

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TITULO**

**EFECTO DE FUNGICIDAS SOBRE POBLACIONES EPIFITAS DE**  
*Geotrichum candidum* Link ex Pers. **EN DURAZNOS**

**VICTOR ANDRES GUZMAN GALDAMES**

**SANTIAGO, CHILE**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**EFFECTO DE FUNGICIDAS SOBRE POBLACIONES EPIFITAS DE  
*Geotrichum candidum* Link ex Pers. EN DURAZNOS**

**EFFECT OF FUNGICIDES ON EPIPHYTIC POPULATIONS OF  
*Geotrichum candidum* Link ex Pers. IN PEACHES**

**VICTOR ANDRES GUZMAN GALDAMES**

**Santiago, Chile**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**EFFECTO DE FUNGICIDAS SOBRE POBLACIONES EPIFITAS DE**  
*Geotrichum candidum* Link ex Pers. EN DURAZNOS

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo  
Mención: Sanidad Vegetal

**VICTOR ANDRES GUZMAN GALDAMES**

	Calificaciones
Profesor Guía Sr. José Luis Henríquez S. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	7,0
Profesores Evaluadores Sra. Marcela Esterio G. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,0
Sr. Jaime Araya C. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	6,0

**Santiago, Chile**  
**2015**

A mis padres

## AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos están dirigidos a quienes me han apoyado y acompañado en este largo periodo de universidad.

A mis padres y hermanas quienes son el pilar fundamental en mi vida y han sido mi apoyo en cada una de las decisiones que he tomado.

A mi profesor Guía, José Luis Henríquez, quien siempre me apoyo a pesar de mi larga ausencia y por sus buenos consejos profesionales y personales.

A mis compañeros y amigos del laboratorio, Paula, Pablo, Oliver, Osvaldo, David, Paula, Valeria, con quienes compartí largos días de evaluaciones y calurosos tardes de aplicaciones.

A mis amigos y amigas de la U y en especial a la Gloriosa selección de Fútbol de Agronomía, con quienes compartí maravillosos momentos en esta etapa de mi vida.

A Ramón González, Verónica Costa, Francisca Jiménez, Karen Orellana. Patricio Briceño y Regina Aguirre, quienes me han apoyado y alentado y me han dado todas las posibilidades para poder cerrar esta etapa.

Y al final agradezco a mi Toti, mi compañera de estudios, de viajes y de vida, porque sin ti no sería ni la mitad de la persona que soy ahora.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	1
Palabras clave	1
<b>ABSTRACT</b>	2
Keywords	2
<b>INTRODUCCION</b>	3
Hipótesis	7
Objetivos	7
<b>MATERIALES Y METODOS</b>	8
<b>Lugar de estudio</b>	8
<b>Metodología</b>	9
Ensayo 1: Efectividad de una aplicación de fungicidas previo a la cosecha.	11
Ensayo 2: Efecto residual de una aplicación de fungicidas en precosecha, en el control de <i>Geotrichum candidum</i> .	12
Ensayo 3: Detección de infestaciones de <i>Geotrichum candidum</i> en duraznos tratados con fungicidas en precosecha en huertos comerciales con historial de pudrición acida.	13
<b>Análisis estadístico</b>	14
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	15
Ensayo 1: Efectividad de una aplicación de fungicidas previo a la cosecha.	15
Ensayo 2: Efecto residual de una aplicación de fungicidas en precosecha, en el control de <i>Geotrichum candidum</i> .	19
Ensayo 3: Detección de infestaciones de <i>Geotrichum candidum</i> en duraznos tratados con fungicidas en precosecha en huertos comerciales con historial de pudrición acida.	21
<b>CONCLUSIONES</b>	24
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	25



## RESUMEN

La pudrición ácida en postcosecha de carozos, causada por el hongo *Geotrichum candidum* Link, se ha constituido en un problema recurrente para productores de Chile lo que ha resultado en la necesidad de hacer aplicaciones de fungicidas cerca de la cosecha, para su control. Los síntomas se presentan como una maceración y una desintegración de la cutícula y la pulpa del fruto, con formación de un micelio blanco muy tenue. Los síntomas de la enfermedad aparecen tardíamente, avanzado en postcosecha, cuando la fruta ya se encuentra en destino, no habiéndose observado el desarrollo de la pudrición en la fruta en origen. Esta situación dificulta conocer su epidemiología y evaluar manejos para disminuir su incidencia. Considerando esta situación, mediante un procedimiento de congelamiento de los frutos y una posterior mantención en cámara húmeda, se observó el desarrollo de poblaciones epífitas de *G. candidum*. Esta metodología permitió evaluar el efecto de distintos fungicidas en el control de la pudrición ácida. La efectividad de control de los fungicidas propiconazole, tebuconazole y un extracto de cítricos, fue estudiada en duraznos Everst, los que se inocularon 10 días antes de la cosecha y 5 días después fueron tratados con los fungicidas mencionados. Para conocer la efectividad residual de los fungicidas, duraznos de la variedad Ross se trataron con los mismos fungicidas en precosecha y luego se inocularon con *G. candidum* a 1, 5, 10 y 15 días después de la aplicación, y se cosecharon 5 días después de cada inoculación. Los fungicidas propiconazole y tebuconazole aplicados en precosecha redujeron significativamente las poblaciones epífitas de *G. candidum*, y tuvieron un efecto residual de hasta 15 días. Además, se determinó y comparó la incidencia de poblaciones epífitas en fruta proveniente de dos huertos comerciales con historial de pudrición ácida, en los que se hicieron aplicaciones comerciales en precosecha de los fungicidas tebuconazole, propiconazole, dióxido de cloro, extracto de cítricos y una mezcla de iprodione + propiconazole. La incidencia fue muy diferente entre los dos campos evaluados, con un 99 y 8,3% respectivamente en los frutos de los tratamientos testigos (sin aplicación de productos). En ambos campos, la aplicación de tebuconazole y propiconazole redujeron la incidencia del patógeno en la fruta.

**Palabras clave:** Pudrición ácida de carozos, congelamiento de frutos, inoculación, propiconazole, tebuconazole, extracto de cítricos.



## ABSTRACT

Sour rot of stone fruit caused by *Geotrichum candidum* Link, has become a recurrent problem for Chilean growers, resulting in new fungicide sprays applied in the orchards before the harvest. Fruit maceration and disintegration of the cuticle are the main symptoms of sour rot, with a white and thin layer of mycelium of the pathogen developing on infected tissues. Symptoms show up late in postharvest, mainly at the arrival of the fruit to the foreign markets, with few development of the rot in origin. This situation does not allow conducting experiments in order to know the epidemiology of the disease or the effect of control measures. In this work, the development of the epiphytic populations of the pathogen on the fruit after freezing it was observed. This methodology allowed evaluating the effect of fungicide treatment on the control of *G. candidum*. The effect of the fungicides propiconazole, tebuconazole and a citric extract was evaluated on Everst peach, when sprayed 5 days after a conidial inoculation of the fruit. The residual effect of the fungicides was evaluated on Ross peach inoculated in the orchard with *G. candidum* 1, 5, 10 and 15 days after fungicide spray. The fruit was harvest 5 days after each inoculation and subjected to the freezing methodology. Both propiconazole and tebuconazole significantly reduced the epiphytic populations of the pathogen, with a residual effect reaching up to 15 days. Furthermore, the effect of the fungicides propiconazole, tebuconazole, chlorine dioxide, citric extract and iprodione + propiconazole, on the epiphytic populations of *G. candidum*, was evaluated on two commercial orchards, with or without history of the disease, that were sprayed previous to harvest. Incidence of the pathogen on the fruit reached a 99% and 8.3%, in the untreated control fruit, for the orchards with and without history of the disease, respectively. The spray of tebuconazole and propiconazole reduced the incidence of the pathogen on the fruit in both orchards.

**Keywords:** Sour rot of Stone fruit, fruit freezing, inoculation, propiconazole, tebuconazole, citric extract.

## INTRODUCCION

Según datos estadísticos de ODEPA (2015), la producción de duraznos y nectarinos en el país fue de 87.709 toneladas en la temporada 2013, mientras que la superficie utilizada para esta producción, fue de 16.880 hectáreas, correspondiente aproximadamente al 5,6% de la superficie total de frutales cultivados.

El ranking de producción agrícola del año 2010 realizado por FAO, situaba a Chile como el cuarto país exportador de duraznos frescos a nivel mundial y como número uno en el hemisferio sur. Pero, la producción chilena de carozos debe llegar a mercados muy distantes, por lo que los manejos para mejorar la postcosecha de la fruta y la condición de llegada, son claves para obtención de un resultado económico exitoso (INIA, 2009).

Las enfermedades fungosas de postcosecha tienen un significativo impacto en la exportación de carozos, uva de mesa, pomáceas, kiwis, etc. y la distancia entre Chile y sus mercados, atenta contra una buena vida de estantería de las diferentes variedades de las especies antes mencionadas (Morales, 1989). Los productores y comercializadores de fruta fresca aplican una serie de técnicas y se invierte importante capital para lograr aumentos de rendimiento y calidad, sin embargo, gran parte de los esfuerzos humanos y económicos se pierden si la fruta es incorrectamente manejada en postcosecha (Morales, 1996).

