



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION DE BASIDIOMICETES ASOCIADOS A
ENFERMEDADES DE LA MADERA DE LA VID DEL VINO EN LA REGION DEL
MAULE

MEMORIA DE TITULO
LUIS PATRICIO ILLANES VALENZUELA

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:



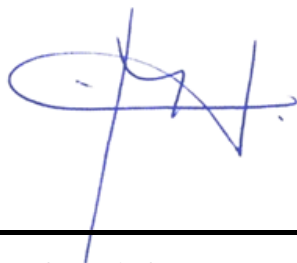
Profesor Guía: Gonzalo Díaz Ulloa

Ing. Agr. Mg. Cs. Dr.

Profesor asociado

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias



Profesor informante: Mauricio Lolas Caneo

Ing. Agr. MS. PhD.

Profesor asociado

Escuela de agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Fecha de presentación de memoria: 12 de noviembre de 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a mi familia por el apoyo incondicional brindado durante mi etapa de estudiante.

Agradecer al personal del laboratorio de Patología Frutal de la universidad, por su entrega y buena disposición al momento de requerir ayuda con mi investigación.

Agradezco a mi profesor guía, Sr Gonzalo Díaz Ulloa, por darme de la oportunidad de llevar a cabo mi proyecto de memoria bajo su orientación.

RESUMEN

La vid (*Vitis vinifera* L) es una planta caducifolia con presencia en los 5 continentes. Chile posee una superficie de 145.461 ha de vides destinadas a vinificación, y producción de pisco, donde la Región del Maule presenta la mayor superficie de este cultivo, con un total de 53.818 ha (39,5%). Dentro de las enfermedades que afectan a la vid, las enfermedades de la madera son de alta incidencia, siendo una patología causada por un complejo fungoso. Entre los agentes causales, se destacan los basidiomicetes como *Inocutis jamaisensis*, *Inocutis* sp asociados a los síntomas de pudrición blanda de la madera. En la actualidad, no se ha realizado una caracterización de la patogenicidad de estas especies utilizando varios aislados a nivel nacional. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la patogenicidad en pitones y brotes, y describir el comportamiento a temperaturas (entre 0 y 40°C, con intervalos de 5°C), de 10 aislados obtenidos desde diferentes viñedos ubicados en la Región del Maule. En base a los resultados obtenidos se logró observar que los aislados de *Inocutis* sp. (basidiomicetes) presentaban desarrollo micelial dentro del rango de 5° y 35°C, teniendo como temperatura óptima los 30°C. , no se observó desarrollo a los 0° y 40°C. En relación al estudio de patogenicidad, se logró observar lesiones en brotes inoculados con los 10 aislados de *Inocutis* sp. después de 4 meses en cv. Syrah y Sauvignon Blanc. Sin embargo, las lesiones fueron de pequeña extensión aunque hubo diferencias significativas, siendo mayores lesiones en el cv. Sauvignon blanc. Para el caso de los pitones inoculados, todos los aislados causaron lesiones necróticas significativamente mayores que el tratamiento testigo negativo, logrando lesiones entre 61,5 a 83,9 mm y 72,5 y 97,6 mm para cvs. Syrah y Sauvignon blanc, respectivamente. Este trabajo constituye el primer estudio que caracteriza a especies de *Inocutis* sp. en Chile.

ABSTRACT

The grapevine (*Vitis vinifera* L) is a deciduous plant with a presence in the 5 continents. Chile has an area of 145,461 ha of vines for winemaking and pisco production, where the Maule Region has the largest area of this crop, with a total of 53,818 ha (39.5%). Among the diseases that affect the vine, wood diseases are of high incidence, being a pathology caused by a fungal complex. Among the causative agents, the basidiomycetes such as *Inocutis jamaisensis*, *Inocutis* sp, associated with the symptoms of soft rot of wood, stand out. At present, a characterization of the pathogenicity of these species has not been carried out using several isolates at the national level. Therefore, the objective of this study was to determine the pathogenicity in pythons and shoots, and to describe the behavior at temperatures (between 0 and 40 ° C, with intervals of 5 ° C), of 10 isolates obtained from different vineyards located in the Maule region. Based on the results obtained, it was possible to observe that the isolates of *Inocutis* sp. (basidiomycetes) presented mycelial development within the range of 5 ° and 35 ° C, with an optimum temperature of 30 ° C. , no development was observed at 0 ° and 40 ° C. In relation to the pathogenicity study, it was possible to observe lesions in shoots inoculated with the 10 isolates of *Inocutis* sp. after 4 months in cv. Syrah and Sauvignon Blanc. However, the lesions were small, although there were significant differences, with greater lesions in the cv. Sauvignon blanc. In the case of inoculated pythons, all isolates caused significantly larger necrotic lesions than the negative control treatment, achieving lesions between 61.5 to 83.9 mm and 72.5 and 97.6 mm for cvs. Syrah and Sauvignon blanc, respectively. This work constitutes the first study to characterize *Inocutis* sp. in Chile.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
1.1 Hipótesis de trabajo	3
1.2 Objetivos generales.....	3
1.3 Objetivos específicos	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1 Vid vinífera.....	4
2.1.1 Situación en Chile.	5
2.1.2 Situación de la Región del Maule.	5
2.1.3 Variedades tintas y blancas.	6
2.1.4 Variedad Syrah.....	7
2.1.5 Variedad Sauvignon Blanc.....	7
2.3 Principales enfermedades que afectan a la vid.	8
2.3.1 Enfermedades de la madera.	9
2.3.2 Basidiomicetes generalidades y especies presentes en vides.	10
III. MATERIALES Y METODOS.	13
3.1. Ubicación del ensayo.....	13

3.2 Obtención de aislados fungosos.....	13
3.3 Efecto de la temperatura en el crecimiento micelial.....	14
3.4 Inoculación en brotes y pitones de vid vinífera.	14
IV. RESULTADOS.	17
4.1 Efecto de la temperatura en el crecimiento micelial.....	17
4.2 Patogenicidad de los hongos basidiomicetes.....	19
V. DISCUSION.	25
VI. CONCLUSIONES.	27
VII. CITAS BIBLIOGRAFICAS.	28

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 2.1. Superficie nacional y distribución geográfica de vides viníferas.	5
Cuadro 2.2. Superficie de cepas en la Región del Maule. Fuente: Catastro Vitícola Nacional (Var_tintas y Var_blancas) (SAG, 2018).	6
Cuadro 2.3. Cuadro de resumen de superficie ocupada por las principales variedades tintas de vid viníferas presentes en la región del Maule.	6
Cuadro 3.2. Aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva en diferentes viñedos localizados en la Región del Maule, utilizados en el estudio.....	13

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Triángulo de las enfermedades: presencia del patógeno, cultivo susceptible y condiciones climáticas favorables. (Fuente: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/piramide_de_la_enfermedad.html).	8
Figura 2.2. Ciclo sexual de hongos basidiomicetes. (Fuente: Kuhar, 2013).	10
Figura 2.3. Esquematzación del ciclo biológico de los hongos de la madera. 1. Grupo de esporas dispersadas por acción del viento; 2. Espora depositada sobre la madera (el ingreso es por cortes o heridas presente en la madera); 3. Desarrollo del micelio primario; 4. Desarrollo del micelio secundario (unión de las hifas y desarrollo del micelio dicariótico); 5. Crecimiento o desarrollo del cuerpo de fructificación; 6. Basidioma productor de esporas. Fuente: Urcelay et al, (2012c).	11
Figura 3.1. Proceso de inoculación de ramillas de vid, con discos de agar con micelio activo.	15
Figura 4.1. Curva de temperatura de los 10 aislados de Basidiomicetes en medio de cultivo de APD, incubados por 7 días a temperaturas entre 0 y 40°C.	17
Figura 4.2. Patrones de crecimiento micelial luego de 7 días sometidos a 20°C. (A) Bas-PB-1, (B) Bas-PB-2, (C) Bas-PB-3, (D) Bas-PB-4, (E) Bas-PB-5, (F) Bas-PB-6, (G) Bas-PB-7, (H) Bas-PB-8, (I) Bas-PB-9 y (J) Bas-PB-10.	18
Figura 4.3. Lesión externa (cancro) e interna (lesión necrótica) en brotes después de 4 meses en el campo cv. Syrah, inoculados con el aislado Bas-PB-1.	19
Figura 4.4. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en brotes verdes del cultivar Syrah después de 4 meses en Panguilemo, Talca.	20

Figura 4.5. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en brotes verdes del cultivar Sauvignon Blanc después de 4 meses en Panguilemo, Talca.....21

Figura 4.6. Lesiones en pitones lignificados cv. Sauvignon blanc, después de 8 meses en el campo. Piton del tratamiento testigo (solo agar) con lesión muy localizada al sitio de inoculación. Lesión necrótica en pitón inoculados con el aislado BAS-PB-10.....22

Figura 4.7. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en pitones lignificados del cultivar Syrah después de 8 meses en Panguilemo, Talca.....23

Figura 4.8. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en pitones lignificados del cultivar Sauvignon Blanc después de 8 meses en Panguilemo, Talca.....24

I. INTRODUCCION

La vid (*Vitis vinifera* L.) en la actualidad se distribuye en los 5 continentes siendo el continente europeo el que concentra la mayor parte de la superficie de viñas cultivadas (Sotés, 2011). La superficie total de vides en el mundo abarcan alrededor de 7,4 millones de hectáreas en el año 2016, según lo informado por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2020). Los principales países productores son España, Francia e Italia.

En Chile, según el catastro vitícola de ODEPA (2021) cuenta con una superficie de 136.288 hectáreas dedicadas para la producción de vides de vinificación, la superficie total se distribuye mayoritariamente entre las regiones de Coquimbo y el Biobío, siendo la Región del Maule la que concentra la mayor superficie (53.818 ha). Las variedades más plantadas son Cabernet Sauvignon (29,9%), Sauvignon Blanc (11,2%) y Merlot (8,6%).

