



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Eficacia de fungicidas comerciales en la protección de heridas de poda en avellanos
contra infecciones asociadas a *Neofusicoccum parvum***

MEMORIA DE TITULO

FELIPE ANDRES PAVEZ BADILLA

**TALCA, CHILE
2021**

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

Aprobación:



Gonzalo Díaz Ulloa

Profesor Guía: Ing. Agr. Mg Cs. Dr. Gonzalo A. Díaz

Profesor asociado

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias



Mauricio Lolas Caneo

Profesor informante: Ing. MS. PhD. Mauricio Lolas

Profesor asociado

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 21 de septiembre de 2021

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer desde el fondo de mi corazón a todas las personas que estuvieron involucradas en mi formación como persona y como profesional durante este periodo.

A mi profesor guía Gonzalo Díaz quien confió en mí y me dio la oportunidad de poder trabajar junto a él, quien me aguantó, se dio el tiempo de ayudarme y aconsejo en todo lo que necesitaba para poder llevar a cabo este trabajo tan importante. A los profesores de la Facultad por entregarme todo el conocimiento necesario para poder ser un buen profesional.

A mis amigos Matías, Marco, Ian, Álvaro, Matías e Ignacio quienes fueron las personas con que más tiempo pase durante mi vida como universitario, con quienes luchamos por aprobar todos los cursos, con quien pase de los mejores momentos de mi vida y quienes serán mis mejores amigos para toda la vida a pesar si tomamos caminos diferentes.

Por último, quiero agradecer a las personas más importantes, mis padres Alejandro y Olga como también a mis hermanos Matías y Tomas. A mis padres darles las gracias ya que a ellos pude lograr todas las metas que me propuse y me dieron todo su apoyo en todo momento, a mis hermanos quienes me ayudaron en todo momento que necesité de ellos. Sin el amor y cariño de mi familia no hubiera logrado todo lo que he logrado.

RESUMEN

En Chile existen aproximadamente de 24.436 hectáreas de avellano europeo (*Corylus avellana* L.) y en los últimos años Chile se ha vuelto un lugar ideal para su cultivo. Recientemente en Chile se ha descrito a especies fungosas pertenecientes a la familia Botryosphaeriaceae como *Neofusicoccum parvum*, *N. arbuti*, *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *Dothiorella* spp. y *D. coryli* siendo esta última junto con *Diaporthe australafricana* perteneciente a la familia de las Diaporthaceae reportadas afectando cultivos de avellano. Estos hongos de la madera pueden colonizar ramas y ramillas de los frutales a través de los cortes de poda que se realizan en estos llegando a causar canchros y muerte regresiva. El objetivo de este estudio consiste en evaluar la efectividad de cinco productos y mezcla de estos, utilizados en la protección de cortes de poda contra el patógeno *Neofusicoccum parvum*. Los productos evaluados como protectores fueron tebuconazol 0,5% + kresoxim metilo 0,5% (Pasta Poda Full, ANASAC, Chile), piraclostrobin 0,1% Podexal, BASF, Chile) formulados en pasta y tebuconazol 25% (Apolo 25 EW, ANASAC, Chile), kresoxim metilo 50% (Krexim 50 SC, ANASAC, Chile) y benomilo 50% (Polyben 50 WP, ANASAC, Chile) en formulación líquida. 24 horas después de la protección de las heridas de poda, se inocularon con suspensión de *N. parvum* y se evaluó 9 meses post-inoculación del patógeno. Este estudio demostró que los productos que se utilizaron en la protección de las heridas de poda reducen de manera efectiva el desarrollo del hongo en las ramillas de avellano. En ramillas sin protección se produjeron lesiones necróticas y canchros de 44,4 mm de longitud. Los productos formulados en pasta como piraclostrobin y la mezcla tebuconazol + kresoxim metilo y la aspersión de benomilo con lograron efectividades entre 78 y 80%.

Palabras claves: *Neofusicoccum parvum*, Botryosphaeriaceae, cancro, muerte regresiva, fungicida, hongo de la madera, lesión necrótica.

ABSTRACT

In Chile there are approximately 24,436 hectares of European hazelnut (*Corylus avellana* L.) and in recent years Chile has become an ideal place for its cultivation. Recently it has been described to fungal species belonging to the family Botryosphaeriaceae as *Neofusicoccum parvum*, *N. arbuti*, *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *Dothiorella* spp. and *D. coryli* being the latter together with *Diaporthe australafricana* belonging to the family of the Diaporthaceae reported affecting hazelnut crops. These fungal trunk pathogens can colonize branches and twigs of the fruit trees through the pruning cuts that are made in these coming to cause cankers and dieback. The objective of this study is to evaluate the effectiveness of five fungicide products and mixture of these, used in the protection of pruning cuts against the pathogen *Neofusicoccum parvum*. The products evaluated as protectors were tebuconazole 0.5% + kresoxim methyl 0.5% (Pasta Poda Full, ANASAC, Chile), pyraclostrobin 0.1% (Podexal, BASF, Chile) formulated in paste and tebuconazole 25% (Apollo 25 EW, ANASAC, Chile), kresoxim methyl 50% (Krexim 50 SC, ANASAC, Chile) and benomyl 50% (Polyben 50 WP, ANASAC, Chile) in liquid formulation. 24 hours after protection of pruning wounds, they were inoculated with *N. parvum* suspension and evaluated 9 months post-inoculation of the pathogen. This study showed that the products that were used in the protection of pruning wounds effectively reduce the development of the fungus in hazelnut twigs. In unprotected twigs there were necrotic lesions and cankers of 44.4 mm in length. Products formulated in paste such as piraclostrobin and the mixture tebuconazole + kresoxim methyl and the spraying of benomyl with achieved effectiveness between 78 and 80%.

Keywords: *Neofusicoccum parvum*, Botryosphaeriaceae, canker, dieback, fungicide, wood fungus, necrotic lesion.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Hipótesis	10
1.2 Objetivos general	10
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	11
2.1 Antecedentes del cultivo	11
2.1.1 Descripción botánica	11
2.1.2 Morfología	11
2.2 Requerimientos edafoclimáticos	13
2.2.1 Suelo	13
2.2.2 Clima	13
2.3 Poda	14
2.3.1 Poda de formación	15
2.3.2 Poda de producción	15
2.4 Enfermedades asociadas al avellano europeo	16
2.4.1 Enfermedades causadas por bacterias	16
2.4.2 Enfermedades causadas por hongos	18
2.5 <i>Neofusicoccum parvum</i>	21
2.6 Fungicidas utilizados para el control de <i>Neofusicoccum parvum</i>	21
2.7 Control de Hongos de la familia Botryosphaeria en otros cultivos	23
3. MATERIALES Y METODOS	25
3.1 Aislamiento fungoso	25
3.2 Protección de heridas de poda	25
3.3 Inoculación de heridas protegidas	26
3.4 Diseño estadístico y experimental	26
4. RESULTADOS	28
5. DISCUSION	31
6. CONCLUSIONES	34
7.CITAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUCCIÓN

El avellano pertenece a la familia Betulaceae, subfamilia Coryloidea, género *Corylus*. La mayoría de las especies de avellano son nativas de Norteamérica, Europa y Asia; pero la única cultivada por sus frutos, es el avellano europeo (*Corylus avellana* L.). Este es una especie leñosa de 2 a 5 metros de altura el cual produce desde su cuello varas muy ramificadas; con raíces poco profundas, largas y de crecimiento lateral. Su fruto es un akenio indehisciente, con pericarpio óseo que envuelve la semilla, de testa lisa y color canela (Grau, 2009).