La estacionalidad contraria al hemisferio norte, permite colocar carozos frescos en los mercados de Europa, Estados Unidos y Asia durante los meses en que la producción en estas zonas es escasa o nula. Esta ventaja natural es aún mayor, porque en el hemisferio sur, sólo tres países pueden ser competencia de Chile en la producción de frutas de carozo en cantidades importantes para la exportación: Argentina, Sudáfrica y Australia (Elorriaga, 2008)

A pesar de estos reconocimientos, la industria de los frutales de carozo enfrenta una serie de problemas que afectan su competitividad. La calidad de la fruta se deteriora en el período de postcosecha, al punto que el consumo baja sensiblemente en los mercados de destino por esta condición. Esta pérdida de calidad reflejada al momento del consumo, está dada tanto por características genéticas propias de la especie, como por manejos inadecuados durante la temporada de cultivo y postcosecha, además deben considerarse las alteraciones fisiológicas que sufre la fruta durante el almacenamiento y transporte. Todo lo anterior determina que la demanda y los precios disminuyan temporada a temporada, lo cual afecta seriamente a la industria del durazno, damasco y ciruela se está viendo seriamente amenazada (INIA, 2009).

A menudo presenciamos el fenómeno de que la fruta recién cosechada, se encuentra madura y lista para ser comercializada, cuando los mercados se encuentran saturados y la demanda es baja. Para realizar una comercialización constante de estos productos reunidos en grandes cantidades, durante un período relativamente corto, deben ser almacenados durante semanas o incluso meses. En el transcurso de este período, parte de estos productos frescos, ricos en nutrientes, pueden servir como sustrato propicio

para el desarrollo de microorganismos, pudiendo éstos descomponer la fruta, dejando de ser apta para la venta. Este problema es uno de los principales causantes del deterioro de los productos frescos, y puede convertirse en un factor limitante de la vida útil en estantería de la fruta.

Las pérdidas económicas generadas por las enfermedades en el almacenamiento, pueden ser superiores a las causadas por enfermedades de campo, debido a las grandes inversiones en tratamientos y procesos a los que se somete la producción, desde la cosecha hasta que llega al cliente, los cuales incluyen la cosecha, selección, empaque, envío y almacenamiento (Barkai-Golan, 2001).

Para prevenir las enfermedades que se manifiestan en postcosecha, es importante considerar los siguientes aspectos fundamentales, a través del manejo de la fruta y de su almacenamiento: a. Reducir las vías de entrada de los patógenos a los frutos, b. Reducir los niveles de inóculo del patógeno y c. Lograr condiciones ambientales poco conducentes al desarrollo de la enfermedad.

La susceptibilidad de las frutas (huésped) a ser afectadas por los patógenos de postcosecha es inestable y depende de la variedad, del manejo del cultivo y del manejo del proceso cosecha-almacenamiento-packing. Productos que llegan del campo, por ejemplo, con daños de golpes de sol, con heridas, sobremaduros o con daños de insectos, serán más fácilmente atacados por los patógenos. A su vez, un correcto manejo sanitario del cultivo minimiza la incidencia de infecciones latentes, que luego se desarrollarán durante la conservación (Leoni y Mondino, 2003).

En el último tiempo las posibilidades de control químico de estas enfermedades se han reducido debido a factores tales como: restricciones de fungicidas en ciertos mercados y dificultad de encontrar algún producto que sea ampliamente aceptado en todas las especies y mercados a los cuales Chile exporta (Leoni y Mondino, 2003). El número de fungicidas que se puede utilizar en postcosecha es escaso y disminuye aún más, cuando se debe decidir la elección en base a la legislación de E.E.U.U. o Europa. En fruta que se exporta a Europa, la situación es difícil, ya que debe viajar una semana más que al país norteamericano y además cada país miembro tiene su propia legislación y difícilmente se puede cumplir con todos los requisitos exigidos por los diferentes países (Morales, 1989). La situación en Europa es aún más compleja, con restricciones específicas de algunas cadenas de supermercados, que limitan el número de moléculas residuales en la fruta y usualmente piden niveles de residuos inferiores a la norma del país o de la comunidad europea.

Es importante enfatizar que el control de hongos se logra solo en parte con fungicidas. Nada puede reemplazar el éxito que se logra con un manejo cuidadoso (evitar heridas), rápido enfriamiento, buenas líneas de embalaje, adecuados pre-fríos, cámaras de mantención a temperatura de 0,5°C y una adecuada cadena de frío (camiones frigoríficos, etc.). El envejecimiento del producto también conduce inevitablemente a un deterioro natural, en el cual los fungicidas poco o nada pueden hacer. Para el control de las enfermedades de postcosecha se dispone de prácticas de manejo cultural, control químico y control biológico, pero ninguna de estas estrategias es capaz por sí sola, de controlar al patógeno en niveles aceptables desde el punto de vista comercial. Para

lograr un apropiado manejo de estas enfermedades, es necesario integrar las distintas medidas de control (Leoni y Mondino, 2003).

En las enfermedades de postcosecha de frutas pueden diferenciarse dos grandes grupos: las enfermedades que evolucionan a partir de infecciones latentes y las que se desarrollan a partir de heridas. En el primer grupo el patógeno coloniza al huésped en diferentes momentos de su desarrollo en el campo, quedando en quiescencia, y la infección avanza con el desarrollo del patógeno cuando se generan cambios fisiológicos en la fruta (madurez, senescencia). El segundo grupo, al que pertenece la pudrición ácida de carozos, corresponde a infecciones que se inician sobre tejidos debilitados, por heridas o aberturas naturales, donde el inóculo proviene del campo o se encuentra en los sitios de almacenamiento, y al ocurrir condiciones ambientales favorables se inicia el proceso de infección, colonizando los productos almacenados.

La pudrición ácida de los carozos, causada por el hongo *Geotrichum candidum* Link, fue observada en Chile por primera vez en diciembre del año 2003 (Pinilla, 2007), pero fue descrita en el año 2004, afectando diferentes variedades de duraznos y nectarinos en postcosecha. Los huertos que presentaron el problema se localizaban principalmente en la Región de O'Higgins y en la Región Metropolitana (Pinilla, 2005).

*Geotrichum candidum* pertenece al Phylum Ascomycota, clase Saccharomycetes y a la familia Dipodascaceae, caracterizada por presentar ascos desnudos, sin producir ascocarpos. La enfermedad producida por este hongo, es una de las pudriciones más sucias y desagradables de frutos susceptibles (Agrios, 2004).

Este patógeno es un habitante común en los suelos de huertos de cítricos y carozos, es transportado por el viento y por medio de salpicaduras de agua desde las partículas de suelo hacia la superficie de los frutos en la copa del árbol. Las mayores poblaciones del hongo, se observan en los frutos localizados en la parte más baja de los árboles, principalmente en la zona de los frutos donde partículas de tierra o polvo quedan atrapadas, como las cicatrices superficiales (Brown, 2003).

Este problema es uno de los principales que afectan a duraznos, nectarinos, ciruelas y cerezas, junto con las pudriciones causadas por *Botrytis*, *Monilia*, *Penicillium* y *Rhizopus* durante la postcosecha. El inóculo inicial en los huertos proviene de los frutos que caen al suelo, los que al podrirse liberan una gran cantidad de esporas. Este hongo penetra exclusivamente por micro y macroheridas en los frutos y crece en un amplio rango de temperaturas, desde los 0 a los 30° C. Además, los frutos podridos en el huerto también contaminan los cachos cosecheros, bins, líneas de selección y aguas de lavado de los distintos procesos de postcosecha (Pinilla, 2007).

Existen algunos factores que pueden haber determinado el aumento de la incidencia de la pudrición ácida en los últimos años. Primero, la demanda de los mercados por fruta de mayor madurez y lista para el consumo ha aumentado drásticamente, por lo que ahora más empresas al embalar precondicionan la fruta para madurarla antes del envío, siendo la fruta madura más susceptible a las infecciones por éste patógeno. En segundo lugar, no se han realizado ajustes en las prácticas de manipulación para el precondicionado de la fruta, por ejemplo el uso adicional de desinfectantes. Incluso en

muchas plantas de embalaje se ha disminuido el uso de cloro para reducir al mínimo problemas respiratorios de los trabajadores. Por último, la desigual maduración de la fruta, ha obligado a muchos productores a cosechar reiteradamente, lo cual incrementa el polvo sobre la fruta, con el consiguiente aumento de inóculo y por lo tanto la incidencia de enfermedades (Syngenta, 2006).

Aunque esta enfermedad puede originarse previo a la madurez, es en las frutas maduras conservadas en bolsas plásticas o en materiales que mantienen la humedad, donde se desarrolla con mayor frecuencia (Agrios, 2004). Así lo corrobora Pinilla (2007), quien señala que la pudrición ácida sólo manifiesta sus síntomas en el periodo de postcosecha, pero que el proceso de infestación se origina en el huerto, en el período previo a la cosecha.