Las plantas del género *Vitis* pueden ser afectadas por importantes enfermedades fungosas a nivel mundial que incluyen el oídio de la vid (*Erysiphe necator*), moho gris del racimo (*Botrytis cinerea*), y enfermedades de la madera (Wilcox et al., 2015; Latorre, 2018).

Según Díaz et al. (2013), en Chile se ha logrado observar que un 22% de los viñedos se han visto afectados por enfermedades de la madera. Estas enfermedades pueden generar una reducción en la vida útil de la planta, una baja en la calidad del viñedo, incluso se llega a presentar una merma en la producción de los viñedos afectados (Kaplan et al., 2018; Gispert et al., 2020; Rodríguez de Acuña y Perera, 2020). Según Morales et al., (2012) las enfermedades del tronco que afectan a los viñedos, se vuelven más severas y presentan una mayor prevalencia en la planta, a medida que los viñedos van envejeciendo. Recientemente Larach et al (2020), demostraron que plantas adultas con muerte regresiva de brazos asociados a Botryosphaeriaceae los rendimientos caen entre un 39 y 46%.

Los hongos basidiomicetes, según Navarro (2013), poseen un micelio el cual tiene la característica de ser binucleado, este tipo de hongos presentan células las cuales reciben el nombre de basidios, en los basidios se desarrollan los esterigmas (pequeños pedúnculos), cuya función es la de dar soporte a las esporas y basidioesporas. Esta clase de hongos se consideran hongos superiores (Silva et al., 2010).

La reproducción de este tipo de hongos puede llegar a ser sexuada, la cual se realiza por medio de las basidiosporas, mientras que para la fase asexuada es por medio de los conidios (Arenas, 2011). Las especies descritas asociadas a enfermedades de la madera en plantas adultas, en especial con el daño interno de pudrición blanda de la madera se encuentra los basidiomicetes del Orden Hymenochaetales incluyendo a la especie *Fomitiporia punctata*, *F. mediteranea* y *F. polymorfica* entre otras en Europa, Sudáfrica y Australia (Fischer, 2006; Cloete et al., 2015). En Argentina y Chile se ha descrito al basidiomicete *Inocutis jamaisensis* afectando a viñedos adultos con la enfermedad de la madera denominada ‘Hoja de Malvón’ o ‘Enrollamiento clorótico’, respectivamente, asociados a los síntomas de las hojas (Díaz et al., 2013; Cloete et al., 2015).

Las enfermedades de la madera se generan por un complejo de patógenos, siendo *Phaeomoniella chlamydospora*, *Inocutis* sp. (Hongo basidiomicete) y *Diplodia seriata* los más frecuentes (Díaz et al., 2013). Es más, las especies como *Phaeomoniella chlamydospora* y Botryosphaeriaceae se han caracterizado y estudiado en varios trabajos a nivel nacional (Morales et al., 2012; Díaz et al., 2013; Díaz y Latorre, 2014; Larach et al., 2020). Sin embargo, los basidiomicetes han sido estudiados parcialmente y no se dispone información actual nacional sobre su caracterización. Por lo tanto a continuación se plantea la hipótesis y objetivos del presente trabajo:

1.1 Hipótesis de trabajo

Las especies de basidiomicetes asociados a enfermedades de la madera muestran diferencias fisiológicas y patogénicas.

1.2 Objetivos generales.

Caracterizar especies de basidiomicetes asociados a pudrición de la madera de la vid obtenidos en la Región del Maule.

1.3 Objetivos específicos

Determinar curva *in vitro* de crecimiento micelial de especies de basidiomicetes a diferentes temperaturas (0 a 40°C).

Determinar la patogenicidad de especies de basidiomicetes en brotes y pitones de vid en el campo.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Vid vinífera

La vid vinífera (*Vitis vinifera* L.) es una especie leñosa de hábito liana trepadora, la cual pertenece a la familia Vitaceae la que posee alrededor de 1000 especies. Dentro de esta familia se puede encontrar el género *Vitis*, con un total de 108 especies. El género *Vitis* tiene como centros de origen Asia, Europa y Norte América.

En cuanto a la morfología y fisiología de la planta de vid se puede mencionar que posee un sistema radical y la parte aérea se compuesta por tronco, brotes, hojas, zarcillos, nudos y yemas (Hidalgo et al., 2011).

Esta especie se puede encontrar en diferentes sectores alrededor del mundo, al tener la capacidad de adaptarse a diferentes tipos de climas, aunque el clima más apto para el cultivo son los de tipo templado, ya que el rango óptimo de temperatura de la planta va entre los 18 y 26°C, para lograr un adecuado desarrollo, algo similar ocurre con la capacidad de adaptación en cuanto al tipo de suelo, ya que es un cultivo poco exigente en cuanto a características del suelo, aunque se ven favorecidos por suelos que poseen una buena capacidad de drenaje, una buena profundidad y un buen nivel de materia orgánica (Agrolanzarote, 2012).

El fruto de las plantas de vid vinífera corresponde a una baya, las cuales conforman el racimo de uva (Lúquez, et al. 2002), la cual pasa a ser el órgano de interés comercial, ya que será una de las materias prima en el proceso de vinificación.

La superficie mundial de vid vinífera presento una disminución entre los años 2000 y 2018, esto según lo informado por ODEPA (2018), la superficie paso de 7.8 millones de hectáreas (en el año 2000) a una superficie de 7.4 millones de hectáreas, en el año 2018.

2.1.1 Situación en Chile.

Según lo presentado por ODEPA (2019), en base a la información recopilada por el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, en Chile existe una superficie total de 1.303.210 hectáreas dedicadas para la producción de cultivos anuales y permanentes (frutales y vides).

La superficie nacional de vid (pisquera y vinífera) según catastro vitícola nacional, ocupaba un total de 145.461 hectáreas, en el caso de vid vinífera posee 136.288 ha, las cuales poseen variedades tintas y blancas (ODEPA, 2021).

Cuadro 2.1. Superficie nacional y distribución geográfica de vides viníferas. Fuente: Catastro Vitícola Nacional, vides viníferas (ODEPA, 2021).

Región	superficie (ha)
Arica y Parinacota	15,00
Tarapacá	3,10
Antofagasta	4,97
Atacama	48,62
Coquimbo	3147,55
Valparaíso	9657,20
Metropolitana	11584,87
O'Higgins	45142,42
Maule	53818,68
Ñuble	10172,21
Biobío	2581,87
La Araucanía	84,55
Los Ríos	18,50
Los Lagos	9,25
Superficie total	136.288,79

2.1.2 Situación de la Región del Maule.

La Región del Maule cuenta con 53.818 hectáreas dedicadas a la producción de vides viníferas, transformándose así en la región con mayor superficie dedicada a la producción de este tipo de cultivo, seguido por la Región de O'Higgins y la Región Metropolitana.

El total de la superficie se divide entre cepas blancas y cepas tintas con un 27 y 73%, respectivamente (Cuadro 2.2). Fuente: Catastro Vitícola Nacional (ODEPA, 2021).

Cepas.	Superficie
Tintas	39527,73
Blancas	14290,95
Total	53818,68

2.1.3 Variedades tintas y blancas.

Dentro de las variedades tintas, destacan las cepas Cabernet Sauvignon, País, Merlot, Carmenere y Syrah, siendo las que poseen mayor superficie a nivel regional. Mientras que las principales cepas blancas en la Región del Maule son Sauvignon Blanc, Chardonnay, Torontel, Sauvignon Vert y Semillon.

Cuadro 2.3. Cuadro de resumen de superficie ocupada por las principales variedades de vid viníferas presentes en la Región del Maule. Fuente Catastro Vitícola Nacional (ODEPA, 2021).

Tipo de variedad	Cultivar	Superficie (ha)
Variedades tintas	Cabernet Sauvignon	15515,79
	País	6023,81
	Merlot	5182,83
	Carmenere	3356,46
	Syrah	2292,62
Variedades blancas	Sauvignon Blanc	7712,72
	Chardonnay	3760,10
	Torontel	559,04
	Sauvignon Vert Semillon	436,07
	Sauvignon Vert	407,75

2.1.4 Variedad Syrah.

La variedad Syrah en la Región del Maule ocupa el 5to lugar en cuanto a superficie (Cuadro 2.3) con un total de 2292,62 hectáreas, la variedad Syrah ha sido cultivada en países como Suiza, Australia, Argentina, Sudáfrica entre otros, aunque aún no posee un origen determinado, ya que algunos autores sugieren que es una variedad originaria de la zona de Pakistán, Persia, mientras que para otros investigadores tendría su origen en la zona de Siracusa, Sicilia (Matus y Rodríguez, 1998).

En lo relacionado a sus características ampelográficas, se puede apreciar que Syrah posee un brote algodonoso, con coloración blanquecina, sus tallos poseen entrenudos largos, mientras que en lo relacionado a su hoja, cabe mencionar que es pentalobulada, con pigmentación débil en el haz, su seno peciolar es abierto con base en u, mientras que los senos laterales tienden a presentar un ligero grado de superposición, su racimo posee una forma cónica cilíndrica, es compacto con bayas elípticas (Matocq, 2004).

2.1.5 Variedad Sauvignon Blanc.

La variedad Sauvignon Blanc ocupa a nivel regional el primer lugar en superficie, con un total de 7712,72 hectáreas (Cuadro 2.3), es una cepa originaria de Francia, esta variedad se cultiva en países como Chile, Francia y Estados Unidos, exactamente en la zona de California. (Catania y Avagnina, 2007).

Sauvignon Blanc, posee como características ampelográficas una hoja trilobulada o pentalobulada, su seno peciolar posee una pequeña abertura, sus dientes son convexos, mientras que su racimo se presenta compacto, en forma cónica y de tamaño mediano, sus bayas presentan una coloración amarilla dorada (Alcalde, 1989).

