



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

**Evaluación de la eficacia de diferentes formulaciones químicas de fungicidas  
sobre *Botrytis cinerea* en cultivo de papa. Temporada 2020-2021.**

**MEMORIA DE TITULO**

**YENNIFER ALEJANDRA LAZCANO RAVANAL**

**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, 2022



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

**Evaluación de la eficacia de diferentes formulaciones químicas de fungicidas  
sobre *Botrytis cinerea*, en cultivo de papa. Temporada 2020-2021.**

**Por**

**YENNIFER ALEJANDRA LAZCANO RAVANAL**

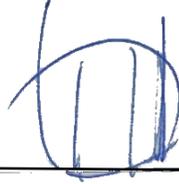
**MEMORIA DE TITULO**

**Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al  
título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TALCA, 2021**

**APROBACIÓN:**



---

**Profesor Guía: Ing. Agr. Claudio Sandoval  
Profesor Asistente  
Escuela de Agronomía  
Facultad de Ciencias Agrarias**



---

**Profesor informante: Ing. Agr. Fernanda Núñez  
Profesor Asociado  
Escuela de Agronomía  
Facultad de Ciencias Agrarias**

**Fecha de presentación de Memoria de Título: 29 de Julio de 2022**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, gracias a Dios, a la vida, a la oportunidad de estar viviendo algo que, si bien no me define como persona, si me alegra estar cumpliendo una meta que planifique, soy agradecida de todo lo vivido hasta ahora, de las experiencias ocurridas, y gracias a mi por seguir, aprender y no rendirme.

Gracias a mi familia, a mis padres Benito y Luz, por ser mis dos pilares más fuertes en esta vida por su amor, su apoyo en muchas oportunidades (y sobretodo económico), gracias a mi hermana Charlot, mi tercer pilar fundamental, quien con palabras y acciones me inspira e inspirará cada día, y agradecida de mi querida Amanda, mi amada hija, quien es mi pilar eterno, gracias por el amor, las enseñanzas, y a mantenerme siempre en lo realmente importante de esta vida.

Gratificada de las amistades y lazos que conocí en la vida universitarias, muchos de ellos espero que me acompañen en muchas más experiencias de vida, gracias por su presencia, su guía, por estar ahí, por esos trabajos y estudios, con momentos únicos. Junto a ello agradecer a las excepcionales oportunidades de fraternizar con aquellos docentes que destacan por sus cualidades de enseñar y de empatizar con sus alumnos. Un especial agradecimiento a M. Paz Herrera, gracias por responder, guiar y aconsejar, pero principalmente por ser tan humana en tu actuar, a Maria Parada por cumplir de manera tan responsable su trabajo en la facultad y dar calma en muchos momentos de caos. Y mencionar a Fernanda Núñez por estar presente en mi proceso de tesis, muchas gracias.

Con mi sentimiento de gratitud, mi deseo futuro es estar en los lugares que pueda ayudar y colaborar de forma honesta, consiente y sin remordimiento, esperando a coadyuvar a un sistema más inclusivo y participativo a todos.

Y que sea, lo que sea.

## RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) como todo cultivo, es susceptible a diversos ataques por parte de agentes patógenos y plagas dando como resultado daños de importancia económica. Es por ello que a lo largo del tiempo estos agentes han sido estudiados para minimizar los daños que puedan producir o disminuir su ataque. Dentro de las enfermedades importantes que atacan el cultivo de la papa, está el moho gris, causado por el hongo *Botrytis cinerea*.

Específicamente *B. cinerea* comienza su ataque en restos florales, desde donde se disemina a través de conidias, alcanzando hojas y tallos.

Para el control de la enfermedad se han sugerido diversas prácticas culturales, como ejemplo el evitar las siembras demasiado densas en condiciones de baja luminosidad y la desinfección de los tubérculos semilla. Paralelamente el control químico a lo largo del tiempo se ha posicionado como una alternativa con altos niveles de eficiencia para el control de la enfermedad.

Debido a lo anterior se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar diferentes tratamientos para el control de la enfermedad causada por el hongo *B. cinerea*, en cultivo de papas. Se evaluaron diferentes ingredientes activos y en diferentes dosis, siendo comparadas con un testigo sin aplicación.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar, con dos aplicaciones de los diferentes productos. Su efecto fue medido en cuatro ocasiones: 14 y 21 días después de primera aplicación, 14 y 21 días después de segunda aplicación de producto, evaluando incidencia y severidad en cada momento. A partir de las mediciones se observa efectividad de los diferentes productos sobre el control de la enfermedad, sin embargo, no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum* L.; Papa; Moho gris; *Botrytis cinerea*.

## ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.), like any other crop, is susceptible to pests and diseases, which resulting yield losses of economic importance. For this reason, different studies have been made to minimize the damage they can produce. Among the most important diseases that affect the potato crop we can mention gray mold, caused by the fungus *Botrytis cinerea*

*B. cinerea* begins its attack on floral debris, from where its colonization begins through sporulation and dispersal of conidia, reaching leaves and stems.

Several cultural practices have been suggested to control the disease, such as avoiding overly dense plantings in low light conditions and disinfecting the tuber seeds. At the same time, chemical control constitutes an alternative with high efficiency control levels of the disease.

According to this, a study was conducted to evaluate different treatments in the control of the disease caused by the fungus *B. cinerea*, in potato crops. Different active ingredients were evaluated at different doses and compared with a control treatment without spray.

The treatments were distributed in a completely random block design, with two applications of the different products. Their effect was measured in four times; 14 and 21 days after the first application, 14 and 21 days after the second application of the product, evaluating incidence and severity in each experimental unit. The effectiveness of the different products evaluated was observed, however, there were no significant statistical differences between them.