Para disminuir la incidencia de la enfermedad, se debe minimizar la ocurrencia de heridas en los frutos mediante cuidadosas prácticas de cosecha y manipuleo de la fruta en postcosecha, para ello es necesario: entrenar al personal de campo para que evite golpes o heridas en los frutos, utilizar bolsos cosecheros apropiados y simplificar el procesado de la fruta. En cuanto al momento de cosecha, debe evitarse cosechar fruta sobremadura, ya que la susceptibilidad de los frutos se incrementa con la madurez (Leoni y Mondino, 2003). Generalmente, las primeras cosechas de un cuartel del huerto no presentan problemas de incidencia, pero en la segunda y tercera, se incrementa notablemente la incidencia del patógeno. Además en los procesos de cosecha, transporte y almacenamiento, se puede producir una recontaminación sobre la fruta sana, como también en el agua que se utiliza para el lavado, aumentando la distribución de esporas del hongo, generando mayor incidencia (Adaskaveg et al., 2006), es por esta razón, que los equipos de recolección y empaque deben ser regularmente desinfectados con soluciones sanitizantes, como amonio cuaternario, o lavados constantes con cloro, especialmente entre lotes de fruta provenientes de cuarteles con historial de la enfermedad (Adaskaveg y Crisosto, 2006).

Los síntomas de la pudrición ácida en duraznos, se manifiestan con una maceración y una desintegración de la cutícula y la pulpa del fruto. Cuando los frutos están podridos, exhalan un fuerte olor a fermentado y rancio, si existe una alta humedad, se forma un micelio muy tenue de color blanco sobre los frutos, que luego desaparece rápidamente (Pinilla, 2005).

Según pruebas “*in vitro*” realizadas por Pinilla en 2007, los fungicidas más eficientes para el control de *Geotrichum candidum*, son propiconazole y tebuconazole, los que se recomiendan aplicar entre 5 y 7 días antes de la cosecha, para disminuir la incidencia de la enfermedad.

Considerando los antecedentes antes indicados, se ha planteado la siguiente hipótesis y objetivos de trabajo.

**Hipótesis:**

La aplicación de los fungicidas tebuconazole, propiconazole y extracto de cítricos reducen las poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum* en duraznos var. *Everts* y *Ross*.

**Objetivos:**

- Verificar el efecto de diferentes fungicidas sobre poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum*, aplicados 5 días antes de la cosecha sobre duraznos previamente inoculados con el patógeno.
- Verificar el efecto residual de una aplicación de diferentes fungicidas sobre infestaciones de *Geotrichum candidum*.
- Detectar infestaciones de *Geotrichum candidum* en duraznos provenientes de huertos comerciales con historial de pudrición ácida, utilizando la técnica de congelamiento y comparar la efectividad de la aplicación de distintos fungicidas en precosecha.

## MATERIALES Y METODO

### Lugar de estudio

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación, se efectuó un trabajo experimental entre los meses de enero y marzo del año 2008, en el cual se realizó un estudio que constó de 3 ensayos. En el primer y segundo ensayo, se determinó la efectividad y el efecto residual, respectivamente, de una aplicación de tres fungicidas en precosecha. El tercer ensayo se realizó para detectar la incidencia del hongo en huertos comerciales, en fruta tratada con distintos fungicidas.

Los ensayos 1 y 2 se realizaron en el huerto experimental del módulo de Práctica I del Campus Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en la Región Metropolitana (33°34' Lat. Sur y 70°38' Longitud Oeste), de 11 años de edad, con duraznos de las variedades *Everts* y *Ross*.

Para el tercer ensayo se utilizaron dos huertos comerciales, ubicados en diferentes sectores de la zona central de Chile, éstos fueron: el huerto UAC ubicado en el sector de Catemú, Región de Valparaíso (32°46' Lat. S. y 70°58' Long. O.), donde se utilizaron duraznos de la variedad *Early Rich* y el huerto del fundo San Francisco en Lo de Cuevas, Coltauco, Región de O'Higgins (34°13' Lat. S. y 71° 0' Long. O.), donde se utilizó la variedad *Zee Lady*.

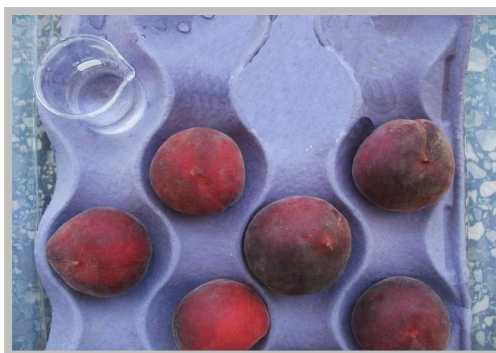
Los tres huertos utilizados para el estudio se encuentran en la depresión intermedia de la zona central, todos poseen un clima templado cálido con lluvias invernales, entre mayo y agosto, concentrándose el 80% anual, y una estación seca prolongada de 7 a 8 meses. Por otro lado, las amplitudes térmicas son altas, existiendo casi 13° C de diferencia entre el mes más cálido (enero) y el más frío (julio) y la diferencia entre las máximas y mínimas diarias es en promedio de 14° C a 16° C.

Para los análisis de fruta de los diferentes ensayos, se utilizó la infraestructura del laboratorio de Fitopatología de Postcosecha, del Departamento de Sanidad Vegetal de la Universidad de Chile.

## Metodología

### Elaboración de una metodología de evaluación.

Una complicación mayor al trabajar con *Geotrichum candidum*, es que los síntomas de la enfermedad tienen un escaso y difuso desarrollo al momento del almacenaje en postcosecha, éstos se expresan principalmente en la llegada a los mercados de destino, lo que no permite una pronta reacción. Este problema también complica las evaluaciones del efecto de los fungicidas sobre este patógeno, objetivo primordial para este trabajo, por lo que previo a esta investigación, se ideó una metodología de evaluación no basada en síntomas para conocer la incidencia del hongo. Por lo que se diseñó un método práctico, sencillo y confiable, basado en la visualización de las poblaciones epífitas del hongo sobre la superficie del fruto. Este método consiste básicamente en congelar la fruta, proceso necesario para matar las células epidermales y generar vías de entrada, ya que esto es un factor clave para la infección del hongo, para luego almacenar los frutos en cámara húmeda por 4 días (Figura 1), otorgando así las condiciones ambientales propicias para el desarrollo del hongo. Mediante esta metodología, se puede determinar la presencia del patógeno en los frutos y para una óptima visualización fue importante determinar el período de congelación que debían permanecer los frutos para poder evaluar eficazmente, por lo que se probó congelando fruta por diferentes periodos y como se puede ver en la figura 2, con 4 horas de congelamiento sometidos a una temperatura de  $-17^{\circ}\text{C}$  ambiente, es suficiente para tener una clara visualización del desarrollo del hongo.



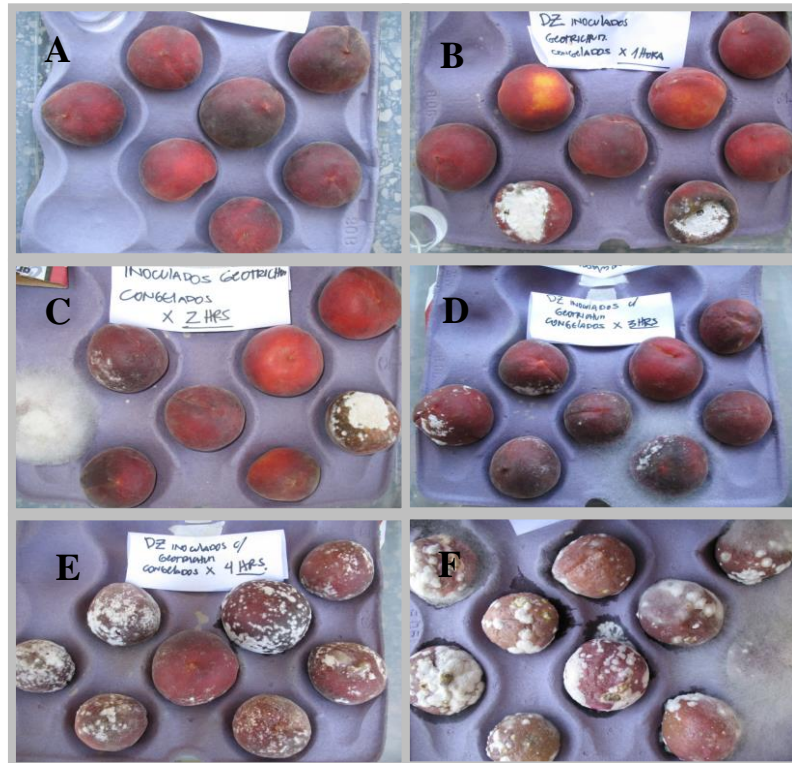
**Figura 1.** Aspecto de los frutos inoculados con *Geotrichum candidum* al comienzo del proceso de cámara húmeda, inmediatamente terminado el período de congelación.

**Preparación de inóculo:** En los ensayos 1 y 2, para poder analizar la incidencia del hongo en cada uno de los tratamientos, se debió asegurar la presencia de éste en la fruta. Para esto, antes de cosechar, se realizó una inoculación con *Geotrichum candidum* empleando una suspensión conidial, obtenida a partir de cultivos de siete días de edad, desarrollados en placas Petri con agar papa dextrosa, de la cepa GNRDC (aislada desde duraznos con síntomas de pudrición ácida).