2.3 Principales enfermedades que afectan a la vid.

En primer lugar, para que una planta se vea afectada por una enfermedad deben existir previamente 3 condiciones preponderantes para que el agente causal de la enfermedad pueda actuar, estas condiciones son: 1) que el hospedero sea susceptible al patógeno, 2) que el patógeno sea virulento y como última condición, 3) que las condiciones climáticas sean favorable para el patógeno (Álvarez, y Terborgh, 2013; Latorre, 2018).



Figura 2.1. Triángulo de las enfermedades: presencia del patógeno, cultivo susceptible y condiciones climáticas favorables. (Fuente: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/piramide_de_la_enfermedad.html).

La vid vinífera es susceptible a aproximadamente 29 enfermedades, cuyos agentes causales son hongos (Gubler et al. 2015). Dentro de la lista de enfermedades asociadas a la vid, podemos encontrar:

1) Moho gris del racimo, donde el agente causal es el hongo *Botrytis cinerea* (Latorre, 2018). Este hongo es de carácter polífago, lo que quiere decir que es un hongo que puede llegar a afectar a diferentes especies vegetales (hortalizas y frutales menores y mayores). Los síntomas asociados a la podredumbre gris son necrosis de los tejidos, pudrición blanda en las bayas, la cuales toman una coloración gris, y en las hojas se puede apreciar que

estas se cubren con moho gris. El inóculo del hongo puede encontrarse en restos de tejidos infectados o en el suelo (Latorre, 2018; Arranz et al, 2000).

2) Oídio de la vid, es causado por el hongo *Erysiphe necator* (Latorre, 2018; Fuertes, 2015). El oídio es una de las enfermedades más importantes en los viñedos chilenos (Latorre et al, 2007), ya que parasita exclusivamente a este cultivo, dentro de los síntomas podemos apreciar manchas con coloración blanquecina (en este caso corresponde al signo de la enfermedad), estas manchas se pueden encontrar en zonas de tejidos verdes y aéreos (Bendek, 2002) y que no reciban luz solar de forma directa. El hongo se puede diseminar entre las plantas por la acción del viento, el cual traslada las conidias y ascosporas (fase asexual de *U. necator*), este hongo puede sobrevivir en yemas infectadas de la temporada anterior, en forma de micelio (Latorre, et al, 2007).

2.3.1 Enfermedades de la madera de la vid.

Según Úrbez-Torres et al (2006), Díaz et al (2013), Bertsch et al (2013) y Gramaje et al (2018) en la actualidad las enfermedades que afectan a la madera se encuentran dentro de las más dañinas y destructivas en la vid, afectando la edad productiva de los viñedos. Sin embargo, la literatura es muy extensa reportando estas enfermedades en diferentes especies frutales a nivel mundial incluyendo California, E.E.U.U (Úrbez-Torres et al., 2006; McDonald y Eskalen, 2011), España (Gramaje et al., 2012), Italia (Guarnaccia et al., 2016), Perú (Rodríguez-Gálvez et al., 2020), Uruguay (Sessa et al., 2016) y Sudáfrica (Slippers et al., 2013).

En Chile las enfermedades de la madera afectan a otros hospederos frutales como arándanos (Espinoza et al., 2009), avellanos europeos (Guerrero y Perez, 2013), nogales (Díaz et al., 2018), manzanos (Díaz et al., 2019), kiwis (Díaz et al., 2021), uva de mesa (Morales et al., 2012), uva para vino (Díaz et al., 2013) y paltos (Valencia et al., 2019).

En nuestro país, según lo expuesto por Díaz, et al (2013) los agentes patógenos más frecuentes de vides en Chile son *D. seriata*, *Inocutis* sp. y *P. chlamydospora*, estos hongos son algunos de los agentes causales de enfermedades de la madera en vides, la principal

vía de ingreso de estos hongos y en general de los hongos que causan enfermedades de la madera son las heridas frescas, producidas por los cortes de podas (Sepúlveda, 2012).

2.3.2 Basidiomicetes generalidades y especies presentes en vides.

Los hongos basidiomicetes pertenecen a un grupo que reúne aproximadamente 30.000 especies (Rojas, 2013), los hongos presentan como característica principal la presencia de basidios, algunas de las especies de basidiomicetes son capaces de llegar a degradar o descomponer la lignina. Estos hongos producen sus esporas sexuales llamadas basidiosporas, las cuales se pueden encontrar en el basidio, este último corresponde a una estructura productoras de esporas (Agrios, 2005).

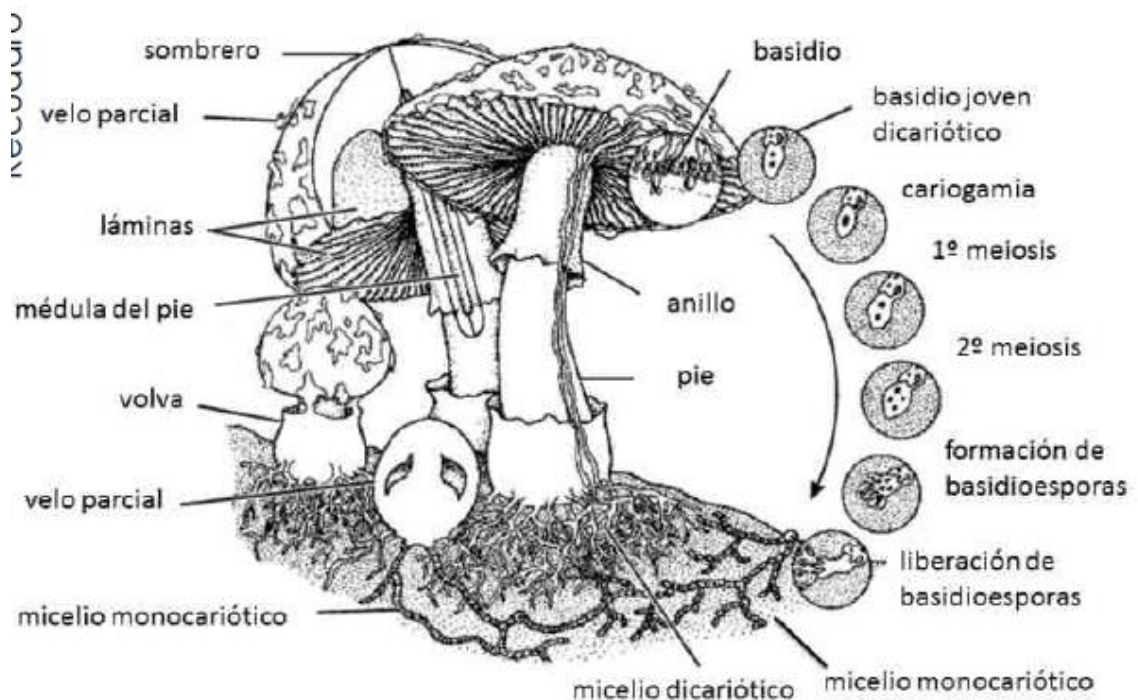


Figura 2.2. Ciclo sexual de hongos basidiomicetes. (Fuente: Kuhar, 2013).

Las esporas de los basidiomicetes poseen diferentes formas, colores y tamaños, estos aspectos son importantes para reconocer a las diferentes especies que pertenecen a este grupo de hongos (Urcelay et al, 2012a).

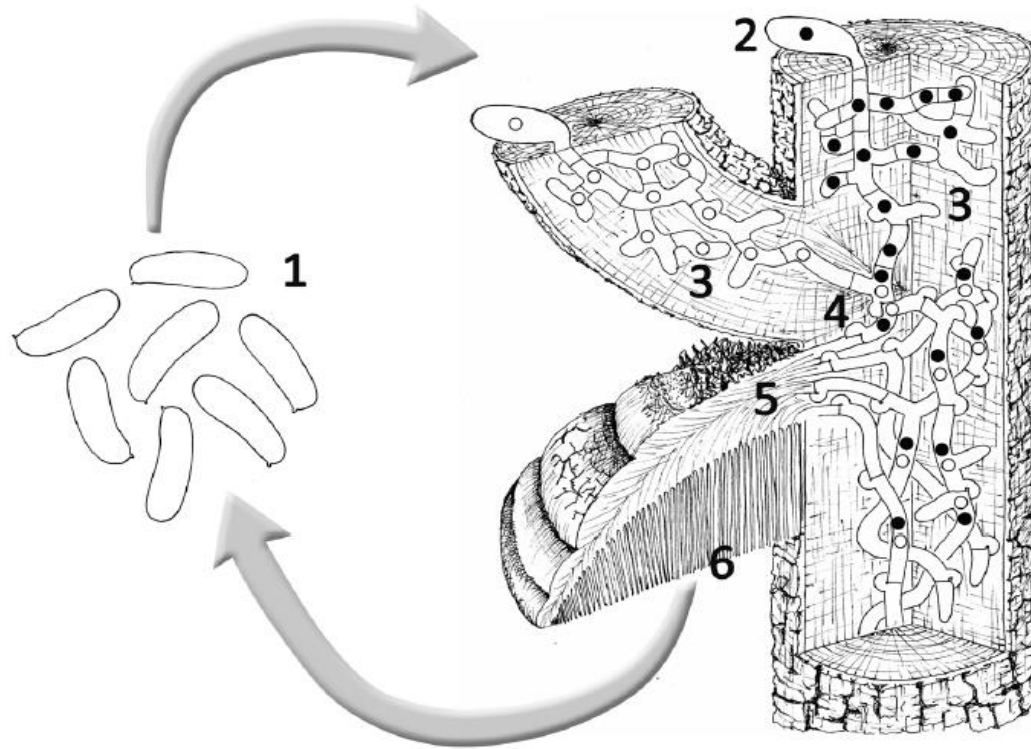


Figura 2.3. Esquemización del ciclo biológico de los hongos de la madera. 1. Grupo de esporas dispersadas por acción del viento; 2. Espora depositada sobre la madera (el ingreso es por cortes o heridas presente en la madera); 3. Desarrollo del micelio primario; 4. Desarrollo del micelio secundario (unión de las hifas y desarrollo del micelio dicariótico); 5. Crecimiento o desarrollo del cuerpo de fructificación; 6. Basidioma productor de esporas. Fuente: Urcelay et al, (2012c).