Key words: *Solanum tuberosum* L.; Potato; Gray mold; *Botrytis cinerea*.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
1.1. Hipótesis .....	11
1.2. Objetivo general .....	11
1.3. Objetivo específico .....	11
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
<b>2.1 Descripción botánica general de la papa</b> .....	12
<b>2.2 Etapas de desarrollo en cultivo de papa</b> .....	12
2.2.1. Formación de brotes y emergencia .....	13
2.2.2. Formación de follaje .....	13
2.2.3 Proceso de Tuberización .....	14
2.2.4. Proceso de senescencia .....	15
<b>2.3 Cultivo de papa y su importancia</b> .....	15
<b>2.4 Enfermedades asociadas a la papa</b> .....	16
<b>2.5 <i>Botrytis cinérea</i> o pudrición gris</b> .....	17
<b>2.6 Botrytis en papa</b> .....	19
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	20
<b>3.1 Ubicación del experimento</b> .....	20
<b>3.2 Diseño experimental y análisis estadístico</b> .....	20
<b>3.3 Preparación y aplicación de inóculos</b> .....	20
<b>3.4 Preparación y aplicación de fungicidas</b> .....	21
<b>3.3 Material vegetal</b> .....	22
<b>3.4 Evaluaciones</b> .....	23
3.4.1 Evaluación de incidencia .....	24
3.4.2 Evaluación severidad .....	24
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

### CAPITULO 3

<b>Cuadro 3.1.</b> Tratamientos evaluados en el control de Pudrición ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.....	<b>2211</b>
<b>Cuadro 3.2.</b> Características de los diferentes ingredientes activos utilizados en ensayo de <i>B. cinerea</i> en cultivo de papa. Temporada 2020-2021.....	<b>22</b>
<b>Cuadro 3.3.</b> Fechas de aplicaciones de los distintos tratamientos evaluados en el control de Pudrición ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.....	<b>22</b>
<b>Cuadro 3.4.</b> Evaluaciones de los distintos tratamientos evaluados en el control de Pudrición ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.....	<b>233</b>
<b>Cuadro 3.5</b> Escala para identificar y graduar severidad.....	<b>24</b>

### CAPITULO 4

<b>Cuadro 4.1.</b> Valores de incidencia (%) obtenidos en las evaluaciones, para los diferentes tratamientos evaluados para <i>B. cinerea</i> en papa. ....	<b>255</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Valores de severidad obtenidos en las evaluaciones, para los diferentes tratamientos evaluados para <i>B. cinerea</i> en papa. ....	<b>266</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, original de Sudamérica y cultivada por todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Su cultivo es muy común a lo largo de todo Chile, desde Arica hasta la Antártica Chilena. Según los resultados regionales 2019-2020 las regiones con mayor producción de papa fueron Los Lagos con 462.451 ton seguidos por la Región La Araucanía con 349.145 ton (ODEPA, 2021).

Anualmente se siembran alrededor de 50 mil hectáreas de papa, siendo el cuarto cultivo en superficie y el que tiene mayor número de agricultores dedicados a éste (ODEPA, 2021). Los 59.606 agricultores que trabajan con el cultivo, están compuestos mayoritariamente por pequeños agricultores. La mayoría de la producción es destinada al mercado interno por ser un alimento importante en la dieta de los chilenos y chilenas. La papa a nivel nacional tiene diferentes variedades nativas, lo que constituye un patrimonio genético importante para el país y el mundo. Dentro de las variedades comerciales más utilizadas en la Región del Maule es posible encontrar: Desirée, Pukará-INIA, Karú-INIA, Amadeus, Ultimus, Asterix, Cardinal, Rodeo, Rosara y Patagonia-INIA (INIA, 2017).

La Región del Maule presenta clima mediterráneo templado de veranos comúnmente cálidos y secos, al contrario de los inviernos que suelen ser lluviosos y frescos, con frecuentes heladas influidos por el efecto continental (Odepa,2018). Si bien las condiciones climáticas son aptas para el cultivo, se manifiesta la presencia de enfermedades fungosas tales como: tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans*, tizón temprano ocasionado por el hongo *Alternaria solani*, carbón de la papa cuyo agente causal es el hongo *Thecaphora solan* y pudrición gris ocasionada por el hongo *Botrytis cinerea* (Inostroza *et al.*, 2017)

La pudrición gris, (*B. cinerea*), generalmente es de poca importancia económica, y sus síntomas se hacen evidentes en el follaje hacia el final del período del cultivo afectando principalmente a plantas estresadas (INIA, 2018). Causa debilidad y de este modo aquellas plantas afectadas son más susceptibles al ataque de otros patógenos. La enfermedad se desarrolla solamente durante los períodos de clima frío y húmedo, y se manifiesta con manchas en los márgenes de las hojas apicales y en flores, con desarrollo de micelio gris, seguido de la pudrición seca del tubérculo, con áreas deprimidas y decoloradas (Acuña, 2008)

Desde la antigüedad se ha tratado de combatir las enfermedades que afectan a cultivos de interés, encontrando en la actualidad diversos productos, entre ellos aquellos de origen orgánico o bioinsumos, los cuales son eficaces cuando existe una adecuada comprensión del agroecosistema y sus limitaciones. Gran variedad de investigaciones se centra en el estudio de productos naturales con algún tipo de actividad biológica sobre hongos fitopatógenos, lo que está generando que estas prácticas sean cada vez más eficaces en un amplio rango de condiciones ambientales, de especies de plagas y de sistemas de cultivos (Adekambi *et al.*, 2010; Gakuya *et al.*, 2013). También se pueden señalar productos convencionales de origen químico con ingredientes activos como oxiclورو de cobre, hidróxido cúprico, mancozeb, clorothalonil, captan, propiconazol, procloraz, benomil, thiabendazol y carbendazim (Arauz, 2000; Agrios, 2005). En el presente estudio se busca determinar la eficiencia de diferentes productos fungicidas de origen químico en el control de *Botrytis cinerea* en cultivo de papa.

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

1.1. Hipótesis

Los productos fungicidas presentan una diferencia en cuanto a la eficacia en el control de *Botrytis cinerea* en cultivo de papa. Ya sea por composición o concentración.