De su origen en Asia, el avellano se expandió por Europa como consecuencia del arranque de viñedos por ataque de la filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) provocando así el cambio de los ejes de producción de uva para vino (Grau, 2009). La introducción a Chile se atribuye con la llegada de los españoles, pero recién en la década del 90 es cuando se comienza a cultivar se forma comercial (Grau, 2009).

En la actualidad, la superficie ocupada por el cultivo de avellano europeo es aproximadamente de 24.436 hectáreas distribuidas entre las regiones de Valparaíso y los Lagos (Odepa, 2020). La Región del Maule es la que concentra la mayor cantidad de superficie plantada con esta especie frutal con 11.225 ha, seguida por las regiones de la Araucanía y Ñuble. Esto nos indica el importante posicionamiento tiene este frutal a nivel nacional como a nivel regional, en especial en la Región del Maule.

Chile es un país que se encuentra libre de la mayoría de las plagas y enfermedades que afectan al avellano (Grau, 2009), pero aun así hay fitopatógenos y plagas presentes que afectan el desarrollo de esta planta. Plagas que afecten el proceso de desarrollo del avellano encontramos pulgones, cabritos, chicharras y sierra (Grau, 2009). Por otro lado, están los hongos y bacterias que afectan el desarrollo del avellano. En Chile se ha descrito a *Diplodia coryli*, *Diaporthe australafricana*, *Phytophthora infestans*, *Gloesporium corylii*, *Phyllactinia corylea*, *Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix* atacando al avellano (Grau, 2009; Guerrero y Pérez, 2013a; Guerrero y Pérez, 2013b). En adición a lo anterior, hay

bacterias presentes en Chile que afectan el desarrollo del avellano como son *Xanthomonas campestris* pv. *corylina* y también *Agrobacterium tumefaciens* (Merlet et al., 2016; Grau, 2009).

Sin embargo, recientemente se han reportado a varias especies fungosas de la familia Botryosphaeriaceae causando canchros y muerte regresiva en varias especies frutales en Chile, incluyendo vides (Díaz et al., 2013), arándanos (Espinoza et al., 2009), nogales (Díaz et al., 2018) y paltos (Valencia et al., 2019) entre otros. Entre las especies de Botryosphaeriaceae descritas se encuentran *Neofusicoccum parvum*, *N. arbuti*, *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *D. coryli* y *Dothiorella* spp. entre otros.

El avellano, al igual que otros árboles de frutos secos no necesita poda de fructificación, solo requiere de poda de formación y de mantención del árbol (Grau, 2009). Esta es una de las actividades por donde fitopatógenos entran a la planta y comienzan a producir severos problemas en ella, generando la infección (Latorre, 2004). Esta infección asociada a especies de Botryosphaeriaceae a nivel de campo, se produce principalmente por las heridas de poda (Úrbez-Torres y Gubler, 2011; Díaz y Latorre, 2013; Latorre, 2018). En avellano se ha descrito previamente a *D. coryli* y *Diaporthe australafricana* causando canchros y muerte regresiva en avellanos en la Región de la Araucanía (Guerrero y Pérez, 2013a y Guerrero y Pérez, 2013b). Es más, recientemente el laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad de Talca aisló y caracterizó a *Neofusicoccum parvum* causando muerte regresiva en avellanos de la Región del Maule. El creciente aumento de la superficie productiva de avellanos y la presencia de muerte de ramillas y brazos en plantas de la Región hace necesario estudiar la protección de heridas de poda contra hongos de la familia Botryosphaeriaceae. Por lo tanto, el siguiente trabajo determinará la protección de heridas de poda contra la infección de *N. parvum*.

A continuación, se plantea la hipótesis y objetivos del presente estudio:

1.1. Hipótesis

La protección de heridas de poda con fungicidas sintéticos disminuye significativamente la infección de *Neofusicoccum parvum* en avellano, siendo significativamente superior los fungicidas en pasta.

1.2. Objetivo general

Determinar la eficacia de fungicidas comerciales químicos aplicados en pasta y en líquido en la protección de heridas de poda contra la infección de *Neofusicoccum parvum* en avellano.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes del cultivo de Avellano

2.1.1 Descripción Botánica

El avellano europeo pertenece al género *Corylus*, de la familia Betulaceae y del orden de las Fagales. Esta es una especie monoica de 22 cromosomas. Se han descrito alrededor de una quincena de especies diferentes siendo la mayoría perteneciente a la especie *Corylus avellana* L. siendo esta y sus variedades la especie más cultivada de avellano en la actualidad (Ellena, 2018).

2.1.2 Morfología

El avellano europeo (*C. avellana*) es un árbol de crecimiento arbustivo, con ramas de color Marrón claro grisáceo que nacen de forma alterna e insertan sobre un plano al eje principal. Este puede alcanzar una altura de 3 a 4 metros de altura, incluso puede llegar entre 4 a 6 metros de altura si se conduce en un solo eje (Mehlenbacher, 1991).

2.1.2.1 Yemas

Las yemas son pequeños núcleos meristemáticos que se forman en las axilas de las hojas. Estos contienen un primordio de un eje vegetativo que darán origen a brotes y flores. En el avellano europeo las yemas aparecen alternadas en los brotes. De las axilas de las hojas aparecen las yemas vegetativas que presentan color verde-Marrón y también las yemas mixtas, similares a las anteriores pero que presentan en su parte apical un grupo de estilos color rojo oscuro. De estas yemas se formarán brotes (con 4 a 5 hojas) que portarán en su extremidad inflorescencias de 8 a 10 pistilos bífidios. También en la axila de las hojas se desarrollarán los amentos que irán reunidos en grupos de 1 a 5 (Ellena, 2018).

2.1.2.2 Flores

El avellano europeo es una especie monoica que presenta autoesterilidad y dicogamia con falta de sincronización entre la liberación del polen desde las flores masculinas y la

receptibilidad de las flores femeninas en la misma variedad. Esto hace estrictamente necesario establecer variedades genéticamente compatibles y que florezcan simultáneamente con la variedad principal para lograr rendimientos satisfactorios (Ellena y Sandoval, 2013).

Las flores masculinas se disponen en amentos cilíndricos, colgantes, amarillentos y ubicados en los extremos de los brotes. Estos, están formados por muchas flores masculinas apealadas (entre 130 y 260 flores), y cada flor tiene una escama que en su cara interna se insertan 8 estambres y sin restos de pistilo (Ellena y Sandoval, 2013).

Las flores femeninas, se encuentran agrupadas en las terminaciones de las ramillas laterales formando glomérulos escamosos. Estos corresponden a yemas mixtas formadas por una parte basal vegetal y otra parte fértil formada por 4 brácteas que poseen en sus axilas dos flores femeninas apetaladas (Ellena y Sandoval, 2013).