Según Andrade et al (2012) existen algunas especies comestible dentro de los basidiomicetes, como lo es el caso del champiñón común (*Agaricus bisporus*).

La especie *Inocutis jamainencis* (sin. *Inonotus jamainencis*), es un hongo perteneciente a la división Basidiomycota, orden *Hymenochaetales*. *I. jamainencis* posee registros de haber sido descrito por primera vez durante el año 1904 en Jamaica, mientras que en Uruguay fue colectado en 1914 por primera vez, en nuestro país *I. jamainencis* está asociado con el enrollamiento clorótico de la hoja, este hongo puede llegar a generar una podredumbre blanca, esta pudrición blanquecina se debe a que durante el proceso de

descomposición se degrada la celulosa y lignina (Cloete et al, 2015). Según lo informado por Overton et al (2006), existen 3 enzimas las cuales cumplen un rol fundamental en el proceso de degradación de la lignina, estas son una feniloxidasas, una peroxidasa de lignina y otra peroxidasa de lignina, la cual es dependiente del manganeso. Esta especie posee hifas septadas y esporas elipsoides, con coloraciones que van desde la tonalidad amarilla hasta castaño oscuro (Urcelay et al, 2012b).

La especie *Stereum hirsutum* (= *Thelephora hirsuta*), pertenece a la división basidiomycota, orden *Aphylliphorales*. Comúnmente se pueden encontrar los cuerpos fructíferos de *S. hirsutum*, en restos de vides deterioradas o abandonadas, con presencia de podredumbre esponjosa (Cobos, 1989; Armengol et al, 2001).

S. hirsutum, se encuentra comúnmente relacionado con la enfermedad de la Esca, aunque es poco relevante dentro del complejo de hongos que da origen a esta enfermedad, dentro de este complejo de hongos destaca la especie basidiomicete *Fomitiporia mediterránea* (Bruno et al, 2007).

Las especies descritas asociadas a enfermedades de la madera en plantas adultas, en especial con el daño interno de pudrición blanda de la madera se encuentra los basidiomicetes del Orden Hymenochaetales incluyendo a la especie *Fomitiporia punctata*, *F. mediteranea* y *F. polymorfica* entre otras en Europa, Sudáfrica y Australia (Fischer, 2006; Cloete et al., 2015). En Argentina y Chile se ha descrito al basidiomicete *Inocutis jamaisensis* afectando a viñedos adultos con la enfermedad de la madera denominada ‘Hoja de Malvón’ o ‘Enrollamiento clorótico’, respectivamente, asociados a los síntomas de las hojas (Díaz et al., 2013; Cloete et al., 2015).

En la actualidad no hay estudios que hayan estudiado características en basidiomicetes utilizando varios aislados para determinar el grado de agresividad o el efecto de la temperatura sobre el crecimiento de estos.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación del ensayo.

El estudio se llevó a cabo en las dependencias del laboratorio de Patología Frutal, adjunto a la Facultad de Ciencias Agrarias, el cual se ubica en el campus Talca de la Universidad de Talca. Además se utilizaron las dependencias de la estación experimental Panguilemo, el cual pertenece a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca.

3.2 Obtención de aislados fungosos.

Los aislados (n= 10 aislados) utilizados se obtuvieron previamente desde viñedos que presentaban plantas de vides con muerte regresiva de brazos en diferentes viñedos de la Región del Maule, ubicados en Curicó, Mariposas, Penciahue, Rauco y Romeral. Estos aislados fueron obtenidos desde plantas con brazos que presentaban muerte parcial y brotes con entrenudos cortos y deformes acompañados con pudriciones blandas de la madera (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva en diferentes viñedos localizados en la Región del Maule, utilizados en el estudio.

Muestra	Localidad	Aislado
1254 QR1-Brazo PB 1.0	Penciahue	Bas-PB-1
663 QR6 Brazo PB 6.1	Penciahue	Bas-PB-2
QR8 Brazo PD 19	Curicó	Bas-PB-3
1052 Brazo PB 5.1	Penciahue	Bas-PB-4
Brazo-PB-1.0	Romeral	Bas-PB-5
QR5 Brazo PD 18	Rauco	Bas-PB-6
QR8 Brazo PD 8.1	Mariposas	Bas-PB-7
QR7 Brazo PN 7.0	Mariposas	Bas-PB-8
QR2 Brazo Sta Raquel PB	Maule	Bas-PB-9
663 QR5 Brazo PB 5.1	Penciahue	Bas-PB-10

3.3 Efecto de la temperatura en el crecimiento micelial.

Los 10 aislados (Cuadro 3.1), fueron utilizados para determinar la temperatura óptima para su crecimiento. Con este propósito, cultivos puros en medio de APD (2%) de cada aislamiento de 7 días de incubación a 20°C, se le tomó un trozo de agar de 5 mm de diámetro y se coloca en el centro de placas de Petri con APD frescas, empleando 3 repeticiones por cada aislado. Las placas se colocaron a diferentes intervalos de temperaturas de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40°C por 7 días cámara de crecimiento. La evaluación del crecimiento micelial de cada aislado se realizó midiendo dos diámetros perpendiculares en cada aislado, mediante un pie de metro electrónico (Mitutoyo, Japón).

3.4 Inoculación en brotes y pitones de vid vinífera.

El estudio de inoculación se llevó a cabo en las dependencias de la Estación Experimental Panguilemo, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca. Se utilizaron los 10 aislados de basidiomicetes descritos en el cuadro 3.1. Con este objetivo se seleccionaron 20 plantas adultas de 15 años de edad de las variedades Syrah y Sauvignon Blanc en pie franco bajo conducción en espaldera.

Para la inoculación de brotes se seleccionaron 10 brotes verdes aparentemente sanos (1 cm de diámetro), durante el mes de Septiembre se les realizó un herida aséptica (sacabocado de acero inoxidable) en la parte media del brote. Después de 24 horas, las heridas se inocularon con un trozo inverso de agar con crecimiento activo de cada aislado de basidiomicetes de 7 días de edad, sellando la zona inoculada con parafilm para evitar la deshidratación. Un igual número de brotes (n=10) heridos, se inocularon con un trozo de agar estéril como tratamiento testigo. Después de 4 meses, se observaron las lesiones y se realizó la poda de los brotes para ser transportados al laboratorio para realizar la medición en longitud de las lesiones (mm).



Figura 3.1. Proceso de inoculación de ramillas de vid, con discos de agar con micelio activo.

Para la inoculación de pitones se seleccionaron 10 pitones aparentemente sanos (1 cm de diámetro), durante el mes de Agosto se les realizó un herida aséptica (sacabocado de acero inoxidable) en la parte media del brote. Después de 24 horas, las heridas se inocularon con un trozo inverso de agar con crecimiento activo de cada aislado de basidiomicetes de 7 días de edad, sellando la zona inoculada con parafilm para evitar la deshidratación. Un igual número de pitones ($n=10$) heridos, se inocularon con un trozo de agar estéril como tratamiento testigo. Después de 8 meses, se observaron las lesiones y se realizó la poda de los pitones para ser transportados al laboratorio para realizar la medición en longitud de las lesiones (mm).

3.5. Análisis estadístico y diseño experimental.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el software STATGRAPHICS Centurion con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre cada uno de los factores evaluados. Para esto se llevó a cabo una prueba de múltiples rangos para evaluar e identificar diferencias estadísticas entre la patogenicidad de los 10 aislados y el daño en pitones y brotes (comparación de medias Tukey $< 0,05$). Para la homogeneidad de los datos se utilizó el test de Levenne con valor $-p > 0,05$.

IV. RESULTADOS.

4.1 Efecto de la temperatura en el crecimiento micelial.

Todos los aislados de Basidiomicetes incluyendo desde los aislados Bas-PB-1 al Bas-PB-10 presentaron un rango de crecimiento entre los 5° y 35°C (Figura 4.1), con valores de 7,46 a 14,36 mm, respectivamente. El máximo crecimiento se presentó a los 30°C, logrando el rango de crecimiento micelial desde 50 mm (Bas-PB-7) hasta los 95 mm (Bas-PB-3). El crecimiento fue nulo a 40°C, luego de 7 días de incubación. Los aislados Bas-PB-3 y Bas-PB-8 fueron los que presentaron un mayor rango de crecimiento micelial al cabo de 7 días de incubación, mientras que el resto de los aislados presentaron una curva de crecimiento similar (Figura 4.1 y Figura 4.2).