1.2. Objetivo general

Determinar la eficacia de diferentes grupos químicos de fungicidas sobre el control en el follaje de la papa contra las infecciones por *B. cinerea*, en la comuna de Maule, Región del Maule y clasificarlos según su efectividad.

1.3. Objetivo específico

Evaluar el efecto de ocho tratamientos diferentes en dosis y composición química, sobre la incidencia y severidad causada por el hongo *B. cinerea* en cultivo de papa.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descripción botánica general de la papa

La papa (*Solanum tuberosum* L), pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta herbácea, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatosa del cual se originan los tubérculos. La planta de papa según las variedades presenta un crecimiento erecto o semi-erecto. Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; presentando variación en tamaño, forma y color de la piel. Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Las hojas son compuestas y la flor es bisexual. El fruto maduro es una baya generalmente de color verde oscuro y contiene las semillas, denominadas semillas botánicas, para diferenciarlas del tubérculo-semilla (Fries *et al.*,2007)

### 2.2 Etapas de desarrollo en cultivo de papa

Ellisseche (2002) señala que la duración del cultivo en papa, iniciando en brotación hasta su senescencia puede ir de 90 a 120 días, esto sujeto a al estado fisiológico en el cual se encontraba el tubérculo al momento de ser plantado y a la precocidad del cultivar utilizado.

### **2.2.1. Formación de brotes y emergencia**

Los brotes o yemas del tubérculo semilla tienen un grupo de células meristemáticas en el ápice como las del cambium vascular. Estas células son las responsables de la producción de nuevas células que hacen que el brote se alargue. A medida que las células apicales se dividen, aparecen pequeños bultos llamados primordios que se desarrollan formando el nuevo brote. El crecimiento de éste comienza entonces a partir de una yema vegetativa o mixta, continuando durante un periodo de tiempo variable en función de su posición en el tubérculo (Jackson, Looney,2003)

Los tubérculos usados como semillas contienen inhibidores que no permiten que los brotes germinen inmediatamente, este periodo de dormancia se amplía por 7 a 12 semanas. El contenido, distribución y equilibrio hormonal determinan el crecimiento de ellos, mientras que su desarrollo depende del agua, nutrientes minerales y productos de la fotosíntesis. Así, el crecimiento general del brote está controlado por un equilibrio preciso de las hormonas procedentes de los distintos tejidos que lo forman (Edwards ,1987). La brotación entonces es un proceso controlado principalmente por factores internos; y se determina aparentemente por los niveles, o el gradiente, de las sustancias de crecimiento en los meristemas. Las condiciones externas no parecen tener efecto en la iniciación de los brotes, aunque tienen una fuerte influencia de su crecimiento posterior (Bidwell ,1979).

### **2.2.2. Formación de follaje**

Las yemas salen a la superficie y se desarrollan las hojas y tallos. Las raíces comienzan la toma de nutrientes desde el suelo. A partir de esta etapa, la planta es independiente de la semilla y la energía es suministrada por la fotosíntesis (Rodríguez *et al.*,2010). La yema apical del tallo luego de la producción de un número

de hojas variable se diferencia en una yema floral. Entonces normalmente las yemas ubicadas en las axilas de la segunda y tercera hoja por debajo de la inflorescencia brotan dando ramas laterales, estas ramas terminarán también en una inflorescencia pudiendo dar lugar a nuevas ramificaciones. La cantidad de ramificaciones y por lo tanto el número de hojas que se produzcan dependerá de la duración de este período y cuanto más largo sea mayor cantidad de ramificaciones o niveles de follaje se producirá. Además, a mayor temperatura (hasta 26-28°C) mayor será la tasa de aparición de hojas (Aldabe y Dogliotti, 2011).

La longevidad de las hojas depende de varios factores tales como: el tiempo de iniciación de la tuberización, el ambiente y la potencia de la demanda. El tubérculo a medida que va creciendo y tomando mayor potencia como demanda de fotoasimilados, hace disminuir el sistema radical en razón a que la toma de nutrientes como nitrógeno se reduce y los tubérculos comienzan a extraer rápidamente los elementos de las hojas, disminuyendo su longevidad (Kooman y Rabbinge, 1996).

### **2.2.3 Proceso de Tuberización**

Cuando los tallos principales de la planta tienen un desarrollo suficiente, es decir cuando la yema apical se diferencia en floral y por lo tanto disminuye la dominancia apical, las yemas subterráneas del tallo que están más cerca del tubérculo madre brotan originando los estolones. Estos tallos subterráneos crecen en longitud hasta que reciben estímulos para iniciar la tuberización. Al iniciar la tuberización cesa el crecimiento en longitud y se ensancha la región sub apical del estolón (Aldabe y Dogliotti, 2011). En papa se ha encontrado que después del inicio de tuberización la tasa fotosintética se incrementa, en dos o tres veces, al igual que la proporción de asimilados transportados desde las hojas, la mayoría hacia los tubérculos. Ha sido observado que las tasas fotosintéticas son mínimas en la etapa de inicio de tuberización, máximas durante el periodo de llenado lineal de los tubérculos y

declinan cuando el cultivo ha alcanzado 60 – 70% del máximo rendimiento (Dwelle, 1990)

#### **2.2.4. Proceso de senescencia**

Cuando el crecimiento del follaje comienza a ser más lento y la tasa de senescencia de las hojas se incrementa, la canopia alcanza su máximo tamaño y comienza a declinar. En este momento estamos en la fase de máximo crecimiento de los tubérculos. Existe una migración neta considerable de N, P y K desde la parte aérea a los tubérculos y una disminución del peso seco del tallo. En este momento, la tasa de aumento del peso seco de los tubérculos, por lo general, supera la tasa de aumento del peso seco total de la planta (Evans, 1983). Si la estación de crecimiento es lo suficientemente larga, el follaje muere totalmente en forma natural, y sus azúcares y nutrientes minerales son movilizados y transportados hacia los tubérculos. El crecimiento de los tubérculos continúa hasta que el follaje está casi totalmente muerto (Aldabe y Dogliotti, 2011)