2.1.2.3 Fruto y hojas

Corresponde a un aquenio globoso-ovoide, cuyo pericarpio leñoso contiene una semilla comestible rica en aceites y otros compuestos. Este fruto está rodeado de un involucro foliáceo de tipo dentado. Las formas son diversas y dependerán del cultivar de avellano europeo, pasando por globular, cónica, aplanada, ovoide, subcilíndrica corta o subcilíndrica larga (Ellena, 2018).

Al igual que en todas las especies vegetales, las hojas son de gran importancia en la actividad vegetativa y reproductiva de los árboles debido a los numerosos procesos fisiológicos que ocurren dentro de ellas. Las hojas del avellano presentan un haz liso y a veces un envés piloso (cubierto con tricomas). La forma y color de este órgano dependerá, al igual que en la forma del fruto, del cultivar de avellano europeo que se esté examinando, pasando por amarillo, ligeramente verde, verde, verde oscuro, rojo verdoso o rojo para el color y con formas elíptica, ovalada o redondeada (Ellena, 2018).

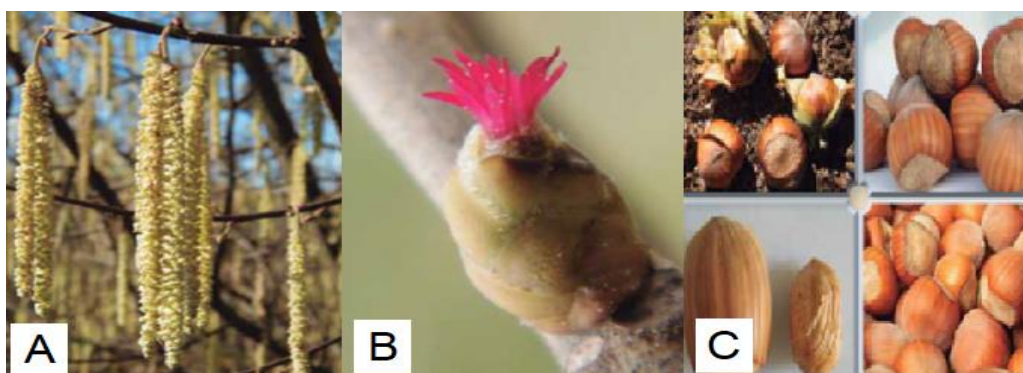


Figura 2.1. Flores y fruto de Avellano europeo. Imagen (A), corresponde a flores masculinas (amentos). Imagen (B) corresponde a flores femeninas (glomérulos). Imagen (C) corresponde a fruto del avellano. (Fuente Miguel Ellena)

2.2 Requerimientos edafoclimáticos

1.1.1 Suelo

El avellano requiere de suelos fértiles, de pH entre 6 y 7, suelos profundos y de buen drenaje. Suelos de textura media y de buena permeabilidad son de preferencia si se necesita un rápido desarrollo en etapas de formación. La necesidad de buen drenaje del suelo también lleva a evitar la muerte de las raíces por causa de pudriciones y de enfermedades como *Phytophthora* spp (Ellena, 2018). Es deseado una profundidad de suelo entre 60 y 90 cm para que el sistema radicular y así poder absorber los nutrientes y agua disponibles (Ellena, 2013).

1.1.2 Clima

A pesar de que el avellano europeo presenta alta adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, este se desarrolla correctamente en zonas que presenten temperatura media anual entre 12 y 16°C, donde también se cumplen las 700 a 1.200 horas de frío bajo los 7°C necesarias para el desarrollo de yemas vegetativas, 700 horas frío para yemas mixtas y de 500 horas de frío para yemas que darán origen a flores masculinas. Las temperaturas invernales no deben bajar de los -8°C, para así evitar daños a nivel de inflorescencias

femeninas. Evitar temperaturas inferiores a -1°C en época de brotación ya que temperaturas bajo esta, es causa de daños severos en los tejidos del árbol como a la vez temperaturas sobre los 35°C aumentan la transpiración y provocan desecamiento de la lámina foliar (Ellena, 2018).

En zonas con pluviometría superior a los 800 mm anuales y con periodos de sequía inferiores a 30 días, el avellano europeo puede ser cultivado sin necesidad de riego. Cuando hay necesidad de riego, necesario evitar aguas con exceso de sales debido a que esta especie cultivada no es tolerante a la salinidad. Condiciones atmosféricas de baja humedad relativa y de brisas suaves favorecen el movimiento del polen. También alta radiación puede causar daños por golpe de sol en madera, hojas y frutos (Ellena, 2018).

2.3 Poda

La poda corresponde a diferentes labores realizadas sobre el árbol, para poder modelarlo según una determinada forma y regular su actividad vegetativa como productiva con el objetivo de tener el máximo rendimiento económico. Al realizar la poda sobre el árbol se debe privilegiar la obtención de mayor superficie fotosintética con el menor esqueleto posible. Por ello la copa debe estar bien expuesta a la luz, pero al mismo tiempo debe estar sostenida por una estructura sólida que sea capaz de soportar futuras elevadas cargas de avellana (Ellena, 2018).

Esta actividad nos permitirá:

- Formar un esqueleto adecuado del árbol, en relación a su propia capacidad de desarrollo.
- Mejorar y regular la producción, obteniendo fruta de alta calidad y disminuir la tendencia del avellano al añerismo.
- Mantener la vegetación equilibrada en todas las partes del árbol.

- Conservar un buen equilibrio entre la zona radicular y aérea del árbol, regulando el vigor de la planta.
- Favorecer la formación y desarrollo de ramas productivas y eliminar aquellas mal ubicadas y enfermas.
- Facilitar la entrada de luz al interior de la copa del árbol, para alcanzar una alta producción y calidad de las avellanas.
- Facilitar la cosecha y otras labores, como tratamientos para prevención de plagas y enfermedades.

2.3.1 Poda de formación

Esta actividad se realiza en los primeros años sobre los diferentes tipos de conducción del árbol (monoeje, multieje, vaso arbustivo, plantaciones en palmeta, seto) con la finalidad de asegurar un futuro equilibrio vegetativo-productivo del árbol como además de simplificar la poda sucesiva de fructificación o producción, favoreciendo la entrada de luz y aireación al interior de la copa (Figura 2.2) Por otro lado, si se realiza una poda de formación muy fuerte, puede llevar a la inducción del desarrollo de hijuelos a partir de heridas y este crecimiento vegetativo vigoroso puede sobrecargar el centro del árbol con brotes que causaran sombramiento en la copa del árbol afectando con ello la producción y calidad del futuro fruto (Ellena, 2010; Olsen, 2013).