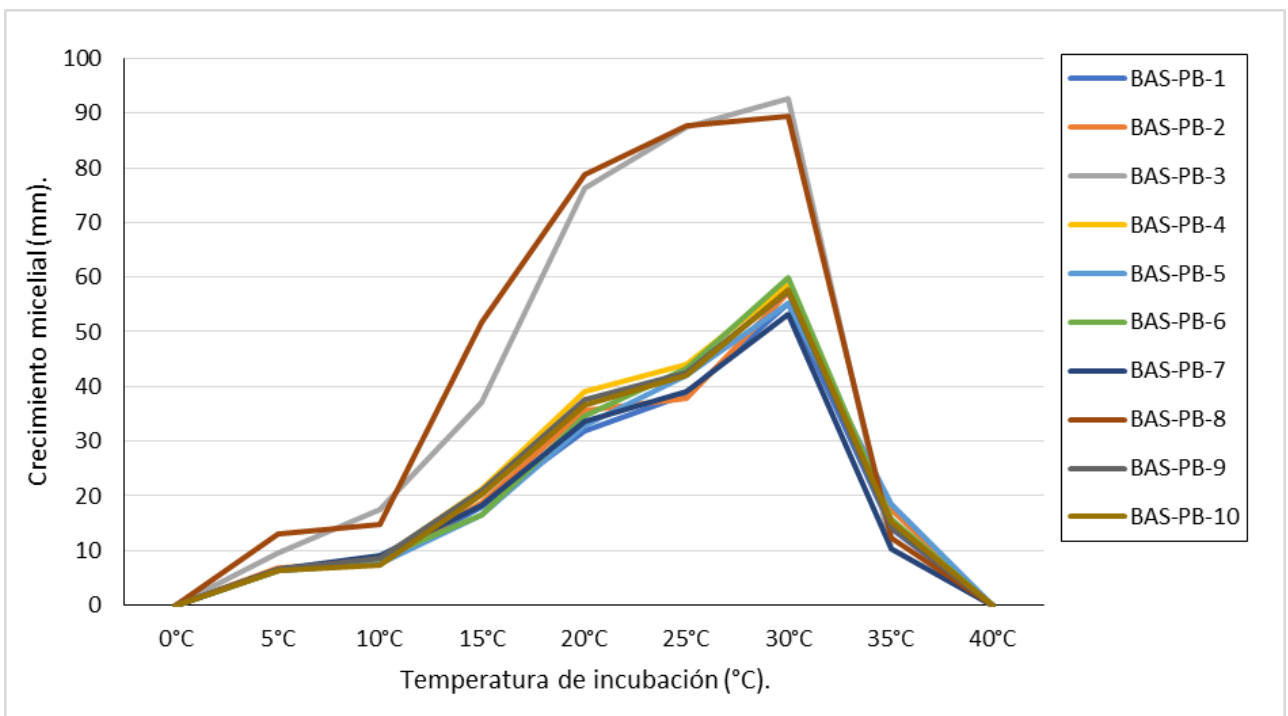


Figura 4.1. Curva de temperatura de los 10 aislados de Basidiomicetes en medio de cultivo de APD, incubados por 7 días a temperaturas entre 0 y 40°C.

4.1.1 Patrones de crecimiento micelial.

Los aislados basidiomicetes presentaron colonias de coloración blanquecina, la tasa de crecimiento vario entre los aislados, siendo Bas-PB-3 y Bas-PB-8 los que cubrieron una mayor superficie de la placa con APD-2%.

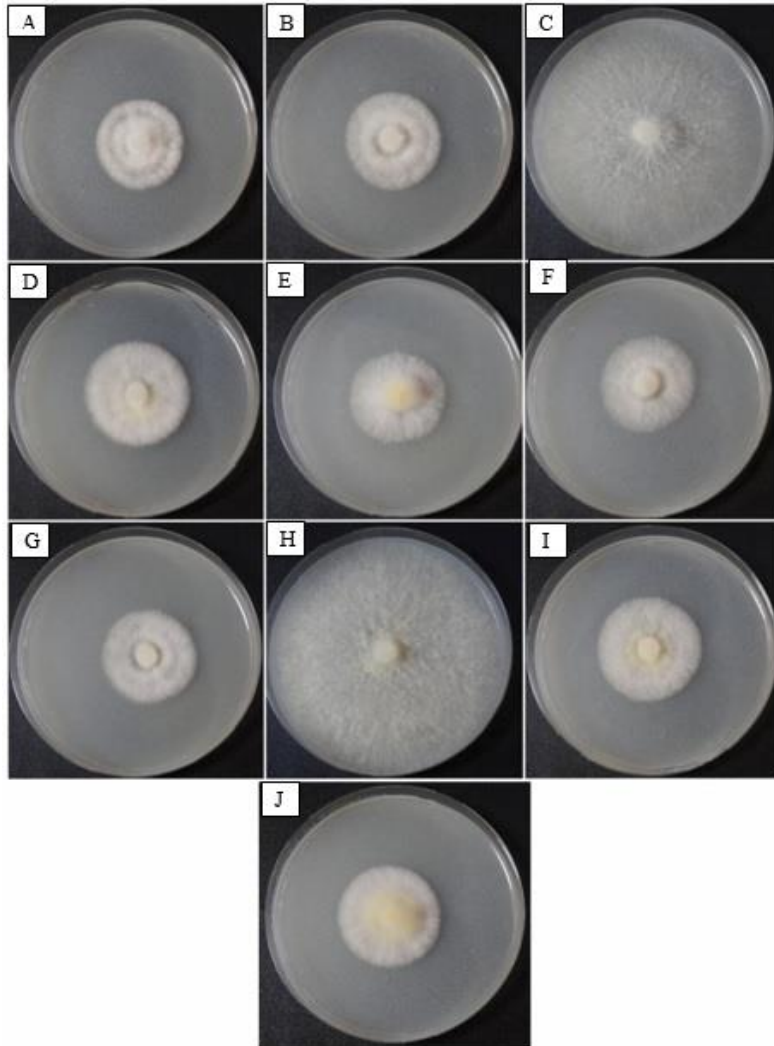


Figura 4.2. Patrones de crecimiento micelial luego de 7 días sometidos a 20°C. (A) Bas-PB-1, (B) Bas-PB-2, (C) Bas-PB-3, (D) Bas-PB-4, (E) Bas-PB-5, (F) Bas-PB-6, (G) Bas-PB-7, (H) Bas-PB-8, (I) Bas-PB-9 y (J) Bas-PB-10.

4.2 Patogenicidad de los hongos basidiomicetes.

4.2.1 Patogenicidad en brotes de vid.

En todos los brotes inoculados de vid cv. Syrah, se desarrollaron lesiones de color pardo, que variaron significativamente de acuerdo al aislado utilizado (Figura 4.3 y Figura 4.4). Sin embargo, solo los aislados Bas-PB-1, Bas-PB-6 y Bas-PB-7, se diferenciaron significativamente el largo de las lesiones al compararlo con el tratamiento testigo (sin inóculo), con lesiones de 19,9; 15,1 y 18,7 mm de longitud, respectivamente (Figura 4.4.).



Figura 4.3. Lesión externa (cancro) e interna (lesión necrótica) en brotes después de 4 meses en el campo cv. Syrah, inoculados con el aislado Bas-PB-1.

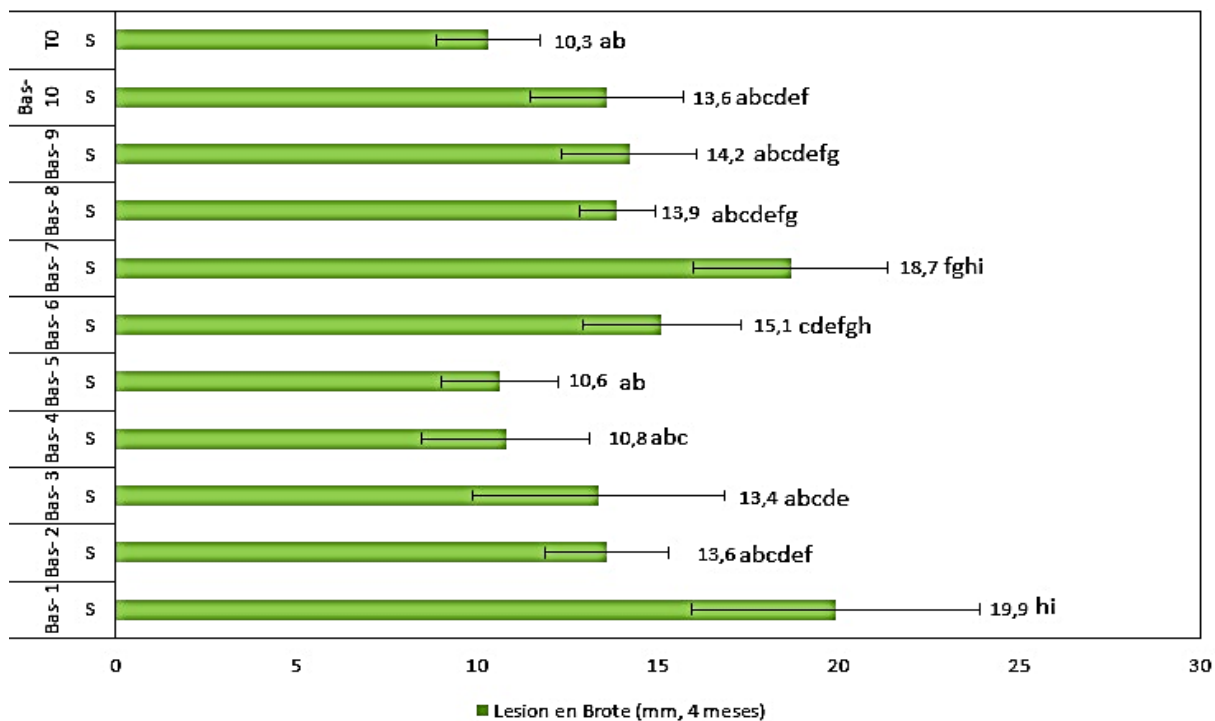


Figura 4.4. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en brotes verdes del cultivar Syrah después de 4 meses en Panguilemo, Talca.

En el caso de los brotes inoculados de vid cv. Sauvignon blanc, después de 4 meses en el campo, se desarrollaron lesiones de color pardo, que variaron significativamente de acuerdo al aislado utilizado (Figura 4.5). Todos los aislados mostraron significativamente mayores lesiones que el tratamiento testigo, con la excepción del aislado Bas-PB-7 (Figura 4.2.). El rango de lesiones fue entre 10,5 y 21,1 mm en los brotes inoculados los aislados Bas-PB-7 y Bas-PB-8 respectivamente (Figura 4.5.).