### **2.3 Cultivo de papa y su importancia**

La papa conocida a lo largo de todo el mundo es considerada como, uno de los cultivos alimenticios más importantes difundidos a nivel mundial. En cuanto a producción e importancia alimenticia la papa ocupa el cuarto lugar después del arroz, el trigo y el maíz (FAO, 2017). La producción de papa por unidad de superficie y unidad de tiempo es una de las más interesantes entre los alimentos básicos. La papa puede producir entre dos y cuatro veces más alimento que el arroz o el trigo y presenta numerosas propiedades nutritivas. Hasta 85 % de la planta es comestible, mientras que, en los cereales, esta proporción es de más o menos 50%. El elevado rendimiento

por hectárea de la papa permite obtener además una producción de energía digestible diaria comparable a los cereales (Devaux *et al.*, 2011). Este producto posee en su composición altas cantidades de almidón, vitamina C y una de las vitaminas del complejo B, además de existir también una pequeña cantidad de proteína y ciertos minerales que la consolidan como uno de los productos más importantes en la alimentación mundial. Además de ser un producto alimenticio puede brindar otras propiedades útiles como uso del almidón para la elaboración de papel, textiles, pegamentos, bebidas alcohólicas, entre otras (Conabio, 2016).

Según la información más reciente, la producción mundial en 2016 alcanzó algo más de 376 millones de toneladas y en Latinoamérica la papa se cultiva en 25 países (Faostat, 2018)

#### **2.4 Enfermedades asociadas a la papa**

A pesar de la importancia que tiene el cultivo de papa, este se ve afectado por diversos factores que reducen el rendimiento y calidad de los tubérculos, y elevan los costos de producción. La papa es susceptible a más de 100 enfermedades causadas por diversos organismos como hongos, bacterias, fitoplasmas y virus, y problemas fisiológicos (Esquivel, 2017). Entre las enfermedades fungosas encontramos Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), la sarna plateada (*Helminthosporium solani*), pudrición seca (hongos del genero *Fusarium*), tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Tizón temprano de la papa (*Alternaria solani*) y Pudrición Gris (*Botrytis cinerea*) (Méndez y Gaete, 2009).

El cambio climático ya está influyendo directamente sobre los sistemas de producción de alimentos debido a heladas y sequías y al desarrollo de plagas y

enfermedades que afectan al cultivo y almacenamiento de la papa. Es importante evaluar alternativas tecnológicas para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción (Devaux *et al.*, 2011).

### **2.5 Botrytis cinerea o pudrición gris**

Botrytis cinérea, causante de moho gris, produce importantes pérdidas en los cultivos en condiciones diversas, ya sea en campo abierto, en invernadero o en almacenamiento refrigerado a 0-10°C. Este patógeno es el principal responsable de las pérdidas de pre y postcosecha de numerosos cultivos como tomate, bayas, uvas, flores cortadas y bulbos de flores (Elad *et al.*, 1997) es uno de los hongos necrotróficos que más pérdidas produce en fruta de almacenaje debido a su alta esporulación, rápido crecimiento y liberación de enzimas pectolíticas, y muerte celular del tejido que coloniza (Koike y Bolda, 2016). Su ataque se ve favorecido en climas húmedos y templados fríos o con presencia de lluvias y rocíos frecuentes (Guerrero, 1988).

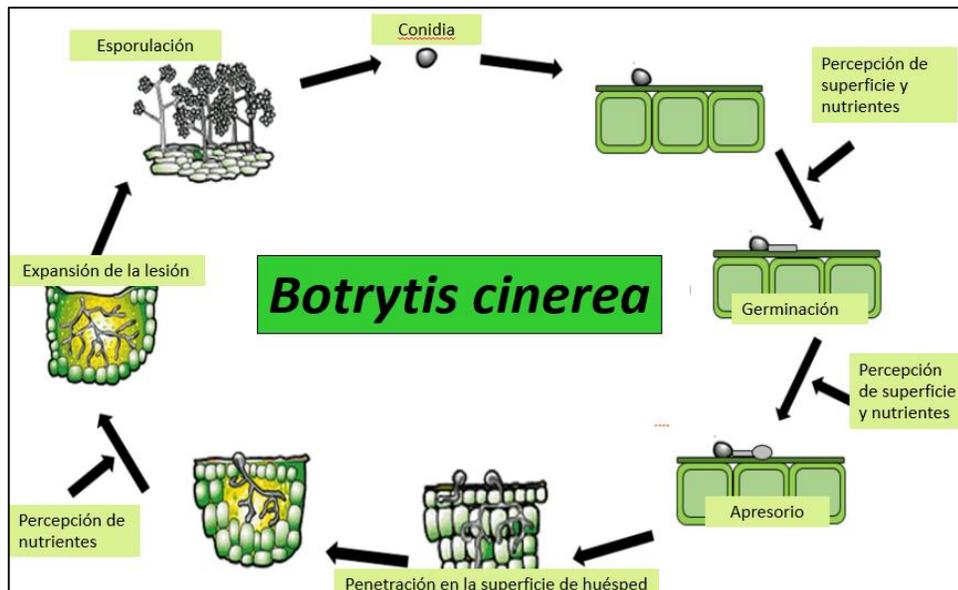
La invasión del huésped puede realizarse por penetración activa o pasiva. *B. cinerea* es un hongo oportunista que puede colonizar zonas heridas o infectadas por otro patógeno. También puede entrar en la cavidad subestomática a través de un estoma abierto. Sin embargo, es perfectamente capaz de penetrar a través de zonas intactas. (Williamson *et al.*, 1995).

El hongo presenta una fase saprófita invernando en restos de cosecha, en el suelo como micelio, o como esclerocios, o en plantas vivas como malezas y otros. El hongo, al parecer, no infecta semillas, pero se puede diseminar a través de éstas causando una infección cuando la planta emerge. (Acuña y Tejeda, 2015).