2.3.2 Poda de producción

En avellanos, la poda de producción se realiza principalmente en época de invierno, periodo en el cual las plantas están en reposo vegetativo y se realiza efectuando pocos cortes para así eliminar ramas secas, enfermas, senescentes y más ubicadas. También y como principal objetivo tiene adecuar el árbol para así tenga buena disponibilidad de luz en la copa para así favorecer una mejor diferenciación de yemas a yemas florales y facilitar la inducción florar. Si esta actividad no es realizada constantemente año tras año trae como consecuencia una reducción progresiva del vigor de los brotes, aumento de ramas secas, escasa penetración de la luz al interior de la copa, reducción de los rendimientos y calidad de las avellanas lo que nos obliga a realizar podas más fuertes para poder renovar la

madera frutal, facilitando la entrada de enfermedades bacterianas y fungosas en la madera (Ellena, 2018).



Figura 2.2. Cultivo de avellanos cv. Tonda Di Giffoni de 12 años de edad en la Comuna de San Rafael, Región del Maule. (Fuente Gonzalo Díaz).

2.4 Enfermedades asociadas al avellano europeo.

2.4.1 Enfermedades causadas por bacterias.

2.4.1.1 Tizón bacteriano

Producida por *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* y reportada en Chile el año 1987. Esta presenta síntomas como muerte regresiva en brotes y ramillas laterales como también el atizomamiento de yemas y ramillas; y también formación de canchales en esta última. También produce la necrosis de yemas y hojas. En esta última genera manchas acuosas, inicialmente de color verde-amarillentas y luego café rojizas. Este patógeno puede sobrevivir en canchales como en tejidos infectados, multiplicándose en la superficie de las hojas y esparciéndose a plantas cercanas a través del agua de lluvia o bien a través de

herramientas de poda contaminadas. Esta enfermedad puede ser controlada a través de la remoción y eliminación de todo tejido vegetal infectado como también con la aplicación de bactericidas preventivos y curativos (Guerrero et al., 2014; Aguilera et al., 2018)

2.4.1.2 Cancro y tizón bacterial

Enfermedad que fue detectada en varias localidades del centro-sur y sur de Chile. Esta patología es producida por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* la cual genera síntomas tales como manchas necróticas y acuosas en las hojas, canchros superficiales en ramas e incluso puede generar la muerte parcial de estas. Marchitez, clorosis y desecamiento del follaje se presentan como síntomas secundarios. Esta bacteria sobrevive en la superficie de la planta y su infección es favorecida por temperaturas, agua libre durante la caída de hojas y brotación. Esta puede ser controlada a través de la aplicación de bactericidas o el uso de bio-bactericidas en condiciones de campo (Guerrero et al., 2014; Aguilera et al., 2018).

2.4.1.3 Agalla de la corona

Fisiopatología producida por *Agrobacterium tumefaciens*. Esta bacteria se puede encontrar en un amplio rango de especies frutales en Chile. La severidad e incidencia en avellano europeo es muy baja pero cuando está presente produce la formación de agallas en las raíces y cuello de la planta de consistencia blanda y coloración blanquecina inicialmente hasta ponerse dura y de color café. Este lleva a la obstrucción del transporte de agua y nutrientes llevando a síntomas secundarios como crecimiento lento y pérdida de vigor. Esta bacteria vive en el suelo indefinidamente y su principal forma de infección es a través de heridas causadas por cortes de ramas o heridas causadas por control manual de malezas cercanas al tronco. El control para este problema es principalmente preventivo, seleccionando plantas libres de agallas (Guerrero et al., 2014; Aguilera et al., 2018).

2.4.2 Enfermedades causadas por hongos

2.4.2.1 Podredumbre blanca de raíces

El basidiomicete *Armillaria mellea* es el hongo causante de esta enfermedad. Si bien presenta varios hospederos frutales como forestales. Esta es más probable que aparezca en huertos de avellanos que fueron plantados en zonas donde anteriormente se presentaban árboles de hoja caduca. Como su nombre lo dice, la principal consecuencia de la acción de este hongo es producir la pudrición de color blanco de las raíces la que conlleva a síntomas secundarios que se observan en la parte aérea de la planta y estos son pérdida de vigor, bajo crecimiento de brotes, amarillamiento de hojas, defoliación y muerte progresiva de ramas. Este hongo sobrevive en remante de raíces y su diseminación puede ser a través del contacto entre plantas infectadas y sanas o bien a través de sus basidiósporas. Su control es básicamente preventivo con la selección de plantas sanas, selección de plantación libre de raíces y tejido infectado o bien con la remoción completa de la planta infectada (incluida el sistema radical) (Guerrero et al., 2014; Aguilera et al., 2018).

2.4.2.2 Pudrición del cuello y raíces

El género *Phytophthora*, son considerado pseudo hongos pertenecientes *Phytophthora* spp. y estos son los responsables de causar la pudrición de cuello y raíces de diversas plantas que incluyen kiwis, nogales, manzanos y paltos (Latorre, 2018). En Chile, es común de observar plantas aisladas en sectores bajos y de mal drenaje que presentan pudriciones a nivel de cuello y raíces como también la producción de canchales y muerte regresiva de troncos, ramas y ramillas. El inóculo de *Phytophthora* spp. se disemina por movimiento de suelo contaminado como también a través del movimiento de agua de riego y lluvia. Medidas culturales como impedir la saturación del suelo minimizando la frecuencia y duración del riego evitando que el agua llegue a la zona de la corona y cuello son medidas que nos van a permitir reducir el riesgo de la enfermedad (Latorre et al., 1991; Aguilera et al., 2018).

2.4.2.4 Atizonamiento, cancro y muerte regresiva en avellano

Especies de *Diaporthe* y de su estado asexual *Phomopsis* son los responsables de causar pudriciones a nivel de fruto y raíz, muerte regresiva y canchros, manchas foliares, decaimiento y marchitez. En Chile, *Diaporthe australafricana* ha sido identificado como el responsable de producir canchros en tallos y muerte regresiva en ramillas. Este hongo de la madera desarrolla sobre la corteza de los árboles picnidios y peritecios con abundante esporulación subcortical. Sus conidias y esporas son diseminadas a través del agua de lluvia. Su control es más bien similar al usado con otros tipos de hongos de la madera donde se realiza el corte y eliminación de material vegetal infectado como también sellamiento de cortes con pastas fungicidas o con un fungicida preventivo específico (Guerrero et al., 2014; Aguilera et al. 2018, Guerrero y Pérez, 2013a).

Hongos del género *Diplodia* son reconocidos como patógenos de muchas plantas leñosas, dentro de los cuales se incluyen varios frutales. En Chile, *D. coryli* fue reportado en el año 2012 en cultivares de avellano europeo al sur del país, siendo responsable de producir atizonamiento de brotes, canchros en ramas y ramillas, con decoloración grisácea y muerte regresiva sobre plantas (Guerrero y Pérez, 2013b).

En general los síntomas asociados a la infección por *Diaporthe* y *Botryosphaeriaceae* se caracterizan por ambos desarrollar canchros y muerte regresiva de las ramillas, brazos y troncos en avellanos (Figura 2.3 y 2.4). Recientes estudios realizados por el laboratorio de Patología Frutal, se aisló, identificó y caracterizó a *N. parvum* causando canchros y muerte regresiva en avellanos en la Región del Maule (Figura 2.3 y 2.4)

Las estructuras que son responsables de su diseminación corresponden a conidias o esporas que son producidas en picnidios las que son fácilmente transportadas por efecto del lavado y salpicado de agua de lluvia. Al igual que en la mayoría de otros hongos, su control se efectúa con la selección de plantas no infectadas, podar y eliminar todo material infectado y sellar todo tipo de corte de poda con pastas fungicidas (Aguilera et al., 2018).