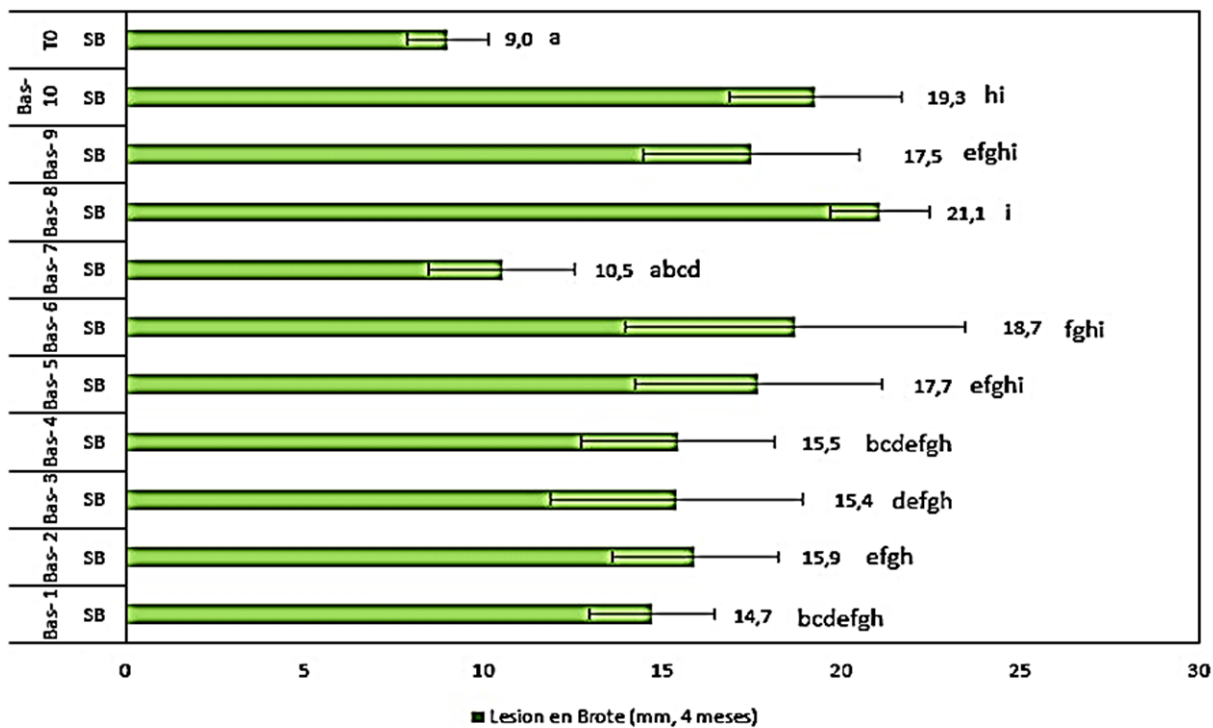


Figura 4.5. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en brotes verdes del cultivar Sauvignon Blanc después de 4 meses en Panguilemo, Talca.

4.3.2 Patogenicidad en pitones de vid.

En los pitones lignificados inoculados de vid cv. Syrah, se desarrollaron lesiones necróticas de color pardo después de 8 meses en el campo. Las lesiones variaron significativamente de acuerdo al aislado utilizado (Figura 4.6 y Figura 4.7). Todos los aislados se diferenciaron significativamente ($P < 0,05$) en la extensión de la lesión en la madera al compararlo con el tratamiento testigo (sin inóculo), con un rango de lesiones entre 61,5 y 83,9 mm de longitud entre los aislados Bas-PB-7 y Bas-PB-2, respectivamente (Figura 4.6).



Figura 4.6. Lesiones en pitones lignificados cv. Sauvignon blanc, después de 8 meses en el campo. Piton del tratamiento testigo (solo agar) con lesión muy localizada al sitio de inoculación. Lesión necrótica en pitón inoculados con el aislado BAS-PB-10.

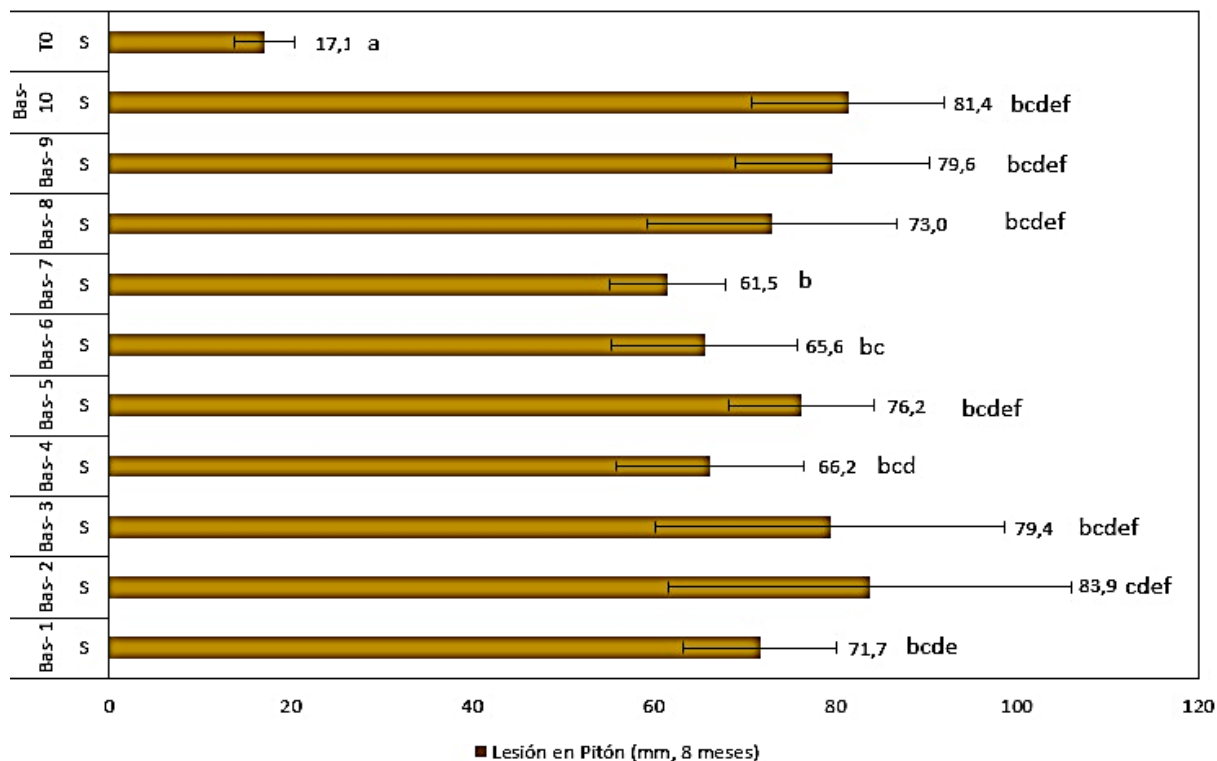


Figura 4.7. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en pitones lignificados del cultivar Syrah después de 8 meses en Panguilemo, Talca.

Después de 8 meses, los pitones lignificados inoculados de vid cv. Sauvignon blanc, se desarrollaron lesiones necróticas de color pardo en el campo. Las lesiones variaron significativamente de acuerdo al aislado utilizado (Figura 4.6 y Figura 4.8). Todos los aislados se diferenciaron significativamente ($P < 0,05$) en la extensión de la lesión en la madera al compararlo con el tratamiento testigo (sin inóculo), con un rango de lesiones entre 72,5 y 97,6 mm de longitud para los aislados Bas-PB-6 y Bas-PB-5, respectivamente (Figura 4.6 y Figura 4.8).

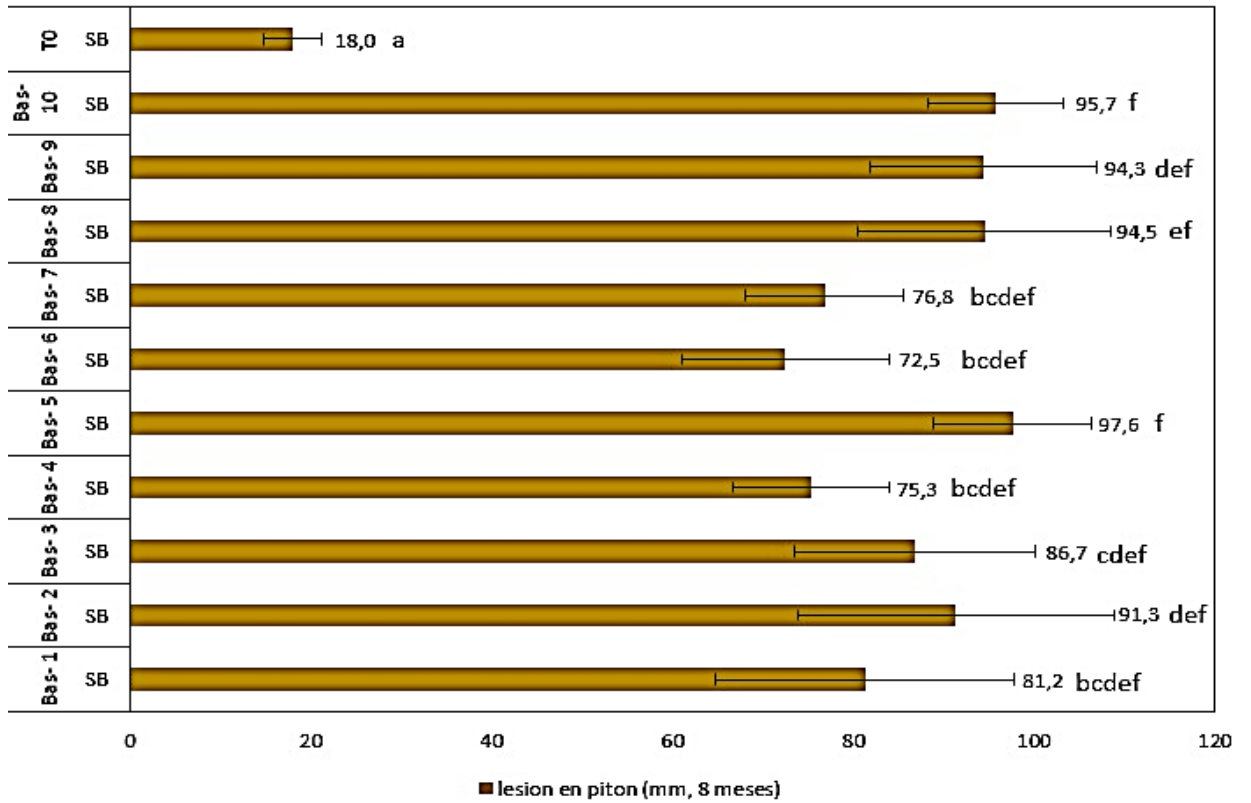


Figura 4.8. Lesión (mm) desarrollada en la prueba de patogenicidad de aislados de basidiomicetes obtenidos desde brazos con muerte regresiva de vid inoculados con trozo de micelio en pitones lignificados del cultivar Sauvignon Blanc después de 8 meses en Panguilemo, Talca.