El ciclo del hongo *B. cinerea* (Figura 1) comienza cuando la conidia se hidrata y entra en contacto con la cutícula del hospedero, por efecto de la presencia de agua libre sobre su superficie dando como resultado la adhesión entre la conidia y dicha cutícula (Gago, 2015).

France (2013) describe como se presenta el ciclo biológico del hongo *B. cinerea*:

- ❖ Esporulación y dispersión del inóculo a través de conidias.
- ❖ Adhesión de conidias a la superficie del hospedero, mediado por el agua libre presente.
- ❖ Germinación de conidias y formación de apresorios.
- ❖ Secreción de cutinasas y pectinasas (enzimas), y toxinas.
- ❖ Penetración y formación de haustorios.
- ❖ Destrucción celular por efecto de enzimas.
- ❖ Reacción de hipersensibilidad y muerte programada de células del hospedero.
- ❖ Necrosis del tejido y reproducción.



**Figura1.** Ciclo de vida de *B. cinerea* (Fuente: Gago, 2015)

## 2.6 Botrytis en papa

Los síntomas se hacen evidentes en el follaje hacia el final del cultivo. Generalmente *Botrytis* primero es observado en flores, desde donde puede iniciar una infección al follaje de la planta a partir de la caída de tejido floral infectado, sobre las hojas. La enfermedad se desarrolla solamente en períodos de climas fríos y húmedos (Acuña y Tejeda, 2015) y se manifiesta con manchas en márgenes de las hojas apicales y en flores, en condiciones de clima frío y húmedo, con desarrollo de micelio gris. Puede producir, además, pudrición seca del tubérculo, con áreas deprimidas y decoloradas (Acuña, 2008).

En hojas, principalmente las apicales, se presenta como lesiones inicialmente café bronceadas, húmedas, delimitada por las venas. Sin embargo, las condiciones más favorables para que se manifieste la enfermedad se dan en las hojas basales, donde hay poca ventilación, sombra y alta humedad relativa. Aparecen manchas acuosas y necróticas color café oscuro. En condiciones de alta humedad se observa el micelio y esporulación gris causando pudrición (Acuña y Tejeda, 2015).



**Figura 2.** Lesión causada por el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea*, en hoja de *Solanum tuberosum*. (Fuente: I Acuña, INIA Remehue).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

La ejecución del experimento se realizó en la VII región, en la comuna de Maule, mientras que los análisis y mediciones de incidencias se evaluaron en el Laboratorio de Sanidad Vegetal, adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias, localizado en el campus Talca de la Universidad de Talca.

#### 3.2 Diseño experimental y análisis estadístico

Los tratamientos evaluados se ordenaron en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental fue constituida por parcelas de 5 por 4 metros (20 m<sup>2</sup>). Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), manejando el programa Statgraphics Centurion. La separación de medias se realizó a través del método HSD TUKEY ( $p < 0,05$ ) con el objetivo de determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas.

#### 3.3 Preparación y aplicación de inóculos

El inóculo (conidias) de *B. cinerea* utilizado provino de la colección de hongos fitopatógenos previamente colectado y aislados respectivamente, pertenecientes al Laboratorio de Sistemática Vegetal. Con la ayuda de un sacabocado de 5 mm de diámetro, esterilizado mediante flameo con alcohol 90%, se extrae un trozo de micelio de cada aislado fungoso que fue sembrado previamente en placas Petri con medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (APD) acidulado con ácido láctico dejadas incubar a 22°C por 7 días. Una vez que los cultivos estuvieron esporulados, las placas fueron inundadas con agua destilada estéril, y luego de una suave agitación, la suspensión conidial fue colectada para la utilización en campo. Esta fue aplicada en una única oportunidad con

fecha 06/05/ 2021, por medio de mochilas aspersoras, con una concentración de 10<sup>6</sup> U.F.C.

### 3.4 Preparación y aplicación de fungicidas

Para las formulaciones de fungicida se calculó la dosis en función de la superficie a aplicar el producto en parcelas de 5 por 4 metros (20 m<sup>2</sup>) estos fueron pesados y llevados al campo en envases herméticos, paralelo a ello se llevó bidones con agua para la preparación. Su aplicación fue mediante uso de mochilas aspersoras.

**Cuadro 3.1 Tratamientos evaluados en el control de Pudrición (*Botrytis cinerea*) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.**

Tratamiento	Formulación	Ingrediente Activo	Dosis(g,ml/ha)
1	-	-	-
2	WS	FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	750
3	WS	FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	1000
4	SC	PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	750
5	SC	PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	1000
6	SC	PIDIFLUMETOFEN + DIFENOCONAZOL	1000
7	SC	FLUXAPIROXAD + DIFENOCONAZOL	1000
8	SC	CLOROTALONILO + AZOXISTROBINA	1700

\*Suspensión Concentrada (SC)

\*Gránulos Dispersables (WG)

**Cuadro 3.2 Características de los diferentes ingredientes activos utilizados en ensayo de *B. cinerea* en cultivo de papa. Temporada 2020-2021**

INGREDIENTE ACTIVO	GRUPO QUÍMICO	MODO DE ACCIÓN	LUGAR DE ACCIÓN
<b>Azoxistrobina</b>	Estrobirulinas	Sistémico	Inhibición de la respiración mitocondrial de la célula de los hongos patógenos
<b>Ciprodinilo</b>	Anilino-pirimidina	Sistémico	Altera síntesis de aminoácidos
<b>Clorotalonio</b>	Cloronitrilo	Contacto	Multisitio de acción
<b>Difenoconazol</b>	Triazoles –IBE	Sistémico	Inhibe biosíntesis de esteroides de membrana
<b>Fludioxonilo</b>	Fenilpirroles	Contacto	Transducción de señales osmóticas
<b>Fluxapiroxad</b>	SDHI	Sistémico	Inhibe el complejo II de la respiración
<b>Pidiflumetofeno</b>	SDHI	Sistémico	Inhibe el complejo II de la respiración

**Cuadro 3.3 Fechas de aplicaciones de los distintos tratamientos evaluados en el control de Pudrición (*Botrytis cinerea*) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.**

APLICACIÓN	FECHA
1 <sup>a</sup>	29/ 04/ 2021
2 <sup>a</sup>	14/ 05/ 2021

### **3.3 Material vegetal**

Para ratificar incidencia se recolecto material foliar que se aisló en bolsas herméticas, para ser llevadas a laboratorio en donde se extrajo el material y fue aislado en capsulas Petri, de este modo confirmar la existencia de Botrytis, Mientras

que, para el rendimiento total de papa, estas fueron cosechadas el 29 de junio del año 2021, siendo colectadas en sacos diferenciados según el tratamiento, llevados al laboratorio de sanidad vegetal para proceder a su pesaje y conteo.