Figura 2.3. Cancro y muerte regresiva en avellano en la Región del Maule. Cancro alargado en tronco de avellano mostrando muerte regresiva (A). Corte transversal de tronco afectado con muerte regresiva con una pudrición parda y dura de la madera (B). (Fuente Gonzalo Díaz).



Figura 2.4. Muerte regresiva de avellano en brazo mostrando muerte de ramillas y yemas (ausencia de brotación, izquierda) y necrosis de la madera de ramilla con muerte regresiva (derecha). (Fuente Gonzalo Díaz).

Las consecuencias de la no protección de ramillas y brazos en una infección con una muerte regresiva con el tiempo del brazo y ramilla infectada con Botryosphaeriaceae en la Región del Maule (Figura 2.4).

2.5 *Neofusicoccum parvum*

Este hongo perteneciente a la familia de las Botryosphaeriaceae, familia que ha sido reportada como principales hongos patógenos asociados a enfermedades de la madera. *N. parvum* se caracteriza por provocar síntomas como la muerte parcial o total del follaje y siempre acompañado de canchales de coloración café-rojizo en troncos, ramas y ramillas. Internamente de los tallos se presenta como decoloración de los vasos vasculares de la xilema. Se atribuye a los cortes de poda como la principal vía de infección de las enfermedades que afectan la madera y a esto hay que adicionarle que estos se efectúan en épocas de lluvia la que facilita la diseminación del inóculo dentro del huerto. El control de este tipo de patógeno de la madera es principalmente con la protección de los cortes realizados en poda con pastas fungicidas para así evitar la entrada de este a través de ellos (Díaz et al., 2013; Díaz y Latorre, 2013; Latorre et al., 2013).

2.6 Fungicidas utilizados para el control de *Neofusicoccum parvum*.

2.6.1 Podastik max

El ingrediente activo corresponde a tebuconazol, el cual pertenece al grupo de los DMI (Inhibidores de la demetilación), inhibidores de enzimas asociados en la biosíntesis de esteroides de la membrana plasmática, provocando inestabilidad en la membrana de los hongos (FRAC Code, 2020). Este fungicida se recomienda para el control preventivo de enfermedades de la madera en cultivos frutales, frutales menores, vides, forestales y ornamentales. Formulado como una pasta que debe ser aplicada de forma directa sobre cortes de poda recién realizados para así evitar la entrada del hongo.

2.6.2 Caldera 250 EC

El ingrediente activo en este producto es difenoconazol, el cual pertenece al grupo de los inhibidores de la demetilación (DMI), donde su mecanismo de acción es inhibir la biosíntesis de esteroles en la membrana (FRAC code, 2020). Este producto fungicida de acción sistémica, es utilizado para el control de diversas enfermedades en vides,

pomáceas, berries y hortalizas. Este es fungicida, formulado como un concentrado emulsionable, se debe aplicar previamente en caída de hojas, poda y brotación para prevenir el ingreso de enfermedades a la planta.

2.6.3 Vertice 43 SC

Tebuconazol es su ingrediente activo el cual pertenece al grupo de DMI (Inhibidores de la demetilación), los cuales son inhibidores de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis del esteroles (FRAC CODE, 2020). Formulado como suspensión concentrada con acción sistémica con efecto residual, de acción protectora y curativa que controla enfermedades en diferentes cultivos. Para el control de enfermedades de la madera, este se debe aplicar previamente en caída de hojas, poda y brotación.

2.6.4 Pasta poda FULL

Con ingrediente activo tebuconazol el que pertenece al grupo de los inhibidores de la demetilación (DMI), más el ingrediente activo kresomix-metilo, que pertenece al grupo de los inhibidores externos de la quinona (Qol) los cuales intervienen con la Inhibición mitocondrial de la respiración celular (FRAC CODE, 2020). Esta pintura fungicida utilizada para la protección de cortes de poda y heridas, previene la entrada de hongos de la madera que afectan a frutales mayores como menores.

2.6.5 T-Buzol 430 SC

Tebuconazol del grupo de los DMI (inhibidores de la demetilación) es el ingrediente activo de este producto. Este tipo de fungicidas son inhibidores de enzimas asociados en la biosíntesis de esteroides de la membrana plasmática (FRAC CODE, 2020). Este fungicida de formulación líquida es utilizado para el control preventivo de enfermedades fúngicas de la madera que afectan frutales en periodos de caída de hojas, poda y brotación.

2.7 Control de Hongos de la familia Botryosphaeriaceae en otros cultivos.

En vid, el control de hongos Botryosphaeriaceae pueden ser reducidos significativamente con una sola aplicación de benomil, piraclostrobin, tebuconazol y metilo tiofanato, evidenciando una eficacia mayor al 88% en ensayos de laboratorio. A nivel de campo, benomil y metilo tiofanato (ambos inhibidores de la mitosis celular) proveen buen control, independiente si es aplicado en forma de pasta o en forma líquida sobre el corte de poda. Por otro lado, piraclostrobin (perteneciente al grupo de los inhibidores externos de quinona) y tebuconazol (Inhibidores de la demetilación de esteroides), presentan similar eficiencia en la protección de cortes de poda contra hongos de la madera (Díaz y Latorre, 2013). Por otra parte, los estudios realizados por Sosnowski (2018), concuerda con Díaz y Latorre en la utilización de tebuconazol, pero además indican que la utilización de carbendazima, fluazinam, mancozeb y flusilazol aplicado en forma de spray para el control de muertes regresivas producidas por hongos Botryosphaeriales, logran controlar hasta en un 93% la enfermedad, siempre y cuando la presión de enfermedad sea leve a moderada (inferior a 60%). Por último, Gramaje et al. (2017) concuerda con los autores mencionados anteriormente de la alta efectividad de productos comerciales al ser aplicados como spray como los son benomil, carbendazima, metilo tiofanato, tebuconazol, flusilazol, piraclostrobin, y fluazinam.

En cultivos de arándano, Latorre et al. (2013) nos indica que el tratamiento a cortes de poda de tallos, la utilización de fungicidas con tebuconazol al 0,5%, benomil al 0,1% o iprodiona al 0,06% proporcionan una eficacia superior al 90% sobre el control de hongos de la madera de la familia Botryosphaeriaceae. Estos fungicidas lograron reducir la longitud de las lesiones necróticas de 30,1 mm en los ensayos control a 0,6, 1,2 y 3,2 mm en los ensayos de protección con tebuconazol, benomil e iprodiona, respectivamente. Por otro lado, piraclostrobin al 0,1% presenta una baja eficacia (44,5%) al control de la infección después de la poda, pero la eficacia de este puede ser mayor si se aumenta la concentración de este fungicida.