V. DISCUSION.

El presente estudio permitió caracterizar a 10 aislados de basidiomicetes pertenecientes a *Inocutis* sp., obteniendo una curva de temperaturas entre 0 y 40°C, y demostrar la patogenicidad en brotes inoculados y pitones lignificados de vides cvs. Syrah y Sauvignon blanc. Por lo tanto, el presente trabajo es el primer estudio que caracteriza a varios aislados de *Inocutis* sp. asociados a enfermedades de la madera de la vid en Chile.

El actual trabajo permitió obtener una curva de crecimiento de los aislados de *Inocutis* sp., que presentaron un desarrollo micelial dentro del rango de temperatura desde los 5°C hasta los 35°C, con una temperatura optima de 30°C, para los 10 aislados. Sin embargo, dos aislados presentaron mayores crecimiento que los restantes 8 aislados. En el trabajo de Sepúlveda (2012), determinó la curva de crecimiento de hongos basidiomicetes degradadores de madera de vid; con un rango entre 25° y 30°C, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio. Estos resultados también se asemejan a los presentados por Ríos et al (2017), donde el máximo crecimiento fue a los 27°C de las muestras de hongos basidiomicetes utilizadas en su investigación (*Pleurotus* spp. y *Auricularia* spp.). Similarmente, también fue obtenido por Gbolagade et al (2006), con un rango óptimo de crecimiento entre 25° y 30°C para el basidiomicete *Pleurotus florida*. El hongo basidiomicete *Pleurotus ostreatus*, obtuvo el máximo desarrollo entre los 20° y 30°C (Pineda et al, 2013).

Las pruebas de patogenicidad realizadas en los brotes cvs. Syrah y Sauvignon blanc, donde se causaron lesiones significativas, después de 4 meses en el campo en Panguilemo, Región del Maule. Estos resultados son similares con los realizado previamente por Díaz et al. (2013), donde el aislado de *Inocutis* sp. fue patogénico en brotes causando lesiones, aunque en promedio fue de 19 mm, después de 2 meses de incubación en el campo, Alto Jahuel, Región Metropolitana. Por otro lado, las inoculaciones sobre los pitones lignificados, se obtuvieron lesiones considerables.

En un estudio llevado a cabo por Gatica et al (2004) sobre especies de *Phellinus* y su relación con los síntomas de hoja de malvón en las hojas y la descomposición de la madera

en vides en Argentina, permitió reconocer luego de un periodo de 6 años a *I. jamaicensis* como agente causal de pudrición blanca (Cloete, et al, 2015). La pudrición blanca en vides, se atribuye a la degradación de la lignina, esto debido a las enzimas extracelulares, las cuales son liberadas por los hongos basidiomicetes, los cuales pueden degradar la lignina de manera más eficiente (Cloete, et al, 2015).

Las especies de basidiomicetes que han sido descrito asociados a la pudrición blanda de la madera en vides, incluyen a *Fomitiporia (F.) punctata* y *F. mediterranea* en Europa y Asia, *F. polymorfica* en Norteamérica, *F. australiensis* (Australia) e *Inocutis* en Sudamérica (Fisher et al., 2006). En Sudáfrica, se han descrito a los basidiomicetes *F. capensis*, *Fomitiporella* sp., *Phellinus resupanatus* e *Inonotus setuloso-croceus* (Cloete et al., 2015). En Chile, *Inocutis* sp. fue descrito en plantas de vides con enfermedades del tronco y muerte de brazos, en donde presento un total del 47% de positividad de un total de 617 muestras (Díaz et al, 2013). En Argentina se ha descrito al hymenochaetales *I. jamaicensis* como el basidiomicete asociado con la enfermedad de la hoja de malvón en vid en viñedos adultos (Lupo et al, 2006; Fisher, 2006). Recientemente, *Inocutis jamaicensis* ha sido reclasificada como *Arambarria cognata*, en aislados estudiados de Uruguay, Argentina y Chile (Pildain et al., 2017). Estos mismos autores, indican que la especie *Inocutis jamaicensis* están estrictamente localizados en el hemisferio norte de América. En la actualidad se están llevando a cabo las identificaciones moleculares de los 10 aislados donde inicialmente, 8 aislados corresponderían a *Arambarria* en base a los genes ITS y EF-1-alfa (Comunicación personal, G. Díaz). Esta información debe ratificarse para poder tener una identificación correcta mediante análisis filogenéticos y tener una clara caracterización del basidiomicete que se encuentra en Chile, y poder realizar estudios asociados a la epidemiología de esta clase de hongos en las enfermedades de la madera en Chile.

VI. CONCLUSIONES.

En base a los datos obtenidos del estudio realizado se logró concluir que:

- Las muestras de hongos basidiomicetes logran crecer a temperaturas que van entre los 5 y 35°C.
- El cultivar Sauvignon Blanc fue más susceptible al ataque de hongos de la madera.

VII. CITAS BIBLIOGRAFICAS.

Agrios, G, 2005. *Plant Pathology*, 5ta Edición, Elsevier Academic Press, Estados Unidos, 922.

Agrolanzarote, 2012. Fichas técnicas de cultivos de Lanzarote, Ficha Técnica, Servicio Insular Agrario, Lanzarote, España. 7 p. Recuperado en http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/ficha_tecnica_del_cultivo_de_la_vid.pdf, Consultado el: 24 de junio de 2020.

Aguilera, N, 2004. Identificación de la especie Hymenomycete (basidiomycota) asociada a síntoma de enrollamiento clorótico de la vid (*Vitis vinifera* L) en Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 68 p.

Alcalde, A, 1989. Cultivares Vitícolas Cuyanos. INTA, Asociación Cooperadora INTA. Mendoza, Argentina.

Álvarez, P., y Terborgh, J, 2013. Pag 98 en: *Patología de plantas en bosques tropicales*. Tovar, Antonio., Groenendijk, Jessica. 1ra edición, Wust ediciones, Peru, Lima. 468 p.

Andrade, R., Sanchez, J y Mata, G, 2012. Página 9 en: *Hongos Comestibles y Medicinales en Iberoamérica, Investigación y Desarrollo en un entorno Multicultural*, Editado por Sánchez, J y Mata, G. Primera Edición, México, 393 p.

Arenas, R, 2011. *Micología Médica Ilustrada*. Cuarta Edición. McGrawHill. 70.

Armengol, J., Vicent, A., Torné, L., García, F y García, J, 2001. Hongos asociados a decaimientos y afecciones de madera en vid en diversas zonas españolas, *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 27: 137-153.

Arranz, M, Eslava, A, y Benito, E, 2000. Factores de patogenicidad de *Botrytis cinerea*, Revista Iberoamericana de Micología, 17: 43-46.

Bendek, C, 2002. Modelo epidemiológico para pronóstico del riesgo de infección de oídio de la vid (*Uncinula necator*) en Chile, Facultad de agronomía e ingeniería forestal, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 43 p.

Bertsch, C., Ramírez – Suero, M., Magnin – Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Abou – Mansour, E, Spagnolo, A., Clément, C and Fontaine, F. 2013. Grapevine Trunk Diseases: Complex and still poorly understood. Plant Pathology, 62: 243-265.

Boody, L., Frankland, J., and Van West, P. 2008. Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes, 28, First edition, Academyc Press, 386 p.

Bruno, G., and Sparapano, L. 2007. Effects of three esca-associated fungi on *Vitis vinifera* L.: V. Changes in the chemical and biological profile of xylem sap from diseased cv. Sangiovese vines. Physiological and Molecular Plant Pathology, 71: 210-229.

Cobos, P, 1989. Fitopatología del Castaño (*Castanea sativa* M), Boletín de sanidad vegetal, N°16, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madrid, España. 129 p.
Recuperado en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-Fuera_de_serie-16.pdf, Consultado el 29 de julio de 2020.

Catania, C., y Avagnina, S, 2007. 14. Sauvignon Blanc, Curso superior de Degustación de vinos, INTA, Mendoza, Argentina. 8 p. Recuperado en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-14_sauvignon_blanco.pdf, consultado el 29 de julio de 2020.

Cloete, M., Fischer, M., Mostert, L., and Halleen, F, 2015. Hymenochaetales associated with esca-related Wood rots on grapevine with a special emphasis on the status of esca in South African vineyards, *Phytopathologia Mediterranea*, 54: 299-312.

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., 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.

Díaz G.A., Mostert L., Halleen F., Lolas M., Gutierrez M., Ferrada E.E., and Latorre B.A., 2019. *Diplodia seriata* associated with *Botryosphaeria* canker and dieback in apple trees in Chile. *Plant Disease* 103:1025-1025.