**Figura 3.1** Pasos para confirmar presencia de *B. cinerea* en hojas de papa, en

### 3.4 Evaluaciones

Durante el ensayo se realizaron cuatro evaluaciones, en donde se determinó la medición de incidencia y severidad de *B. cinerea* en el cultivo de papa.

**Cuadro 3.4** Evaluaciones de **los distintos tratamientos evaluados en el control de Pudrición (*Botrytis cinerea*) en un cultivo de papa. Talca. Temporada 2020-2021.**

EVALUACIONES	RELEVANCIA
N°1	14 días después de 1° aplicación
N°2	21 días después de 1° aplicación
N°3	14 días después de 2° aplicación
N°4	21 días después de 2° aplicación

### 3.4.1 Evaluación de incidencia

Se consideraron 10 plantas por cada unidad experimental y el número de plantas con síntomas de *Botrytis* respecto al total, se calculó de acuerdo a la metodología señalada por el Commonwealth Mycological Institute (CAB), de la siguiente manera:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas con síntomas de } Botrytis \text{ cinerea} \times 100}{\text{Número total de plantas}}$$

### 1.4.2 Evaluación severidad

Se consideraron 10 plantas por cada unidad experimental, y se catalogaron a partir de la gravedad de síntomas que presentaba cada planta, utilizando una escala según el porcentaje de daño.

**Cuadro 3.5 Escala para identificar y graduar severidad.**

<b>Grado</b>	<b>Severidad de síntomas</b>
<b>1</b>	Planta sana
<b>2</b>	1 - 25% área foliar afectada
<b>3</b>	26 – 50% área foliar afectada
<b>4</b>	>50% área foliar afectada

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), manejando el programa Statgraphics Centurion. La separación de medias se realizó a través del método HSD TUKEY ( $p < 0,05$ ) con el objetivo de determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas.

En el cuadro 4.1 se muestran los resultados de las cuatro evaluaciones realizadas para estimar la incidencia de *B. cinerea* en papa. En donde se observa que las aplicaciones de diferentes tratamientos tienen un efecto en la reducción de incidencia del patógeno, diferenciándose todos los tratamientos del testigo (T1) el cual no cuenta con aplicación de producto.

**Cuadro 4.1. Valores de incidencia (%) obtenidos en las evaluaciones, para los diferentes tratamientos evaluados para *B. cinerea* en papa.**

TRATAMIENTO		EVALUACIONES			
	DOSIS	N°1	N°2	N°3	N°4
<b>T1</b>	-	25 b	31 b	43 b	60,5 b
<b>T2</b> FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	750	14,5 ab	18 ab	19 a	16,5 a
<b>T3</b> FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	1000	19 ab	16 a	19 a	17,5 a
<b>T4</b> PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	750	15,5 ab	15,5 a	20,5 a	22 a
<b>T5</b> PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	1000	12,5 ab	16,5 a	19,5 a	17 a
<b>T6</b> PIDIFLUMETOFEN + DIFENOCONAZOL	1000	16,5 ab	16 a	25 a	17 a
<b>T7</b> FLUXAPIROXAD + DIFENOCONAZOL	1000	15 ab	12,5 a	15,5 a	21 a
<b>T8</b> CLOROTALONILO + AZOXISTROBINA	1700	6 a	14 a	18 a	14,5 a
<b>Significancia</b>		**	**	**	**

\*Columnas seguidas por igual letra dentro de la columna, no difieren estadísticamente Tukey HSD ( $p \leq 0,05$ ).

Los niveles más altos para el parámetro de incidencia se observan en el tratamiento testigo (T1), sin aplicación de producto. En los resultados para la evaluación N°1 (14 días después de 1° aplicación) se observa mediante las medias que el tratamiento de mayor eficiencia es el T8 (CLOROTALONILO + AZOXISTROBINA) mientras que el peor tratamiento es el testigo.

Evaluación N°2 (21 días después de 1° aplicación) el tratamiento testigo se mantiene como el peor tratamiento, mientras que en T2 y T3 (FLUDIOXONIL + CIPRODINILO) se expresa una diferencia entre sus medias los cuales poseen igual formulación, pero diferente dosis, dejando a T3 (dosis:1000 g/ha) con una media menor en cuanto a la incidencia de T2 (dosis: 750 g/ha). En la evaluación N°3 y N°4 (14 y 21 días después de 2° aplicación respectivamente) no existe evidencia significativa que diferencie la incidencia entre los tratamientos, más que con T1 el cual es el tratamiento testigo.