Se elaboró una suspensión inoculante con una concentración de  $1 \times 10^5$  conidias/mL en agua destilada estéril, mediante un hemacitómetro. La suspensión se aplicó utilizando



aspersores manuales para dirigir directamente la aplicación sobre cada fruto, procurando cubrirlos completamente. El volumen aplicado de solución para cada fruto fue de 6 cc.



**Figura 2.** Aspecto de los duraznos post cámara húmeda, previamente inoculados con *Geotrichum candidum* y congelados por diferentes intervalos de tiempo, para determinar el tiempo óptimo para el mayor desarrollo de poblaciones epífitas del patógeno. A; duraznos sin congelar, B; 1 hora de congelado, C; 2 horas, D; 3 horas, E; 4 horas y F; 15 horas.

### Ensayo 1: Efectividad de una aplicación de fungicidas previo a la cosecha.

En este ensayo se midió la efectividad de fungicidas aplicados en precosecha, sobre las poblaciones epifitas de *Geotrichum candidum*, previamente inoculadas. Los fungicidas utilizados fueron tebuconazole, propiconazole y un extracto de cítricos, en concentraciones de 125, 50 y 180 cc/hL, respectivamente, concentraciones recomendadas por los proveedores para esta patología (Cuadro 2).

Para este ensayo se utilizaron tres árboles de la variedad *Everts*, en donde se distribuyeron cinco tratamientos (Cuadro 1), los tres fungicidas más dos tratamientos utilizados como testigo. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones de 10 frutos ubicados en dos ramillas próximas del árbol. Las ramillas de cada repetición se distribuyeron en forma aleatoria dentro de los árboles.

Para la realización de los ensayos se estableció una fecha de cosecha estimada (según los datos de historial del campo) para programar las inoculaciones y aplicaciones. La inoculación de *G. candidum* se hizo diez días antes de la cosecha programada, y cinco días antes de la aplicación de los fungicidas. En ambos tratamientos testigo no se aplicaron fungicidas, pero en el tratamiento 2 se inoculó y en el tratamiento 1 no se inoculó el patógeno, con la finalidad de verificar posibles poblaciones naturales del hongo en el campo. Los tratamientos se distribuyeron en los frutos que se encontraban en el tercio inferior de los árboles.

Al manipular los frutos, en inoculaciones y aplicaciones, se tuvo precaución de no generar daños en estos y sus pedúnculos, para continuar su normal desarrollo en el árbol. Luego de la inoculación, los frutos se dejaron sin ninguna alteración por cinco días para que se produjera en ellos el establecimiento del hongo bajo condiciones naturales y pasado este período se realizó la aplicación de cada fungicida sobre los frutos de los tres tratamientos correspondientes.

**Cuadro 1.** Tratamientos para determinar la efectividad de fungicidas aplicados en precosecha, sobre poblaciones epifitas de *Geotrichum candidum* en duraznos.

Trat.	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Formulación	Concentración (cc/HL)
T1	Sin aplicación	Testigo no inoculado	--	--
T2	Sin aplicación	Testigo inoculado	--	--
T3	Apolo® 25 EW	Tebuconazole	EW	125
T4	Propizol® 25 EC	Propiconazole	EC	50
T5	Status® SL	Extracto cítrico	SL	180

La aplicación de los fungicidas se realizó con atomizadores manuales, cada aplicación fue dirigida a cada fruto en forma individual, evitando un posible efecto de deriva hacia los otros tratamientos.

La fruta de cada tratamiento se cosechó manualmente 5 días después de la aplicación de los fungicidas, utilizando guantes de látex desechables, eliminados y reemplazados luego de colectar cada repetición. Para transportar y almacenar los frutos, se utilizaron bandejas plásticas de embalaje que fueron marcadas y separadas por tratamiento y que posteriormente se llevaron al laboratorio para congelarlas durante 4 horas a  $-17^{\circ}\text{C}$ . Luego de retirar las bandejas del congelador se dispusieron en cámaras húmedas por cuatro días a temperatura ambiente.

Para determinar la incidencia, correspondiente al porcentaje de frutos con desarrollo de colonias de *G. candidum*, se cuantificó el número de frutos que presentaban desarrollo del patógeno en cada tratamiento, para esto se realizó un análisis visual y observación con microscopio óptico de tejidos en fresco.

### **Ensayo 2: Efecto residual de una aplicación de fungicidas en precosecha, en el control de *Geotrichum candidum*.**

Se utilizaron duraznos de la variedad *Ross* en el huerto de Antumapu. En estos se realizó una única aplicación de tebuconazole, propiconazole y extracto de cítricos a la concentración comercial (Cuadro 2), 26 días antes de la cosecha. La aplicación se realizó con atomizadores manuales para asegurar una cobertura completa y homogénea de los frutos.

Posteriormente, los frutos tratados se inocularon con *G. candidum* en diferentes fechas; 1, 5, 10, 15 y 20 días después de la aplicación de los fungicidas, con una suspensión de  $10^5$  conidias/mL. Además de los tratamientos con fungicidas, se utilizó un testigo, como control positivo, que consideró inoculaciones en las fechas correspondientes, pero no tratados previamente, para comparar el nivel de incidencia en cada fecha con los fungicidas y así obtener la residualidad de los productos sobre el patógeno. Para la realización del ensayo, se utilizó un total de 120 frutos por tratamiento (8 frutos x 3 repeticiones x 5 fechas de inoculación).

**Cuadro 2.** Tratamientos para determinar el efecto residual de una aplicación de fungicidas en precosecha, sobre poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum* en duraznos *Ross*.

Trat.	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Concentración (cc/hL)	Nº de inoculaciones	Rep.	Frutos/ Rep.
1	--	Testigo	---	5	3	8
2	Apolo® 25 EW	Tebuconazole	125	5	3	8
3	Propizol® 25 EC	Propiconazole	50	5	3	8
4	Status® SL	Extracto cítrico	180	5	3	8

Los frutos se cosecharon manualmente 5 días después de cada inoculación en todos los tratamientos, se sometieron al proceso de congelación a  $-17^{\circ}\text{C}$  por 4 horas en el laboratorio, separados en bandejas de embalaje de polipropileno para luego ser almacenados en cámara húmeda por cuatro días a temperatura ambiente. Posteriormente, se cuantificó el número de frutos con incidencia de *Geotrichum candidum* en cada etapa, obteniéndose la persistencia de los productos en el tiempo, al comparar con el testigo inoculado.

### **Ensayo 3: Detección de infestaciones de *Geotrichum candidum* en duraznos tratados con fungicidas en precosecha en huertos comerciales con historial de pudrición ácida.**

Para determinar la incidencia de *Geotrichum candidum* en huertos comerciales y el efecto de aplicaciones en precosecha, se utilizaron dos huertos que presentaron pudrición ácida en temporadas anteriores. El primero de la variedad *Early Rich*, ubicado en Catemu y el segundo con la variedad *Zee Lady*, ubicado en Coltauco.

Para determinar la efectividad de los fungicidas, se realizó una aplicación en ambos huertos 7 días antes de cosecha. En *Early Rich*, se realizaron 4 tratamientos: tebuconazole (Apolo® 25 EW), propiconazole (Propizol® 25 EC), dióxido de cloro y extracto de cítricos (Status® SL), mientras que para *Zee Lady* se realizaron 5 tratamientos: tebuconazole (Apolo® 25 EW), propiconazole (Propizol® 25 EC), dióxido de cloro, extracto de cítricos (Status® SL) y una mezcla de iprodione más propiconazole (Speeder® 415 SC), las concentraciones utilizadas fueron las comerciales (Cuadro 3). Las aplicaciones se realizaron con una motobomba de espalda marca SOLO® modelo 444 de 12 L de capacidad. Además en ambos casos se consideró un tratamiento testigo, donde no se realizó aplicación de fungicidas.

En ambos huertos, se realizaron las aplicaciones a parcelas de tres árboles continuos en una hilera, distribuidos al azar, donde cada parcela correspondió a una repetición de los tratamientos. Los 3 árboles de cada parcela fueron aplicados completamente, pero solo se consideraron los frutos del árbol central descartando los arboles laterales para evitar el efecto de borde.

La cosecha se realizó de acuerdo a las fechas estipuladas por los productores. Para el caso del huerto de la variedad *Early Rich*, se recolectaron 96 frutos por tratamiento, 24 frutos por cada repetición y para la variedad *Zee Lady* se colectaron 60 frutos por tratamiento, 15 frutos por repetición (Cuadro 3). La fruta se embolsó y se almacenó en frigorífico entre 0 y  $1^{\circ}\text{C}$  por 30 días, luego de este periodo de mantención se llevó al laboratorio de Fitopatología postcosecha donde se sometió a congelación a  $-17^{\circ}\text{C}$  por 5 horas, para luego someter a cámara húmeda por cuatro días a temperatura ambiente. Posteriormente, se determinó la incidencia de *Geotrichum candidum*, cuantificando el número de frutos con desarrollo del patógeno en cada tratamiento, para esto se realizó un análisis visual y observación con microscopio óptico de tejidos en fresco.

**Cuadro 3.** Tratamientos realizados en precosecha, en dos variedades de duraznos, en huertos comerciales que presentaron pudrición ácida en temporadas pasadas.