Por otra parte, la utilización de biocontroladores como lo es *Aureobasidium pullulans* en manzanos, son una buena alternativa para el control de *N. parvum*. Rusin, et al. (2019) da a conocer que al utilizar las cepas L1 y L8 de *A. pullulans* se logra inhibir el crecimiento de

N. parvum en el fruto como también logran colonizar la superficie de la madera pudiendo reducir el desarrollo del patógeno. Rusin, et al. (2019) da a entender que estas cepas de *A. pullulans*, L1 y L8, logran reducir el crecimiento de este patógeno debido a la actividad de antibiosis producida por metabolitos secundarios no volátiles como también a través de la competencia por nutrientes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Aislamiento fungoso.

Se utilizó el aislado fungoso *Neofusicoccum parvum* (Neo-km-21) que se obtuvo previamente desde brazos que presentaron muerte regresiva durante la temporada 2016-2017, en avellanos europeos. Los cultivos puros del aislado se obtuvieron desde el cultivo de puntas de hifas en placas de Petri (88 mm) con medio de cultivo agar-papa-dextrosa 2% (APD). Cultivos puros del aislado se mantuvieron y multiplicaron en condiciones de incubación a 20°C por al menos 15 días en medio APD.

3.2 Protección de heridas de poda

Con este propósito, se seleccionaron cinco ramillas de plantas adultas de avellano europeo cv. Tonda di Giffoni pertenecientes a un huerto comercial de la Empresa Frutícola AgriChile S.A., ubicado en la comuna de San Rafael, Talca. A estas ramillas seleccionadas, se les realizó la poda en su extremo distal. La protección de los cargadores se realizó 24 horas después de la poda, utilizando las formulaciones en pasta de los fungicidas comerciales de ingredientes activos tebuconazol 0,5% + kresoxim metilo 0,5% (Pasta Poda Full PA, ANASAC, Chile), piraclostrobin 0,1% Podexal, BASF, Chile), los que se aplicaron mediante brochas sobre las heridas de poda. Las formulaciones líquidas de los fungicidas tebuconazol 25% (Apolo 25 EW, ANASAC, Chile), kresoxim metilo 50% (Krexim 50 SC, ANASAC, Chile) y benomilo 50% (Polyben 50 WP, ANASAC, Chile) se aplicaron a través de una aspersión mediante motobomba manual en forma localizada sobre la herida de poda (aprox. 5 mL/herida). Un tratamiento se dejó sin protección (solo agua) con el objetivo de ser el testigo inoculado (Cuadro 3.1 y Figura 3.1).



Figura 3.1. Protección de las heridas con aplicaciones líquidas mediante motobomba.

3.3 Inoculación de heridas protegidas

Después de 24 horas de la protección de los cargadores con los respectivos fungicidas (Cuadro 3.1), cada herida fue inoculada (200 uL) con una suspensión de fragmentos de micelio de *N. parvum* 10^5 fragmentos/mL (Figura 3.2). Un igual número de ramillas sin protección e inoculados se dejaron como el tratamiento testigo inoculado. Aproximadamente 9 meses después de la inoculación de las ramillas de todos los tratamientos fungicidas (Cuadro 3.1), fueron podados para ser evaluados según la longitud (mm) del daño necrótico desde el punto de inoculación. También se realizó un re-aislamiento del agente causal desde la zona de avance de cada lesión necrótica en medio de cultivo APD (2%) para confirmar que el daño observado fue provocado por el hongo inoculado.



Figura 3.2. Inoculación de heridas de poda de avellano europeo Tonda Di Giffoni después de 24 horas de haber realizado la protección.

3.4 Diseño estadístico y experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar. La unidad experimental correspondió a dos plantas de avellano con cinco ramillas cada una, utilizando cuatro repeticiones por tratamiento (Cuadro 3.1). Los promedios de cada tratamiento fungicida se sometieron a un análisis de varianza ($P < 0.05$) y en caso de haber detectado diferencias significativas, los promedios fueron sometidos a una prueba de rango múltiple de Tukey (5%). Se utilizó el programa estadístico Statgraphics centurion 19 (Statgraphics Technologies Inc, E.E.U.U).

Cuadro 3.1. Fungicidas comerciales que se utilizaron en la protección de heridas de ramillas de avellano europeo cv. Tonda Di Giffoni contra la infección de *Neofusicoccum parvum* en la Región del Maule.

No.	Ingrediente activo	Productos Comerciales	Concentración Formulado (p.f).	Concentración (i.a).
1	Testigo inoculado	Agua	-	-
2	Tebuconazol 0,5% + kresoxim metilo 0,5%	Pasta Poda	5 g/l	0,5 %
		Full	5 g/l	0,5 %
3	Piraclostrobin 0,1%	Podexal	1 g/l	0,1%
4	Tebuconazol 25%	Apolo 25 EW	250 g/l	25 %
5	Kresoxim metilo 50%	Krexim 50 SC	500 g/l	50 %
6	Benomilo 50%	Polyben 50 WP	500 g/kg	50 %

4. RESULTADOS

4.1 Protección de heridas de poda en avellano europeo

Las heridas de poda sin protección mostraron lesiones observables a partir de los tres meses después de la inoculación (Figura 4.1). Después de 9 meses de la inoculación de las heridas frescas de poda de las ramillas de avellano europeo con suspensiones de *N. parvum*, se pudo observar que en las ramillas sin protección (tratamiento testigo) se desarrollaron lesiones necróticas desde 35,6 a 52,3 mm, alcanzando un promedio de 44.4 mm de longitud (Figura 4.2.).



Figura 4.1. Lesión necrótica asociada a tratamiento testigo después de tres meses en el campo. Región del Maule.

Una vez realizado el análisis se pudo determinar que todos los tratamientos de protección disminuyeron significativamente el largo de la lesión necrótica ($P= 0,0001$) con respecto al tratamiento testigo sin protección (Cuadro 4.1).



Figura 4.2. Lesión necrótica en ramillas protegidas con fungicidas comerciales en avellano europeo en San Rafael, Región del Maule. A, lesión necrótica en ramillas sin protección (agua). B, Lesión necrótica en ramillas protegida con benomilo.

Si bien, estadísticamente los tratamientos con Pasta Poda Full, Apolo 25 EW y Krexim 50 SC lograron disminuir la lesión necrótica en relación al testigo, los tratamientos donde se utilizó Podexal y Polyben 50 WP fueron los más efectivos presentando un 80.3% de y 79,6% efectividad respectivamente en la protección de los cortes de poda logrando disminuir a 8.7 y 9.1 mm respectivamente en comparación con el tratamiento testigo. Por otra parte, el tratamiento con menor efectividad en la protección de cortes de poda fue Krexim 50 SC, logrando disminuir a 14,8 mm, en comparación con el testigo, equivalente a 66.7% de efectividad en la protección de cortes de poda.

Cabe recordar que todos los tratamientos utilizados fueron efectivos en la disminución del largo de la lesión necrótica.

Cuadro 4.1. Promedio del largo de la lesión necrótica (mm) y efectividad (%) para cada producto comercial.