**Cuadro 4.2. Valores de severidad obtenidos en las evaluaciones, para los diferentes tratamientos evaluados para *B. cinerea* en papa.**

TRATAMIENTO		EVALUACIONES			
	DOSIS	N°1	N°2	N°3	N°4
<b>T1</b>	-	1,5	2,5 b	3,5 b	3,75 b
<b>T2</b> FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	750	1	1 a	1 a	1 a
<b>T3</b> FLUDIOXONIL + CIPRODINIL	1000	1,25	1 a	1,5 ab	1 a
<b>T4</b> PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	750	1	1 a	1,25 a	1,25 a
<b>T5</b> PIDIFLUMETOFEN + FLUDIOXONIL	1000	1	1 a	1 a	1 a
<b>T6</b> PIDIFLUMETOFEN + DIFENOCONAZOL	1000	1	1 a	1,5 ab	1 a
<b>T7</b> FLUXAPIROXAD + DIFENOCONAZOL	1000	1	1 a	1,25 a	1 a
<b>T8</b> CLOROTALONILO + AZOXISTROBINA	1700	1	1 a	1 a	1 a
<b>Significancia</b>		n.s.	**	**	**

\*Columnas seguidas por igual letra dentro de la columna, no difieren estadísticamente Tukey HSD ( $p \leq 0,05$ )

En la evaluación N°1 (14 días después de 1° aplicación) no existe diferencia estadística entre los tratamientos. Ya en evaluación N°2 (21 días después de 1° aplicación) se expresa una divergencia de los tratamientos en comparación a **T1**(testigo) el cual se estableció como el peor tratamiento.

En la evaluación N°3 (14 días después de 2° aplicación) hay diferencia de medias entre los grupos que poseen igual formulación entre ellos, pero diferente dosis, para los tratamientos **T2** (dosis: 750 g/ha) -**T3** (1000 g/ha) (FLUDIOXONIL + CIPRODINILO).

En la evaluación final N°4 (21 días después de 2° aplicación), todos los tratamientos se diferencian del testigo, siendo más eficientes ante la severidad de *B. cinerea* en papa.

Los tratamientos que utilizaron fungicidas presentaron diferencias significativas con el testigo. Lo cual concuerda con lo estudiado por LATORRE *et al.*, (2001) en vides, donde señala que la aplicación de tratamientos fungicidas en floración, para el cultivo de la vid, redujeron significativamente los niveles de *Botrytis*. Confirmando así la diferencia entre aplicar producto o no.

El fludioxonil, presente en los tratamientos **T2**, **T3**, **T4** y **T5** es un fenilpirrol, una nueva clase de fungicida no sistémico y de amplio espectro. Los fungicidas de fenilpirrol son derivados del antibiótico pirrolnitrina, que es producido por varias especies de *Pseudomonas*. Según algunos estudios previos, el fludioxonil interfiere fuertemente con el crecimiento del micelio y la germinación de conidios de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* (Leroux,1996). El fludioxonil se ha utilizado ampliamente como tratamiento de semillas para el control de diversas enfermedades durante muchos años, pero actualmente se ha desarrollado como nuevas formulaciones en aerosol para controlar algunas enfermedades

Dentro de los tratamientos fungicidas utilizados, está la mezcla de Cyprodinil + fludioxonil, demostrando eficiencia en los tratamientos **T2** y **T3**, tal como lo confirma

CONSTANTIN *et al.*, (2003), en donde al estudiar trece tratamientos de fungicidas aplicados a un cultivo de frutillas cv. Camarosa en Los Ángeles, EUA, registró que la formulación que mejores resultados presentó en el control de *B. cinerea* fue la mezcla de cyprodinil + fludioxonil, utilizando concentraciones del orden de 855 g/ha(12oz/A). Por lo cual se demuestra que esta mezcla de Ingredientes Activos tiene un efectivo control sobre el patógeno en estudio.

Para el caso de cyprodinil, se puede mencionar que presentó diferencias estadísticas al compararlo con el tratamiento testigo. SHOLBERG *et al.*, (2003), señaló que cyprodinil controló al hongo responsable del moho gris en manzanas cv. Gala en Canadá. En donde el uso del ingrediente activo cyprodinil en estadio de plena flor, reduce la incidencia de *B. cinerea*.

Para los tratamientos **T4**, **T5**, **T6** y **T7** presentan en su composición Pydiflumetofen, el cual presenta resistencia ante el hongo en comparación al tratamiento testigo. Zhao, *et al.*, (2022) describió que en compuesto presenta una fuerte actividad inhibitoria contra el crecimiento del micelio y la germinación de conidias de *B. cinerea*. Este estudio indicó que la actividad inhibitoria del pidiflumetofen sobre la germinación de conidias fue significativamente mayor que la del crecimiento de micelio.

Los tratamientos **T6** y **T7**, con difenoconazol el cual pertenece al grupo DMI (inhibidores de la demetilación) una clase de fungicidas que se han registrado para controlar el moho gris en China (China Pesticide Information Network, 2020). Presenta igualmente resistencia ante *B. cinerea*. Varios DMI, incluidos pirisoxazol, hexaconazol, tebuconazol e imazalil, se han registrado oficialmente para el control del moho gris del tomate en China (Zhang, *et al.*, 2021)

La aplicación de azoxystrobin en **T8** tiene un efecto controlador de los niveles del hongo, que se traduce en una menor cantidad de *Botrytis* comparada con el tratamiento testigo del predio (**T1**). Tal como lo señala SCHUTTE *et al.*, (2003), el

cuál señaló que la aplicación de azoxystrobin tuvo un efecto controlador en diversos hongos patógenos de distintos cultivos, entre estos, se encuentra *B. cinerea*.

Igualmente es importante de considerar que la efectividad de un programa de control químico depende de una correcta elección de los fungicidas a emplear, por lo que se recomienda un control integrado. También es importante poder realizar un pronóstico de la cantidad de *B. cinerea*, desarrollada como herramienta auxiliar del control químico, en función del riesgo de infección, la época en que se utilizarán, de la presión de inóculo del patógeno y las condiciones ambientales predisponentes para la enfermedad (LATORRE *et al.*, 2000).

## 5. CONCLUSIONES

Para las evaluaciones de incidencia y severidad de *B. cinerea* en el cultivo de papa, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de diferentes fungicidas con diferencia en sus ingredientes activos, así como en aquellos tratamientos con diferenciación solo en su dosis, aun así, se logra demostrar diferencia estadísticamente significativa en cuanto al tratamiento testigo (T1), el cual no fue aplicado con ningún ingrediente activo. Demostrando así que la aplicación de producto con carácter fungicida si es efectivo a modo de protector y/o presenta resistencia ante los daños causados por presencia del hongo.