Trat.	Variedad	Nombre Comercial	Fungicida	Concentración (cc/hL)	N° frutos/ Trat.	N° frutos/ Rep.
1	<i>Early Rich</i>	-	Testigo	--	96	24
2	<i>Early Rich</i>	Tacora 25 EW	Tebuconazole	50	96	24
3	<i>Early Rich</i>	Propizol 25 EC	Propiconazole	50	96	24
4	<i>Early Rich</i>	Tecsaclor	Dióxido de cloro	100	96	24
5	<i>Early Rich</i>	BC1000	Extracto de cítrico	180	96	24
6	<i>Zee Lady</i>	-	Testigo	--	60	15
7	<i>Zee Lady</i>	Tacora 25 EW	Tebuconazole	50	60	15
8	<i>Zee Lady</i>	Propizol 25 SC	Propiconazole	50	60	15
9	<i>Zee Lady</i>	Tecsaclor	Dióxido de cloro	100	60	15
10	<i>Zee Lady</i>	Lonlife	Extracto de cítrico	180	60	15
11	<i>Zee Lady</i>	Speeder 415 SC	Iprodione+Propiconazole	150	60	15

### Análisis estadístico

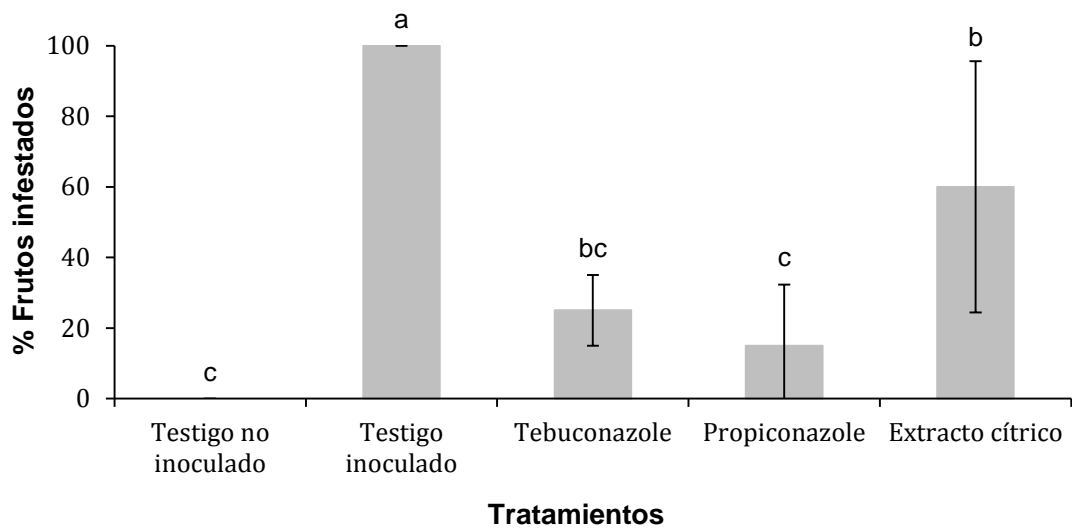
Todos los ensayos se realizaron con un diseño de bloques completos al azar. En el ensayo 1 cada árbol constituyó un bloque, con 5 tratamientos de 4 repeticiones y la unidad experimental fue de 10 frutos, mientras que en el ensayo 2 los bloques estuvieron representados por un árbol con 5 fechas de evaluación, donde se distribuyeron 5 tratamientos en cada fecha y 4 repeticiones por cada tratamiento, la unidad experimental fue de 8 frutos. En el ensayo 3 cada bloque estuvo representado por una hilera de árboles en las cuales se distribuyó una parcela de 3 árboles por cada tratamiento, con 4 repeticiones (bloques) por tratamiento y la unidad experimental fue de 24 frutos para *Early Rich* y 15 frutos para *Zee Lady*. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza de dos vías (ANDEVA) y las medias se separaron con el test HSD de Tukey. Los valores porcentuales de la incidencia del patógeno, fueron transformados a grados Bliss, de tal modo que se ajustaran a las condiciones de normalidad para realizar el Análisis de Varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo 1: Efectividad de una aplicación de fungicidas en precosecha

Ninguno de los frutos del testigo absoluto presentaron desarrollo de *G. candidum* (Figura 3), por lo que se deduce que en la temporada en que se realizó el estudio, no se encontró presente el hongo en forma natural en el huerto. Por el contrario, el tratamiento testigo inoculado, tuvo una incidencia del 100%, lo que demuestra la efectividad de la inoculación realizada y permite comparar con los tratamientos inoculados donde se realizó una aplicación de productos químicos.

La incidencia del testigo inoculado, muestra que la metodología de inoculación y el sistema de congelación permitieron evidenciar el desarrollo saprofítico del patógeno y fueron efectivos para la realización de los ensayos. Además, con estos resultados se valida el sistema de congelación de la fruta para ser utilizado como pronosticador de pudrición ácida, lo que podría ser utilizado tanto en investigación como en control de calidad por parte de la industria frutícola.

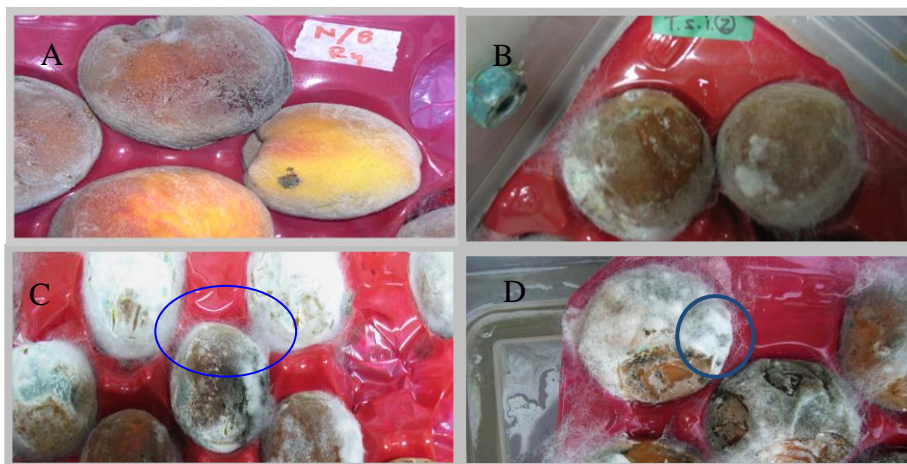


**Figura 3.** Incidencia de *Geotrichum candidum* (promedio  $\pm$  desviación estándar) en duraznos variedad *Everts* tratados con fungicidas 5 días después de ser inoculados con el patógeno, huerto Antumapu.

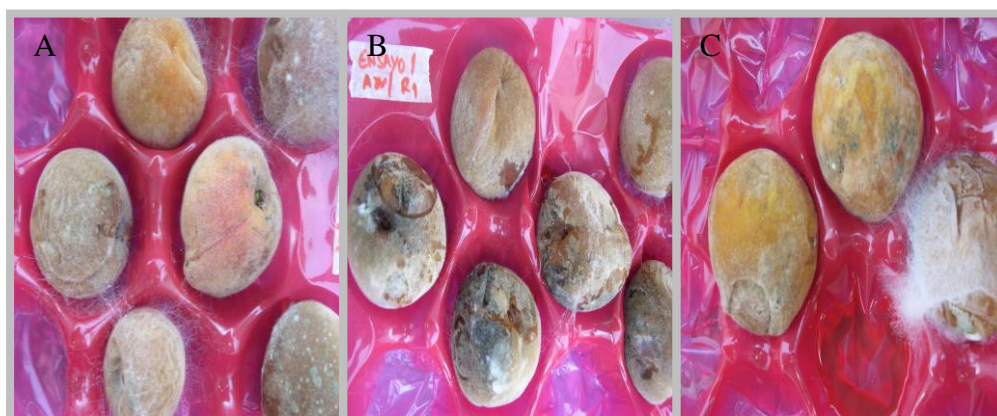
<sup>x</sup>: Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Los Tratamientos con los fungicidas tebuconazole, propiconazole y extracto cítrico (Figuras 3 y 4), se diferenciaron estadísticamente del tratamiento testigo inoculado. Tebuconazole y propiconazole disminuyeron la incidencia a un 25 y 17,5%,

respectivamente (Figura 3 y 5), siendo éstos los que presentaron mayor efectividad de control de *Geotrichum candidum*. Mientras que para el extracto de cítricos, se obtuvo una incidencia mayor, con un nivel de control que alcanzó solo a un 40%.



**Figura 4.** Duraznos Everts correspondientes a los tratamientos testigos (sin aplicación de fungicidas) luego del período de cámara húmeda. Frutos que no fueron inoculados (A y B), y frutos inoculados con *Geotrichum candidum* (C y D). Los círculos azules muestran el desarrollo de poblaciones epifitas de *Geotrichum candidum* bajo micelio de *Rhizopus* sp.



**Figura 5.** Duraznos Everts tratados con tebuconazole (A), propiconazole (B) y extracto de cítricos (C) después de ser inoculados con *Geotrichum candidum* y congelados a  $-17^{\circ}\text{C}$  y puestos en cámara húmeda por 4 días.

Propiconazole y tebuconazole presentaron menores porcentajes de incidencia de *Geotrichum* en este ensayo, observándose la menor cantidad de frutos con desarrollo del hongo. Estos resultados de control concuerdan con los obtenidos *in vitro* por Pinilla (2007), quien obtuvo inhibición del desarrollo de *G. candidum* en medios de cultivo enmendados con estos ingredientes activos.