Producto comercial	Ingrediente activo	Lesión necrótica (mm)	Efectividad (%)
Testigo	agua	44,4 c	-
Pasta Poda Full	Tebuconazol + kresoxim metilo	9,8 ab	78.0
Podexal	Piraclostrobin	8,7 a	80.3
Apolo 25 EW	Tebuconazol asperjado	13,5 ab	69.5
Krexim 50 SC	Kresoxim metilo asperjado	14,8 b	66.7
Polyben 50 WP	Benomilo asperjado	9,1 a	79.6
Significancia	**		

Promedios seguidos con letras distintas en columnas indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey ($p < 0,05$).

4.2 Recuperación e identificación

Luego de extraer tejido vegetal lignificado desde la zona de avance de la lesión necrótica en la ramilla, y realizar el re-aislamiento, sembrando los trozos (1 cm) sobre la placa de Petri con medio de cultivo APD (2%), se logró observar crecimientos de colonias correspondiente a *N. parvum*, donde adicionalmente se identificó en base a las características culturales y morfológicas en base a la observación de conidias de este patógeno.

5. DISCUSION

En el presente estudio se demuestra que los productos evaluados, tanto fungicidas formulados en pasta como líquidos y pasta proporcionan protección en cortes de poda realizados en ramillas de avellano europeo ante el patógeno de la familia de las Botryosphaeriaceae, *Neofusicoccum parvum* en la Región del Maule, Chile.

Este trabajo muestra que existe una disminución significativa en el largo de la lesión necrótica (mm) al utilizar productos químicos con ingredientes activos como tebuconazol, kresoxim metilo, piraclostrobin y benomilo como protectores de cortes de poda. Este se asemeja a los estudios realizados por Rolshausen et al. (2010), Pitt et al. (2012), Díaz y Latorre (2013), Latorre et al. (2013), Twizeyimana et al. (2013), Olmo et al. (2017), Sosnowski y Mundy (2019), Brown et al. (2020) y Holland et al. (2021) donde se evaluó la eficacia de diferentes productos en el control de patógenos pertenecientes al orden de las Botryosphaeriaceae en diferentes cultivos.

En el actual estudio, todos los tratamientos realizados presentaron buena efectividad en el control del patógeno *N. parvum* (mayor a 65%), sin embargo, unos presentaron mayor reducción del desarrollo del patógeno que otro. En este sentido, piraclostrobin (Podexal), perteneciente a los inhibidores externos de quinona (Qol) y la mezcla de tebuconazol (DMI) y kresoxim-metilo (Qol) (Pasta poda full) ambos en pasta y la aspersión líquida de benomilo presentaron mayor efectividad en el control del patógeno (sobre 78% de efectividad). Estos resultados concuerdan con los expuestos por Brown et al. (2020) y Rolshausen et al. 2010 donde indican que la utilización de productos que contengan piraclostrobin de ingrediente activo logran presentar alta efectividad en control de *N. parvum* como también buen control sobre otras especies de hongos del orden de las Botryosphaeriaceae, al igual que productos que presenten DMI como tebuconazol, pero siempre y cuando se presenten más de 10 días entre la fecha de aplicación del producto y la fecha de inoculación del patógeno. Esto se puede apoyar con lo expuesto por Díaz y Latorre (2013) quienes también concuerdan con que el uso de piraclostrobin y tebuconazol en una sola aplicación logran disminuir significativamente el desarrollo de la infección por parte de patógenos del orden de las Botryosphaeriaceae. En los trabajos australianos de Pitt et al. (2012) y Sosnowski y Mundy (2019), donde en ensayos en campo el fungicida tebuconazol logra reducir la

infección por parte de especies Botryosphaeriaceae. Sin embargo, la eficacia lograda con tebuconazol fue inferior con un 67% de eficacia a diferencia del estudio presente. El uso del fungicida benomilo (Polyben 50 WP) presentó efectividad alta (80% de efectividad), coincidiendo con el estudio en vides de Díaz y Latorre (2013), quienes obtuvieron los mejores resultados en la protección de cortes de poda con el uso del fungicida perteneciente al grupo de los benzimidazoles, incluso la utilización de otro fungicida pero que pertenece al mismo grupo químico de los benzimidazoles, por tanto con el mismo mecanismo de acción, logra reducir el desarrollo de especies de hongos de la familia de las Botryosphaeriaceae como los es *N. parvum* (Rolshausen et al., 2010; Olmo et al. 2017; Holland et al. 2021).

En otra investigación el uso de tebuconazol (Olmo et al. 2017; Pitt et al. 2012) y benomilo (Latorre et al. 2013), para el control del desarrollo de especies de Botryosphaeriaceae como *N. parvum* logran un alto nivel de control del patógeno al igual como se presenta en este estudio. También el uso de estos fungicidas logra prevenir completamente la re-aislamiento de este patógeno (Latorre et al. 2013). Al contrario de lo demostrado en la presente investigación Latorre et al. (2013), presenta que el uso de piraclostrobin logra un bajo control del desarrollo del patógeno, pero el mismo autor indica que aumentar la concentración de este lograría mejorar el rendimiento del fungicida.

Muños (2017) concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde el ingrediente activo Kresoxim-metilo, logra una efectividad relativamente baja en comparación con los otros tratamientos. Incluso también comparte que el uso del fungicida piraclostrobin logra una alta efectividad (80%) en el control de *N. parvum* en cortes de poda.

Por último, varios estudios in vitro, fungicidas del grupo benzimidazoles (CMB) como benomilo, inhibidores de la demetilación (DMI) como tebuconazol y piraclostrobin (QoI) son efectivos en la inhibición del desarrollo del micelio del hongo *N. parvum* (Pitt et al. 2012; Latorre et al. 2013; Twizeyimana et al. 2013; Olmo et al. 2017).

Finalmente es importante mencionar que este estudio demuestra que la protección de heridas con actuales productos fungicidas tebuconazol 0,5% + kresoxim metilo 0,5% (Pasta Poda Full, ANASAC, Chile), piraclostrobin 0,1% Podexal, BASF, Chile) formulados en pasta y tebuconazol 25% (Apolo 25 EW, ANASAC, Chile), kresoxim metilo 50% (Krexim 50 SC, ANASAC, Chile) y benomilo 50% (Polyben 50 WP, ANASAC, Chile) en formulación líquida pueden reducir significativamente el desarrollo de hongos de la madera como especies de Botryosphaeriaceae, en este caso del patógeno *N. parvum*, en cortes de poda de especies frutales como el avellano europeo. Por lo tanto, para el manejo exitoso de estos patógenos se debe considerar un manejo integrado apuntando a eliminar las fuentes de inóculos de los huertos y viñedos (residuos de poda y fruta infectada) entre otras (Gramaje et al., 2018), junto con la protección oportuna de las heridas de poda, lo más inmediato a la poda junto con realizar más de una aplicación de fungicida durante la temporada (Díaz y Latorre. 2013), evitar tiempos de lluvia y neblina para evitar la diseminación de esporas (Moral et al., 2019) o bien realizar los trabajos de poda en épocas cuando el árbol frutal se encuentre en receso o cuando el flujo de sabia sea más rápido y permita un sanado rápido de los cortes (Pitt et al., 2012) además de muchas más prácticas agrícolas que se deberían incorporar para lograr disminuir la infección por parte del patógeno sobre la madera frutal.