Díaz, G.A., Zoffoli, J.P., Ferrada, E.E., and Lolas, M. 2021. Identification and Pathogenicity of *Diplodia*, *Neofusicoccum*, *Cadophora* and *Diaporthe* species associated with cordon dieback in kiwifruit cv. Hayward in central Chile. *Plant Disease: Plant Disease* 105:1308-1319.

Díaz, G., and Latorre, B. 2013. Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile, *Crop Protection*, 46: 106-112.

Espinoza, J., Briceño, E., Chavez, E., Urbez-Torres, J., and Latorre, B, 2009. *Neofusicoccum* spp. Associated with stem canker and dieback of blueberry in Chile, *Plant Dis.* 93: 1187-1194.

France, A.,y Santelices, C, 2006. Un Nuevo huésped para una antigua enfermedad, plateado del arándano, Revista Tierra Adentro, 34-37.

Fisher, M, 2006. Biodiversity and geographic distribution of basidiomycetes causing esca-associated white rot in grapewine: a worlwide perspective, Phytopathol. Mediterr. 45: S30-S42.

France, A, 2013. Manejo de enfermedades en Arándano, Boletín INIA, N° 263; Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillan, Chile. 120 p. Recuperado en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39094.pdf>, Consultado el 03 de agosto de 2020.

Fuertes, A, 2015. Efectividad de fungicidas biológicos en el control de oídio (*Erysiphe necator* Sschwein) de la vid, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 18 p.

Gramaje D., Agustí-Brisach C., Pérez-Sierra A., Moralejo E., Olmo D., Mostert L., Damm U., and Armengol J. 2012. Fungal trunk pathogens associated with wood decay of almond trees on Mallorca (Spain). *Persoonia* 28:1-13.

Gatica M., Césari C., and Escorriaza G. 2004. *Phellinus* species inducing hoja de malvón symptoms on leaves and wood decay in mature field-grown grapevines. *Phytopathologia mediterránea* 43: 59-65.

Guarnaccia V., Vitale A., Cirvilleri G., Aiello D., Susca A., Epifani F., Perrone G., and Polizzi G. 2016. Characterization and pathogenicity of fungal species associated with branch cankers and stem-end rot of avocado in Italy. *European Journal of Plant Pathology* 146:963-976.

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* 97:144-144.

Gbolagade, J., Sobowale, A., y Adejoye, D, 2006. Optimization of sub-merged culture conditions for biomass production in *Pleurotus florida* (mont.) Singer, a Nigerian edible fungus, *African Journal of Biotechnology*, 5: 1464-1469.

Gramaje, D, 2018. Hongos de la madera en las plantas de viña, *Revista Olint*, 6-10.

Gubler, W, Uyemoto, J y Wilcox, W, 2015. *Compendium of Grapes Diseases, Disorders and pests*, 2da edición, Prensa de la Sociedad Americana de Fitopatología, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos.

Hidalgo, L., y Hidalgo, J. 2011. *Tratado de Viticultura*. Tomo I, 4º edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 2043 p.

Ibarra, A, 2019. Aprovechamiento de residuos agroforestales en el cultivo de hongos basidiomicetos, UnADM, México. 40 p.

Kuhar, F., Castiglia, V., y Papinutti, L, 2013. Reino Fungi: morfologías y estructuras de los hongos, *Revista Boletín Biológica* n.28. CONICET, Argentina. 8 p. Recuperado en: <https://www.conicet.gov.ar/conicet-digital/>, consultado el 08 de febrero de 2021.

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

Latorre, A., Campbell, P., y Bendek, C, 2007a. Riesgo de Oidio (*Erysiphe necator*) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos, *Ciencia e investigación agraria*, 34, 5-11.

Lolas, M., Labra, E. y Torres, A, 2006. Cerezos Principales Enfermedades presentes en la región del Maule, Boletín INIA, N°141; Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Villa Alegre, Chile. 44p. Recuperado en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33337.pdf>, Consultado el 03 de agosto de 2020.

López-Moral A., Lovera M., Raya M, Cortés-Cosano N., Arquero O., Trapero A., and Agustí-Brisach C. 2020. Etiology of branch dieback and shoot blight of English walnut caused by Botryosphaeriaceae and diaporthe species in southern Spain. *Plant Disease* 104:533-550.

Lúquez, C., y Formento, C. 2002. Flor y fruto de vid (*Vitis vinifera* L.). Micrografía aplicada a Viticultura y Enología. Revista de la facultad de Ciencias Agrarias, Tomo XXXIV, N°1. Página inicial: 109 – Pagina final: 122.

Martín, L, 2012. Caracterización molecular, fenotípica, patogénica y medios de control de *Phaeoacremonium aleophilum* y otros hongos asociados a los decaimientos de la vid en Castilla y León, Universidad de León, León, España. 315 p.

Matocq, G, 2004. Evaluación de diferentes alternativas de control de rendimiento en vitis vinifera cv. Syrah, Universidad Nacional de Cuyo, San Juan, Argentina. 99 p.

Matus, M., y Rodríguez, J, 1998. Caracterización ampelográfica de la variedad *Syrah*, cultivada en Mendoza (Argentina), según el método de la O.I.V. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Tomo XXX, N°2, 73-79.

McDonald V., and Eskalen A. 2011. Botryosphaeriaceae species associated with avocado branch cankers in California. *Plant Disease* 95:1465-1473.

Moral, J., Morgan, D., Trapero, A., & Michailides, T. J. (2019). Ecology and epidemiology of diseases of nut crops and olives caused by Botryosphaeriaceae fungi in California and Spain. *Plant Disease*, 103(8), 1809–1827.

Morales, A., Latorre, B., Pintonelli, E., and Besoain, X., 2012. Botryosphaeriaceae species affecting table grape vineyards in Chile and cultivar susceptibility. *Ciencia e Investigación Agraria*. 39:445-458.

Navarro, R., 2013. *Micología Veterinaria*. Tesis y disertaciones académicas. Educación superior, Facultad de Ciencias Animal, Universidad Nacional Agraria. p 11.

ODEPA, 2018. Comisión nacional de la vitivinicultura. Oficina de estudios y políticas agrarias, Santiago, Chile. 50 p. recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/07/PptOdepa-Com-vitivini201906.pdf> , consultado el: 30 de agosto de 2021.

ODEPA, 2019. Panorama de la agricultura chilena “Chilean agricultura overview”. Oficina de estudios y políticas agrarias, Santiago, Chile. 152 p. Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>, Consultado el: 18 de julio de 2020.

ODEPA, 2021. Catastro vitícola nacional, Oficina de estudios y políticas agrarias, Santiago, Chile. Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/rubro/vinos/catastro-viticola-nacional>, Consultado el: 30 de agosto de 2021.

OIV, 2020. Ficha país, Documento técnico, Organización Internacional de la Viña y el Vino.

Overton, B., Stewart, E., and Wenner, N, 2006. Manganese oxidation in Petri disease fungi as novel taxonomic character, *Phytopathologia Mediterranea*. 45: 131-134.

Pineda, J., Ramos, L., y Soto, C, 2013. Cinética del crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en la etapa de producción del cuerpo fructífero, *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 47: 56-61.

Ríos, W., Valdez, R. y Jiménez, J, 2017. Aislamiento, propagación, y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales, *Scientia Agropecuaria*, 4: 327-335.

Rodríguez de Acuña, F., y Perera, S, 2020. Página 12 en: Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de viña. Tercera Edición, España, Tenerife, 47 p.

Rojas, L, 2013. Los Basidiomicetos: una herramienta biotecnológica promisoría con impacto en la agricultura, *Fitosanidad*, 17: 49-55.

Sepúlveda, C, 2012. Efecto In Vitro de bioantagonistas en cepas de Basidiomycotas aislados de Vid (*Vitis vinifera* L) con síntomas de degradación de la madera, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 43 p.

Silva, R., Fritz, C., Cubillos, J., y Díaz, M, 2010. Manual para la producción de hongos comestibles (Shiitake). Facultad de Ciencias Forestales y de la conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile. p 38. Recuperado en: <https://es.slideshare.net/soledadvargasolea/manual-produccionhongoscomestiblesshitake>, Consultado el: 08 de febrero de 2021.

Slippers, B., Smit, W., Crous, P.W., Coutinho, T.A., Wingfield, B.D., and Wingfield, M.J. 2007. Taxonomy, phylogeny and identification of Botryosphaeriaceae associated

with pome and stone fruit trees in South Africa and other regions of the world. *Plant Pathology* 56: 128-139.

Sotés, V, 2011. Avances en viticultura en el mundo, *Revista brasilera de Fruticultura*, Volumen especial, 131 – 143.

Toledo, C. y Barroetaveña, C, 2017. Crecimiento miceliar de especies silvestre de hongos comestibles de los bosques andino-patagónicos: primeros pasos para su domesticación, *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 435-446

Urcelay, C., Robledo, G., Heredia, F., Morera, G., y García, F, 2012a. Página 12 en: *Hongos de la Madera en el Arbolado Urbano de Córdoba*, Editado por Ciarlante, S. Primera edición, Cordoba, Argentina. 104 p.

Urcelay, C., Robledo, G., Heredia, F., Morera, G., y García, F, 2012b. Página 35 en: *Hongos de la Madera en el Arbolado Urbano de Córdoba*, Editado por Ciarlante, S. Primera edición, Cordoba, Argentina. 104 p.

Urcelay, C., Robledo, G., Heredia, F., Morera, G., y García, F, 2012c. Página 13 en: *Hongos de la Madera en el Arbolado Urbano de Córdoba*, Editado por Ciarlante, S. Primera edición, Cordoba, Argentina. 104 p.

Úrbez-Torres J.R., Leavitt G.M., Voegel T.M., and Gubler W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Disease*. 90:1490-1503.