En este estudio se corrobora la alta eficacia de propiconazole en el control del patógeno, aplicado en precosecha, presentándose como una buena herramienta para disminuir el inóculo de la pudrición ácida de carozos. En estudios de efectividad de fungicidas contra esta enfermedad, realizados por Adaskaveg *et al.* (2007), se consideró a propiconazole como una alternativa eficaz para el manejo de la enfermedad, ya que redujo significativamente la incidencia de la pudrición ácida en carozos producidos en California. Además, los autores recomiendan que, de ser necesaria más de una aplicación en precosecha, se debe alternar con un fungicida de distinto modo de acción, para evitar problemas de resistencia.

En el mismo estudio (Adaskaveg *et al.*, 2007), para conocer la eficacia de productos en postcosecha sobre pudrición ácida, realizaron inoculaciones de *G. candidum* sobre heridas realizadas en forma artificial, en duraznos de la variedad Ryan Sun y que luego incubaron por un lapso de 14 horas, posteriormente fueron tratados con diferentes fungicidas, de los cuales, según los resultados obtenidos, el único fungicida aplicado en este período que controló la enfermedad fue propiconazole.

Propiconazole también ha sido evaluado para prevenir la pudrición ácida desarrollada en tomates, enfermedad causada también por *Geotrichum candidum*, y donde fue altamente efectivo en ensayos *in vitro*, con valores de  $EC_{50}$  que fluctuaron entre 0,01 y 0,05  $mgL^{-1}$ . Además, la eficacia del fungicida fue evaluada *in vivo*, en estudios donde se inoculó sobre heridas de frutos. Este fungicida previno completamente la pudrición cuando los frutos fueron primero tratados y luego inoculados (actividad preinfección), mientras que en estudios de actividad de post-infección, propiconazole evitó la enfermedad cuando fue aplicado hasta 6 horas después de la inoculación e incubación a 20°C (Cochran *et al.*, 2009).

Por su parte, tebuconazole ha sido evaluado *in vitro* obteniendo buenos resultados de control para *Geotrichum* en cítricos, donde se determinó que a una concentración de 10  $mgL^{-1}$  se obtuvo un 100% de inhibición del crecimiento del patógeno (Brown and Chambers, 1998), además se realizó ensayos *in vivo* en fruta, donde se verificó la eficacia de tebuconazole para el control de pudrición ácida a partir de inoculaciones artificiales. Los tratamientos con tebuconazole fueron significativamente mejores que el tratamiento testigo, en el que sólo se realizó la inoculación y luego el almacenado. En un ensayo adicional de la misma investigación, se inoculó artificialmente naranjas de las variedades Temple y Hamlin, que fueron sometidas a idénticas condiciones de almacenamiento, se realizaron tratamientos con tebuconazole a concentraciones de 500, 1.000 y 2.000  $mgL^{-1}$  y en los tres casos los tratamientos fueron significativamente mejores que el tratamiento testigo.

Con el fungicida de origen natural en base a extracto de cítricos, también se logró disminuir significativamente la incidencia del patógeno. Este fungicida tuvo un menor grado de control que propiconazole, aunque fue similar al tratamiento con tebuconazole, por lo que se presenta como una opción aceptable para la industria en el manejo de la enfermedad, ampliando el espectro de productos disponibles, aunque se necesita realizar más pruebas para validar su uso. Además, debido al diferente modo de acción que los fungicidas químicos, puede utilizarse como alternativa o complemento en los programas



de manejo, lo que disminuye la potencial generación de resistencia, por el posible uso exclusivo de estos.

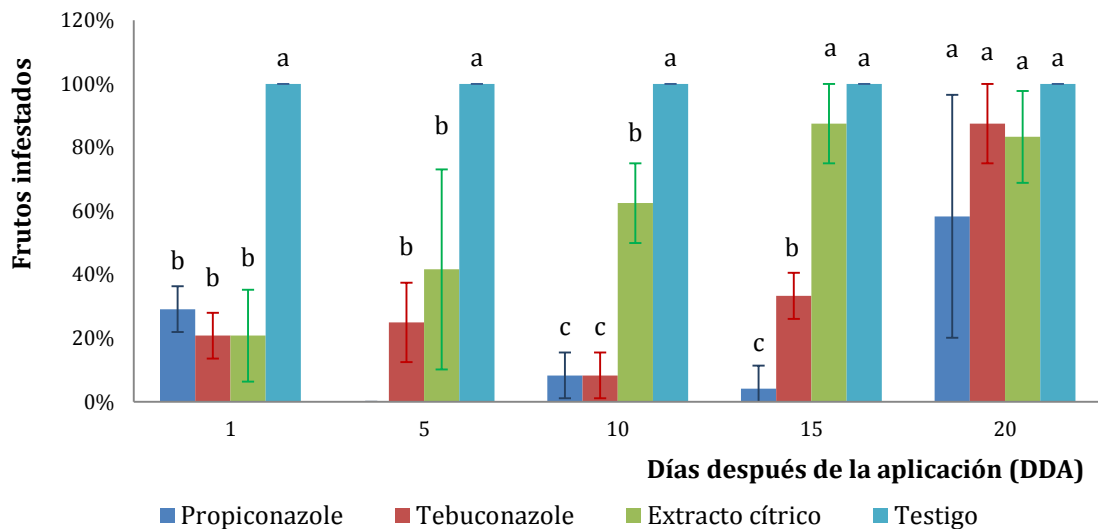
Además, por ser el extracto de cítricos un producto biodegradable y de origen natural, no presenta problemas de restricciones por carencia y tolerancia (Arancibia 2005), lo que permite incluso utilizarlo el día previo a la cosecha sin problemas de residuos, así como también tiene certificación para ser utilizado en huertos orgánicos.

Los resultados permiten demostrar que una aplicación en precosecha de propiconazole, tebuconazole o extracto cítrico, es efectiva en disminuir el inóculo del patógeno, pero no lo eliminan completamente, quedando un remanente del inóculo sobre la fruta y en el huerto que a su vez puede recontaminar la fruta al momento de la cosecha y también en todo el periodo de postcosecha, bins, las líneas de selección y embalado. Además cuando la fruta es tratada con agua (hidroenfriado, duchas de lavado, etc.) en el packing, esta agua acarrea las esporas del hongo contaminando los demás frutos. Al ocurrir esta recontaminación en postcosecha, se hace necesario complementar los tratamientos de precosecha con medidas de sanitización en postcosecha. Para ello, la fruta puede ser lavada usando agua con cloro mezclada con un detergente neutro inmediatamente al comenzar el vaciado de los bins de fruta (Adaskaveg *et al.*, 2007) para un mayor éxito en el control de la enfermedad. Otra alternativa es la utilización de propiconazole en postcosecha.

## Ensayo 2: Efecto residual de una aplicación de fungicidas en precosecha, en el control de *Geotrichum candidum*

Los resultados del ensayo 2 muestran que en el primer período, la fruta inoculada 1 día después de la aplicación de fungicidas, todos los fungicidas redujeron la incidencia de *Geotrichum candidum*, diferenciándose estadísticamente del tratamiento testigo que presentó un 100% de incidencia en sus frutos (Figura 6), lo que al igual que en el ensayo 1, valida la metodología de inoculación empleada. Entre los tratamientos químicos no existieron diferencias significativas (Figura 6). Los ingredientes activos tebuconazole y extracto cítrico tuvieron una incidencia similar de un 21,0% de frutos infectados, mientras que propiconazole presentó una incidencia de un 29,2%.

En los frutos que fueron inoculados 5 días después de la aplicación, no se obtuvo resultados en el tratamiento con propiconazole debido a la pérdida de los frutos por daño de pájaros, dejando una cantidad insuficiente para análisis estadísticos, por lo que los datos no se incluyeron en dicho estudio.



**Figura 6.** Incidencia de *Geotrichum candidum* (promedio  $\pm$  desviación estandar) en duraznos variedad Ross, inoculados con el patógeno en los días 1, 5, 10, 15 y 20 después de ser tratados con los distintos fungicidas, huerto Antumapu.

<sup>x</sup>: Letras diferentes, en cada momento de inoculación (DDA), indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Ambos, tebuconazole y el extracto cítrico, redujeron la incidencia respecto del tratamiento testigo, con solo un 25 y un 41% respectivamente de frutos con desarrollo

del hongo, a diferencia del 100% de incidencia observada en el testigo. Los resultados de la fruta inoculada 10 días después de la aplicación, muestran que los tres fungicidas utilizados, propiconazole, tebuconazole y el extracto cítrico fueron efectivos, ya que todos tuvieron un menor desarrollo del patógeno y fueron estadísticamente diferentes del testigo con 9, 9 y 62% de incidencia, respectivamente.