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

Todos los tratamientos fungicidas utilizados disminuyeron significativamente el largo de la lesión necrótica producida por el patógeno *N. parvum*, logrando una eficacia entre el 66 al 80% de eficacia contra las infecciones de *N. parvum* en ramillas lignificada de avellano europeo cv. Tonda di Giffoni.

Los ingredientes activos más efectivos fueron piraclostrobin (pasta, Podexal) y benomil (liquido, Polyben 50 WP) con eficacia aproximada del 80% contra las infecciones de *N. parvum* en ramillas lignificada de avellano europeo cv. Tonda di Giffoni.

7. CITAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilera, A., Galdames. R., Ellena. M., González, A., y Sandoval, P. 2018. Protección del cultivo. p. 325-369. En Ellena, M. (ed.) El avellano europeo en Chile: Una década de recopilación e investigación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Brown, Albre A., Travadon, R., Lawrence, D.P., Torres, G., Zhuang, G., Baumgartner, K. 2020. Pruning-wound protectants for trunk-disease management in California table grapes. *Crop Protection*. 141: 105490.

Díaz, G.A, Auger, J., Besoain, X., Bordeu, E., and Latorre, B.A. 2013. Prevalence and pathogenicity of fungi associated with grapevine trunk diseases in Chilean vineyards. *Ciencia e Investigación Agraria* 40:327-339.

Díaz, G. A., and Latorre, B. A. 2013. Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Protection* 31: 106-112.

Díaz, G.A., Latorre, B.A., Ferrada, E.E, Gutierrez, M., Bravo, F., and Lolas M. 2018. First report of *Diplodia mutila* causing branch dieback of English walnut cv. Chandler in the Maule region, Chile. *Plant Disease* 102:1451-1452.

Ellena, M., y Sandoval, P. 2013. Organografía. p. 27-48. En Ellena, M. (ed.) Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Boletín INIA N°274. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Espinoza, J., Briceño, E., Chávez, E., Úrbez-Torres J.R., and Latorre B.A. 2009. *Neofusicoccum* spp. associated with stem canker and dieback of blueberry in Chile. *Plant Disease* 93:1187-1194.

Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). 2020. Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action. [En línea] Recuperado en <<https://www.frac.info/knowledge-database/downloads>> Consultado el 10 de agosto del 2020.

Gramaje, D., Úrbez-Torres, J. R., and Sosnowski, M. R. 2018. Managing Grapevine Trunk Diseases With Respect to Etiology and Epidemiology: Current Strategies and Future Prospects. *Plant Disease*, 102(1): 12–39.

Grau B., P. 2009. Manual del avellano europeo. Boletín INIA N°195. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillan, Chile. 96 p

Guerrero, J., and Pérez, S. 2013. First Report of *Diaporthe australafricana* Caused Stem Canker and Dieback in European Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Chile. *Plant Disease*, 97(12): 1657–1657.

Guerrero, J. A., and Pérez, S. M. 2013. First Report of Shoot Blight and Canker Caused by *Diplodia coryli* in Hazelnut Trees in Chile. *Plant Disease*, 97(1): 144–144.

Guerrero, J.C. Pérez, S.F. Ferrada, E.E. Cona, L.Q and Bensch, E.T. 2014. Phytopathogens of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Southern Chile. *Acta Horticulture* 1052: 269-27.

Holland, L. A., Travadon, R., Lawrence, D. P., Nouri, M. T., and Trouillas, F. P. 2021. Evaluation of pruning wound protection products for the management of almond canker diseases in California. Plant Disease. First look. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-20-2371-RE>

Latorre, B.A., Alvarez, C., and Ribeiro, O. K. 1991. Phytophthora root rot of kiwifruit in Chile. Plant Disease. 75:949-952.

Latorre, B.A. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. Sexta Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 638 p.

Latorre, B.A. Torres, R. Silva, T. and Elfar. K. 2013. Evaluation of the use of wound protectant fungicides and biological control agents against stem canker (*Neofusicoccum parvum*) of blueberry. Cien. Inv. Agr. 40(3): 537-545.

Latorre, B.A. 2018. Compendio de las enfermedades de las plantas. Primera edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 733 p.

Mehlenbacher, S.A. 1991. Genetic Resources of Temperate Fruit and nut Crops. Acta Horticulturae 290: 791-836.

Merlet B, H. Navarro V, A. Rosales J, C. 2016. Manual técnico productivo y económico avellano europeo. Publicación CIREN N°187. Centro de información de recursos naturales. Chile.

Moral, J., Morgan, D., and Michailides, T. J. 2019. Management of Botryosphaeria canker and blight diseases of temperate zone nut crops. Crop Prot.

Muñoz, A. 2017. Protección de heridas de poda mediante fungicidas contra *Neofusicoccum parvum* y *Diaporthe australafricana* en kiwis cv. Hayward. [Tesis para obtener Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Talca.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa). 2020. Estadísticas productivas. [En línea] Recuperado en: <<https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2020/06/Suplantada-nacional-web0520.xlsx>>. Consultado el 11 de junio del 2020.

Olmo, D., Gramaje, D., Armengol, J. 2017. Evaluation of fungicides to protect pruning wounds from Botryosphaeriaceae species infections on almond trees. Phytopathologia Mediterranea 56(1): 77-86.

Rolshausen, P. E., Urbez-Torres, J.R., Rooney-Latham, S., Eskalen, K., Rhonda J. Smith, and Gubler, W.D. 2010. Evaluation of Pruning Wound Susceptibility and Protection against Fungi Associated with Grapevine Trunk Diseases. American Journal of Enology and Viticulture 61 (1): 113–119.

Rusin, C., Di Francesco, A., Di Foggia, M., D'Aquino, S., Rombolà, A., Tugnoli, V., Botelho, R. V., and Baraldi, E. 2019. An emerging problem affecting apple production: *Neofusicoccum parvum*. *Aureobasidium pullulans* L1 and L8 strains as an alternative control strategy. Biological Control, 134, 157–162.

Servicio agrícola y ganadero (SAG). 2020. Lista de plaguicidas autorizados. [En línea] Recuperado en <<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/plaguicidas-y-fertilizantes/78/registros>> Consultado el 24 de agosto del 2021.

Sosnowski, M. R., and Mundy, D. C. 2019. Pruning Wound Protection Strategies for Simultaneous Control of *Eutypa* and *Botryosphaeria* Dieback in New Zealand. *Plant Disease* 103(3): 519–525.

Twizeyimana, M., McDonald, V., Mayorquin, J. S., Wang, D. H., Na, F., Akgül, D. S., and Eskalen, A. 2013. Effect of fungicide application on the management of avocado branch canker (formerly *Dothiorella* canker) in California. *Plant Disease* 97:897-902.

Úrbez-Torres, J.R., and Gubler, W.D. 2011. Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathology* 60: 261-270.

Valencia, A.L., Gil, P.M., Latorre, B.A., and Rosales, M. 2019. Characterization and pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* species obtained from avocado trees with branch canker and dieback and from avocado fruit with stem end rot in Chile. *Plant Disease* 103:996-1005.