## 6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, R. (2008). *Compendio de fitopatógenos de cultivos agrícolas en Chile*. Servicio Agrícola y Ganadero.
- ADEKAMBI, S.; ADEGBOLA, P.; AROUNA, A. 2010. Farmers' perception and agricultural technology adoption. The case of botanical extracts and bio-pesticides in vegetable production in Benin. Contributed paper presented at the joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) conference, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.
- Agrios G. 2005. *Plant Pathology*. 5th edition. New York. Academic Press, 922 p.
- Aldabe, L. y Dogliotti, S. 2011. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas (*Solanum tuberosum* L.). Curso de fisiología de los cultivos Módulo horticultura Facultad de Agronomía- Universidad de la República Uruguay. Arauz L. 2000. Mango Anthracnose: Economic impact and current options for integrated management. En: *Plant Disease* 86 (6):600–611. <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2000.84.6.600>;
- Bernabé Tapia Cruz, Boletín de la papa agosto 2021- Información de mercado nacional y comercio exterior hasta julio de 2021 Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 5 p. Bidwell, R. G. S. (1979). *Fisiología vegetal*. Primera edición en español. *Editorial AGT México, DF, México*.
- Conabio.gob.mx. (2016). *Solanum tuberosum*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO

- Dwelle, R. 1990. Source/Sink Relationships during tuber growth. *American Journal of Potato Research* 67(12): 829-833.
- Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. & Delen N. (2004). Botrytis spp. and diseases they cause in agricultural systems. En: *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. & Delen N., Eds.). Kluwer academic publishers. Dordrecht, Países Bajos
- Esquivel Solano, M. A. (2017). Evolución de la susceptibilidad a la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) en genotipos promisorios y parientes silvestres de la papa.
- Evans, L. Fisiología de los cultivos-Buenos Aires, 1983.
- Fries, A. M., & Tapia, M. E. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Gago, D. 2015. Efecto de las heridas sobre la resistencia de frutos de pimiento a *Botrytis cinerea*, 21. Recuperado en: [http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/15276/2/GagoMesejo\\_Diego\\_TFG\\_2015.pdf](http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/15276/2/GagoMesejo_Diego_TFG_2015.pdf). Consultado el: 14 de diciembre de 2021.
- Gehmann, K., Nyfeler, R., Leadbeater, AJ, Nevill, DJ y Sozzi, D. (1990). CGA 173506: un nuevo fungicida de fenilpirrol para el control de enfermedades de amplio espectro. En *la Conferencia de Protección de Cultivos de Brighton, Plagas y Enfermedades-1990. vol. 2.* (págs. 399-406). Consejo Británico de Protección de Cultivos.
- Inostroza F., Carillanca L., Carillanca N., Acuña B., Remehue D., Navarro G. Manual del cultivo de la papa en Chile, Boletín INIA / N° 10 INIA - INDAP, Santiago 2017. Inostroza, J., Méndez, P., Espinoza, N., & Kramm, V. (2017). Manual de cultivo de la papa e
- Jackson, D. I., & Looney, N. E. (2003). Utilización de biorreguladores en fruticultura. *Producción de frutas de climas templados y subtropicales. JACKSON, DI (ed). Ed. Acribia. Zaragoza, España, 119-120.*

- Koike, T y Bolda, M. 2016. El Moho Gris, o Pudrición de Fresa. Guía de producción 13. 6p
- Kooman, P. and R. Rabbinge. 1996. An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. *Annals of Botany* 77: 235-242.
- LA PAPA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA REGIÓN ANDINA: SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS PARA LA INNOVACIÓN A. Devaux, J. Andrade-Piedra, M. Ordinola, C. Velasco, G. Hareau Centro Internacional de la Papa (CIP)<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/67650/74871.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LATORRE, B., LILLO, C. y RIOJA, M . 2000. Importancia Relativa de la Época de los Tratamientos Fungicidas en el Control de la Botrytis (*Botrytis cinerea*) de la Vid. Informativo frutícola Nº 4. PUC.
- Leroux, P. (1996). Desarrollos recientes en el modo de acción de los fungicidas. *Ciencia de pesticidas* , 47 (2), 191-197.
- Liliana Yáñez Barrios, Región del Maule Información regional 2018.Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) Región del Maule del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 12 p.Mendez, P., & Gaete, N. (2009). Principales enfermedades que afectan al cultivo de papa. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.
- Patricio Méndez L., PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE PAPA. INIA Carillanca. 2005.Ramatou Sidikou Djermakoye Seyni, Daniel Ellisseche, Darashin Sihachakr, Bernard Jouan y Georges Ducreux (2002) Conséquences du stress hydrique chez huit cultivars de Pomme de terre ( *Solanum tuberosum* L.), *Acta Botanica Gallica*, 149:2, 139-148.

- Red de Información sobre Pesticidas de China. 2020 . Instituto para el control de agroquímicos. <http://www.chinapesticida.org.cn> Google Académico
- RINA ACUÑA P., COMPENDIO DE FITOPATÓGENOS DE CULTIVOS AGRÍCOLAS EN CHILE, Santiago Chile, 2008.
- Rodríguez Caicedo, D., Rico Tellez, M. S., Rodríguez Molano, L. E., & Núñez López, C. E. (2010). Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* cv. Parda Pastusa). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5521-5531.
- Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P. & van Kan J. L. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology* 8, 561–580.
- Zhang, C., Imran, M., Xiao, L., Hu, Z., Li, G., Zhang, F. y Liu, X. (2021). Cambio de resistencia al difenoconazol en *Botrytis cinerea* del tomate en China asociado con la expresión inducible de CYP51. *Enfermedad de las plantas* , 105 (2), 400-407.
- Zhao, J., Wu, J., Lu, F., Bi, Q., Yang, K., Han, X. y Wang, W. (2022). Sensibilidad inicial de *Botrytis cinerea* al pydiflumetofen y su eficacia en el moho gris del tomate en la provincia de Hebei, China. *Protección de cultivos* , 158 , 105989.