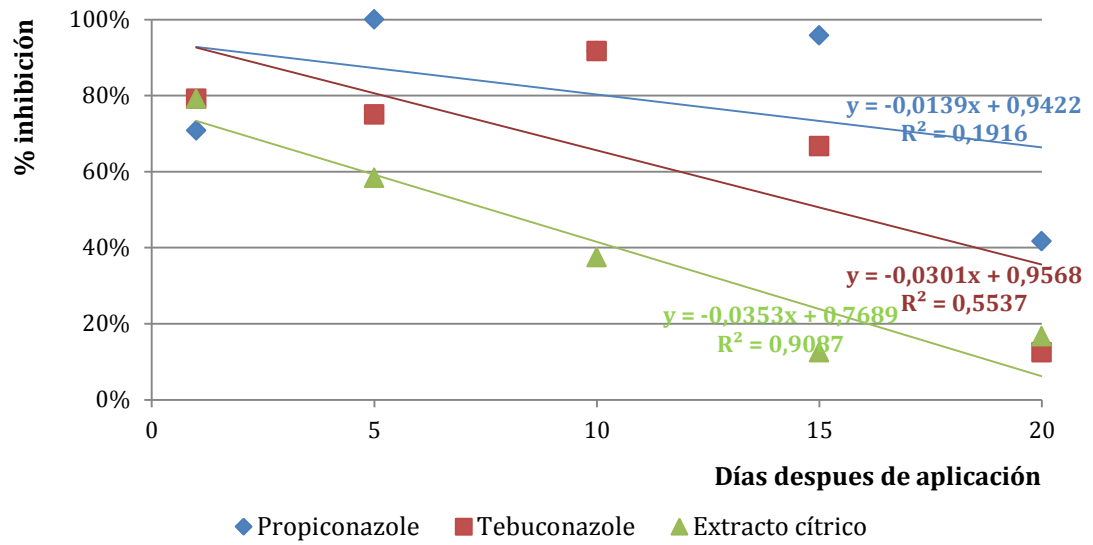
A los 15 días luego de la aplicación, solo los fungicidas tebuconazole y propiconazole fueron efectivos, diferenciándose del tratamiento testigo, para este período el fungicida propiconazole, tuvo una incidencia de 4,2%, mientras que tebuconazole, tuvo un 33% de frutos infestados. El extracto cítrico para esta evaluación no se diferenció del tratamiento testigo, ya que presentó una incidencia del 87% por lo que su residualidad sería inferior a 15 días.

En el periodo de 20 días después de la aplicación, ninguno de los tratamientos fue efectivo contra el patógeno, ya que no presentaron diferencias con el testigo. Tebuconazole alcanzó un 88%, propiconazole presentó un 58% y el tratamiento con extracto de cítricos un 83% de incidencia del patógeno sobre los frutos.

En los casos de propiconazole y tebuconazole, ambos presentaron un control sobre el patógeno hasta los 15 días después de ser tratada la fruta. En consecuencia, al ocurrir una infestación dentro de los 15 días de aplicado, existiría un alto grado de control del patógeno, aunque como se vio en el ensayo de efectividad, el control no es total, ya que de igual forma se presentaron frutos infectados en todas las fechas. Como ya fue explicado en el caso de la segunda evaluación no se contó con los resultados para propiconazole, pero a partir de los resultados posteriores obtenidos, se deduce que a los 5 días, presentaría control sobre *G. candidum*.

Finalmente, la situación del extracto cítrico es diferente a la de los dos fungicidas anteriores ya que éste solo presentó una persistencia comprobada hasta los 10 días después de ser aplicado. A los 15 días ya no presentó efectividad por lo que es necesario acortar los periodos de evaluación para conocer con exactitud el tiempo máximo de persistencia entre estos periodos para estimar con que intervalos deberían realizarse las aplicaciones para tener un control exitoso.

En la Figura 7, se muestran las curvas del porcentaje de inhibición de *Geotrichum candidum* de cada tratamiento referida a cada fecha evaluada en el transcurso del periodo de los 20 días estudiados. En ella se puede ver como propiconazole y tebuconazole presentaron un porcentaje mayor al 50% de inhibición hasta los 15 días después de la aplicación.

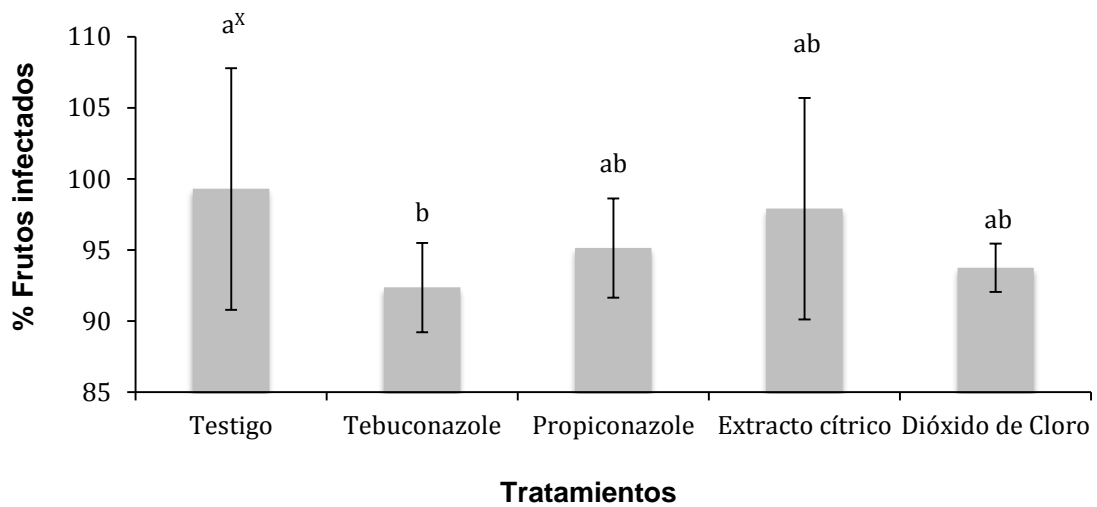


**Figura 7.** Líneas de tendencia de la efectividad residual de los fungicidas propiconazole, tebuconazole y extracto de cítricos, sobre poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum* en duraznos variedad Ross.

**Ensayo 3: Detección de infestaciones de *Geotrichum candidum* en duraznos tratados con fungicidas en precosecha, en huertos comerciales con historial de pudrición acida.**

En el huerto de Catemu, todos los tratamientos tuvieron una alta incidencia, solo el tratamiento con tebuconazole, con una incidencia en promedio de 92,4%, presentó diferencias significativas con el tratamiento testigo, que tuvo una incidencia promedio de 99,3% (Figura 8).

Ninguno de los otros tratamientos de este ensayo; propiconazole, extracto de cítricos, y dióxido de cloro, con incidencias de 95,1; 97,9 y 93,8% respectivamente, lograron diferenciarse del tratamiento testigo.



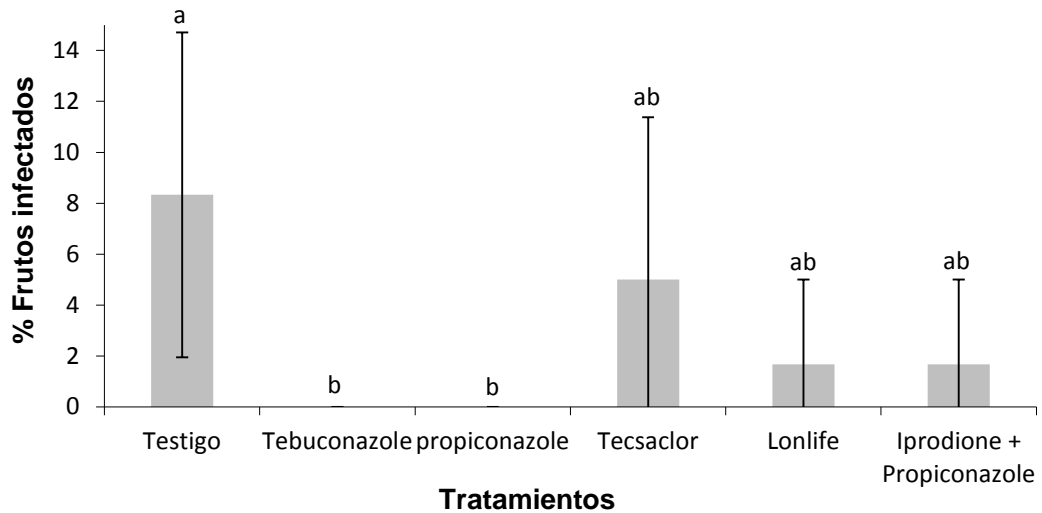
**Figura 8.** Incidencia de *Geotrichum candidum* (promedio  $\pm$  desviación estandar) en postcosecha de duraznos variedad Early Rich, en el huerto UAC, Catemu, luego de la aplicación de 4 fungicidas en precosecha.

<sup>x</sup>: Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo a la prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Los valores por sobre el 92% de frutos infectados muestran la alta presión del patógeno en forma natural existente en este huerto y que puede estar ocasionando una gran infestación de la fruta al momento de la cosecha. Sólo el tratamiento con tebuconazole aplicado en precosecha presentó una diferencia significativa con el testigo, pero en un nivel bastante bajo, lo que no permite recomendarlo como alternativa de control, bajo las condiciones en que se realizó el ensayo. Para el caso del dióxido de cloro, merece un estudio adicional de efectividad contra el patógeno, este se debe evaluar en una situación de mayor control como en el ensayo 1, ya que al no tener efecto residual, la reinfestación del patógeno en la cosecha, debido a la alta presión pudo afectarlo severamente.

