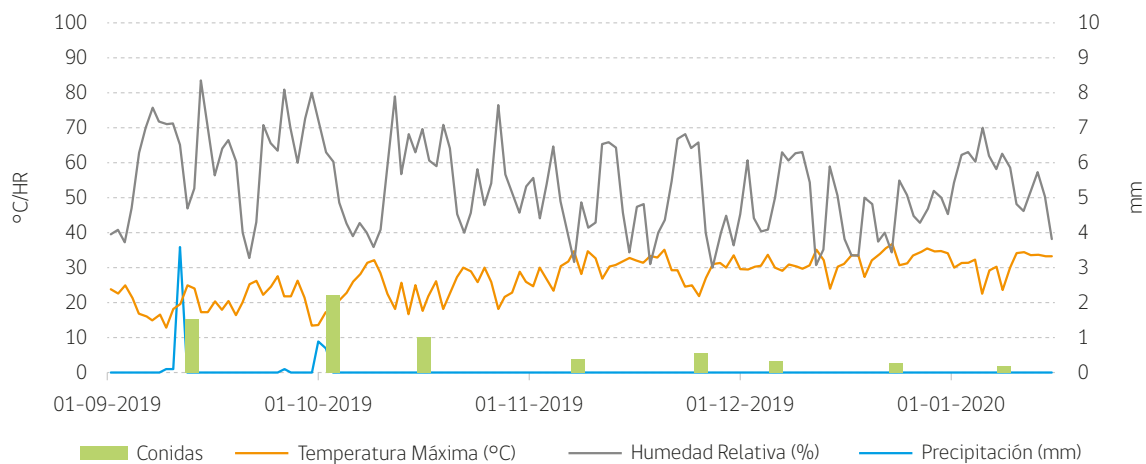


Figura 4. Gráfica que representa la presencia de conidias, según las temperaturas máximas y humedad relativa del periodo entre septiembre de 2019 y enero de 2020.

ingreso de la enfermedad por heridas naturales, como la brotación. Además de condiciones de temperatura adecuadas y presencia de factores de estrés (hídrico, heladas, nutricionales, insectos, etc.) que facilitan una infección. Por consiguiente, se deberían realizar aplicaciones preventivas de manera de proteger los tejidos susceptibles durante este periodo.

Evaluaciones alternativas al control químico

Con el fin de evaluar alternativas de control de fungicidas autorizados en nogal, se realizó un nuevo ensayo en el Centro Experimental INIA Los Tilos, en nogales variedad Chandler.

Una vez que se establecieron los tratamientos en el huerto, se realizaron podas dirigidas en 25 ramillas por cada unidad experimental, en el período de pleno receso (29 de julio de 2020), las que fueron identificadas individualmente, cada una de ellas con tejido sano y siempre ubicadas en la periferia del árbol sin falta de luz. Se aplicaron los tratamientos (**CUADRO 1**) por aspersión en cuatro momentos: inmediatamente después de la poda de las ramillas, al inicio de brotación (16 de octubre 2020), en floración (13 noviembre de 2020) y en fruto cuajado (15 de diciembre de 2020). La aspersión se efectuó con una motobomba de espalda, y un mojamiento equivalente a 2.500 l/ha. La poda y las respectivas aplicaciones se realizaron en condiciones de humedad relativa baja, sin viento y temperaturas moderadas. Se evaluó las ramillas en abril de 2021 (previo a la cosecha de las nueces) en el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina, donde se midió el avance de la lesión en las ramillas.

Después de la evaluación de las ramillas se pudo observar que todos los tratamientos que incluían algún producto fungicida, aumentaron el porcentaje de ramillas sanas con respecto al testigo (**FIGURA 5**), pero

Cuadro 1. Productos, ingredientes activos y dosis aplicadas, según tratamiento en nogales variedad Chandler. Centro Experimental INIA Los Tilos, Buin, región Metropolitana. Temporada 2020–2021.

Tratamientos		Ingredientes activos	Dosis
1	Testigo	—	Agua
2	Mancozeb 80 WP	Mancozeb 80 %	240 g/hl
3	Amistar® Top	Azoxistrobina 20 % + Difenconazol 12,5 %	1 l/ha
4	Elmus®	Fluxapirroxad 25 % + Piraclostrobina 25 %	0,7 l/ha

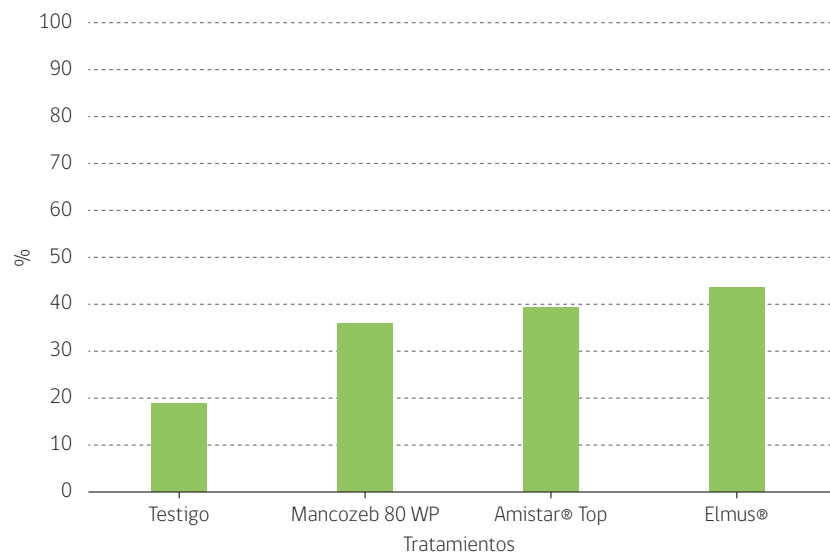


Figura 5. Porcentaje de ramillas sanas que fueron podadas en receso y tratadas con distintos fungicidas en receso, brotación, floración y fruto cuajado.

solo los tratamientos 3 y 4 —que incluyeron mezclas de ingredientes activos— se diferenciaron estadísticamente del testigo.

Podríamos concluir que se deben realizar aplicaciones en los periodos de poda (receso), ya que coincide con estados críticos de infección, condiciones ambientales favorables para la diseminación de conidias y presencia de heridas naturales. Estas aplicaciones se debieran repetir durante la cosecha y caída de hojas. Sin embargo, el alto número de ramillas infectadas que presentan los árboles, indican que las aplicaciones por sí solas no son suficiente y se deben incluir prácticas culturales que

permitan disminuir el potencial de inóculo, tales como podas de limpieza, eliminación de restos de poda del suelo, mantener plantas equilibradas en sus niveles de fertilización y riego, además de proteger todos los cortes de podas.

En el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina estamos estableciendo nuevos ensayos para esta temporada, que nos permitan corroborar esta información y evaluar otras alternativas, de manera de contar con un plan de manejo integral de esta patología que está afectando a los huertos de nogales de la zona central de Chile. **TA**