Por otro lado, la incidencia en el huerto de Coltauco fue mucho menor que en el de Catemu, lo que podría deberse a una menor presión del patógeno en el campo (Figura

9). La fruta tratada con los fungicidas tebuconazole y propiconazole resultó con un 0% de incidencia, diferenciándose estadísticamente del tratamiento testigo, que presentó un 8,3% (Figura 9). Los tratamientos con dióxido de cloro, extracto cítrico y la mezcla de iprodione mas propiconazole, presentaron incidencias menores que el testigo, pero no siendo significativas, presentando éstos algún grado de incidencia del patógeno. El extracto cítrico (Lonlife®) y la mezcla de ingredientes activos, alcanzaron una incidencia de 1,7%, mientras que el dióxido de cloro (Tecsacor®) alcanzó un 5% de incidencia.



**Figura 9.** Incidencia de *Geotrichum candidum* (promedio  $\pm$  desviación estandar) en postcosecha de duraznos variedad Zee Lady, en huerto Copelló, Coltauco, luego de la aplicación de 5 fungicidas en precosecha.

<sup>x</sup>: Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

El método de congelación elaborado para el estudio, se presenta como una herramienta eficaz para conocer la incidencia de las poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum* sobre la fruta, lo que permitiría utilizarlo en futuros estudios, así como un método de diagnóstico para la industria frutícola, para lograr cuantificar la incidencia del patógeno presente en la fruta.

De acuerdo al estudio realizado y bajo las condiciones en que se efectuaron los ensayos se puede concluir que las aplicaciones en precosecha de los fungicidas propiconazole y tebuconazole, y en un menor grado, del extracto de cítricos, son efectivas en disminuir las poblaciones del patógeno sobre la fruta, pero no las eliminan completamente, existiendo un efecto incierto sobre la recontaminación de la pudrición ácida en postcosecha.

Los resultados obtenidos en los ensayos en campos comerciales, corroboran los resultados obtenidos con los fungicidas tebuconazole y propiconazole, en donde también presentaron las menores incidencias de poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum*. Además queda de manifiesto la gran variabilidad que existe entre los campos respecto a la presión del patógeno en estudio.

Los fungicidas propiconazole y tebuconazole, presentaron un efecto residual de al menos 15 días de efectividad sobre las poblaciones epífitas de *Geotrichum candidum* en la fruta, en cambio el extracto cítrico solo de 10 días.

## BIBLIOGRAFIA

- ADASKAVEG, J. y CRISOSTO, C. 2006. Sour rot control. Central Valley Postharvest Newsletter. Vol.15, N° 2.
- ADASKAVEG, J., FORSTER, H., DRIEVER, G. y CRISOSTO, C. 2006. Scholar's Mentor gets an emergency registration to help manage sour rot of stone fruit in California. Central Valley Postharvest Newsletter. Vol. 15. N° 4.
- ADASKAVEG, J., FORSTER, H., DRIEVER, G. y CRISOSTO, C. 2007. Update on MENTOR 45WP – a “new tool” for postharvest management of sour rot of stone fruit in the 2007 season. University of California, Riverside and Davis.
- AGRIOS, G. 2004, Plant Pathology. (5 ed.). Elsevier Academic Press. Disponible en: <http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=CnzbgZgby60C&oi=fnd&pg=PP24&dq=fruit+and+foliar+diseases+caused+by+fungi&ots=FmIjzg4Jmg&sig=la0IKIGCJpsmKqm0LLFgI5XBpmE#PPP2,M1>. Consultado el 20 de Diciembre, 2007.
- ARANCIBIA, R. 2005. Uso de Status para el control de *Botrytis cinerea* y otros fitopatógenos en uva de mesa y vinífera. Santiago, Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Disponible en: [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/montealegre\\_j/10.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/montealegre_j/10.html). Consultado el 20 Septiembre, 2009.
- BARKAI-GOLAN, R. 2001. Postharvest diseases of fruits and vegetables; development and control. Bet-Dagan, Israel. Department of Postharvest Science of Fresh Produce Institute of Technology and Storage of Agricultural Products. The Volcani Center. p. 1-21
- BROWN, G. E. 2003. Sour rot, causal organism and disease cycle, Documento n° PP137, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- BROWN, G. E. and CHAMBERS, M. 1998. Evaluation of tebuconazole for control of postharvest diseases of Florida citrus. Disponible en: [http://fshs.org/proceedings-o/1998-vol-111/263-267%20\(BROWN\).pdf](http://fshs.org/proceedings-o/1998-vol-111/263-267%20(BROWN).pdf) . Consultado el 8 Agosto, 2009.
- COCHRAN, A., ADASKAVEG, J. y FORSTER, H. 2009. Propiconazole and fludioxonil for managing postharvest fungal decays of fresh market tomato. Syngenta Crop Protection, Ganite Bay, CA, USA; University of California, Riverside, CA, USA, 2009 APS Annual Meeting.



ELORRIAGA, A. 2008 Actualidad de los carozos chilenos. Revista Frutícola 3: 4-10. Disponible en:

[http://www.copefrut.cl/rps\\_copefrut\\_v57/OpenSite/Copefrut/Revista%20Fruticola/Revista%20Fruticola/20090812105557/Especial%20Carozos%20ChilenosDiciembre%2008.pdf](http://www.copefrut.cl/rps_copefrut_v57/OpenSite/Copefrut/Revista%20Fruticola/Revista%20Fruticola/20090812105557/Especial%20Carozos%20ChilenosDiciembre%2008.pdf). Consultado el 1 Julio, 2012.

FAO, Stats 2013. Disponible en: <http://faostat.fao.org/>. Consultado el 10 Septiembre, 2014.

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) Centro de frutales de carozos. 2009. Disponible en: <http://www.inia.cl/link.cgi/centrocarozo>. Consultado el 12 de Julio, 2009.

PINILLA, B. 2005a. Eficiencia de fungicidas “in vitro” en la inhibición del hongo *Geotrichum candidum* agente causal de la pudrición ácida en duraznos. In: INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). XV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología. Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 15-18 de diciembre de 2005. Disponible en: [http://alerce.inia.cl/sochifit/XV.html#Articulo\\_03](http://alerce.inia.cl/sochifit/XV.html#Articulo_03). Consultado el 22 de Diciembre, 2007.

PINILLA, B. 2005b. Fuentes de inóculo de la pudrición ácida causada por *Geotrichum candidum* en duraznos. In: INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). XV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología. Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 15-18 de diciembre de 2005. Disponible en: [http://alerce.inia.cl/sochifit/XV.html#Articulo\\_03](http://alerce.inia.cl/sochifit/XV.html#Articulo_03), Leído el 15 Diciembre, 2007

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Principales problemas fitopatológicos de los durazneros, nectarinos y ciruelos. Pinilla Blancaluz. Disponible en:

<http://intranet.asoex.cl/Archivos%5CBajar.asp?Archivo=pinilla.pdf&Directorio=Archivos%5CSeminarios%5C>. Consultado el 22 de Diciembre, 2007.

LEONI, C. y MONDINO, P. 2003. Enfermedades de poscosecha en frutales de hoja caduca, uva de mesa y citrus. In: Seminario/Taller: Actualización técnica en fisiología y manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Disponible en:

[http://www.fagro.edu.uy/~poscosecha/docs/Materiales\\_de\\_Apoyo/enfermedades\\_de\\_poscosecha\\_en\\_frutas.c](http://www.fagro.edu.uy/~poscosecha/docs/Materiales_de_Apoyo/enfermedades_de_poscosecha_en_frutas.c). Consultado el 20, Septiembre, 2009.

MORALES, A. 1989. Manejo y control de enfermedades fungosas en poscosecha de carozos, pomáceas y kiwi. Publicaciones Misceláneas Agrícolas, Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales N. 30 Santiago 1989 p. 147-157.

MORALES, A. 1996. Principales enfermedades de postcosecha de frutales de carozo, pomáceas y kiwi. Manejo y control. Publicaciones Misceláneas Agrícolas - Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales no. 41 Santiago 1995. Disponible en:

[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/miscelaneasagronomicas41/c24.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/miscelaneasagronomicas41/c24.html). Consultado el 10 de Octubre, 2015.

ODEPA/CIREN 2010. Estadísticas agrícolas, frutales país: superficie y producción. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/util/Web.action>. Consultado el 9 de Octubre, 2015.

PINILLA, B. 2007. Avances en la detección, prevención y control de *Geotrichum* en duraznos. Segundo ciclo de seminarios de actualización técnico comercial para las principales especies frutícolas de exportación. Disponible en: [http://intranet.asoex.cl/Archivos%5CBajar.asp?Archivo=car\\_bpinilla.pdf&Directorio=Archivos%5CSeminarios%5C](http://intranet.asoex.cl/Archivos%5CBajar.asp?Archivo=car_bpinilla.pdf&Directorio=Archivos%5CSeminarios%5C). Consultado el 24 de Diciembre, 2007

SYNGENTA, 2006. Management strategies for sour rot of stone fruit. Disponible en: [http://www.farmassist.com/postharvest/images/Sour\\_Rot\\_White\\_Paper.pdf](http://www.farmassist.com/postharvest/images/Sour_Rot_White_Paper.pdf). Consultado el 28 de Diciembre, 2007.