



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTIVIDAD DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS
EN EL CONTROL DE OÍDIO (*Erysiphe necator*
Sschwein) DE LA VID**

ANTONIO ANDRÉS FUERTES GODOY

SANTIAGO-CHILE

2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

EFFECTIVIDAD DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE OÍDIO
(*Erysiphe necator* Schwein) DE LA VID

EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL FUNGICIDES IN THE CONTROL OF
POWDERY MILDEW (*Erysiphe necator* Schwein) ON GRAPES

ANTONIO ANDRÉS FUERTES GODOY

SANTIAGO-CHILE

2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

EFFECTIVIDAD DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE OÍDIO
(*Erysiphe necator* Schwein) DE LA VID

Memoria para optar al Título Profesional
De Ingeniero Agrónomo

ANTONIO ANDRES FUERTES GODOY

PROFESOR GUÍA

Sr, José Luis Henríquez S.

Ingeniero agrónomo, MSc., Ph.D

CALIFICACIONES

5,4

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Jaime Auger S.

Ingeniero Agrónomo, Ph.D .

5,0

Sra. Paola Silva C.

Ingeniero Agrónomo, Dra.

5,3

SANTIAGO, CHILE

2015

A mi madre, familia y amigos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi madre por haberme apoyado en todos estos años de estudio, hemos pasado momentos muy difíciles pero hemos podido salir adelante y a mi familia por brindarme siempre su apoyo en mis momentos más complicados.

Quiero agradecer a mi profesor guía el Sr. José Luis Henríquez S. por su infinita paciencia en enseñarme durante mi proceso de realización de esta memoria, por permitirme trabajar en su laboratorio para mis investigaciones y aprender más sobre la fitopatología.

También agradecer a mis profesores evaluadores el Sr. Jaime Auger S. y la Sra. Paola Silva C. que aunque fueron estrictos conmigo me ayudaron en mi proceso de aprendizaje y en la realización de este trabajo que sin duda he aprendido mucho.

A mis amigos que me acompañaron durante todos estos años de proceso Vivian Alvarado, Dynka Hazbum y por supuesto a mis amigas que me ayudaron en esta memoria y confían en mi examen de título Elizabeth Rain y Sarita Vivanco. Y por supuesto a mis amigos que me acompañan día a día y me brindan su apoyo y esperanzas Ricardo Duarte, Romina Díaz y Jorge Palma.

A todos los mencionados y a muchos más solo me resta decirles. Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
INTRODUCCION.....	3
Hipótesis y Objetivo.....	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
Origen del Patógeno.....	7
Taxonomía.....	7
Susceptibilidad del cultivar.....	8
Ciclo de vida del hongo.....	8
Efectos de la Temperatura.....	9
Medidas de control del oídio de la vid.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Materiales.....	11
Métodos.....	11
Determinación de la incidencia y severidad de la enfermedad.....	12
Diseño experimental y Análisis estadístico.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
Cultivar Thompson Seedlees.....	13
Cultivar Crimson Seedless.....	14
CONCLUSIONES.....	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18

RESUMEN

Esta investigación surge de la necesidad de encontrar nuevas alternativas para el control del oídio de la vid (*Erysiphe necator* Schw.) que puedan incorporarse en el concepto de manejo integrado de enfermedades en vides, utilizando productos de origen biológico, como el uso de bacterias antagónicas al hongo y extractos de plantas que tengan efecto inhibitorio de la enfermedad. El trabajo se realizó en un viñedo experimental de 5 años en los cultivares Thompson Seedless y Crimson Seedless ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Los tratamientos se iniciaron en el mes de noviembre en estado de flor y se realizaron 13 aplicaciones con una frecuencia de 7 días hasta el mes de febrero. Los tratamientos aplicados fueron: Testigo (agua); Timorex Gold (extracto del árbol del te australiano; 250 cc•hl⁻¹); Serenade (*Bacillus subtilis*; 200 y 300 cc•hl⁻¹); BP (*Bacillus pumilus*; 150 y 200 g•hl⁻¹); y Apolo (tebuconazole; 40 cc•hl⁻¹), utilizado como estándar químico de comparación. Las evaluaciones se realizaron en el estado fenológico de envero, cuando las bayas presentaron un 13 y 15% de grados brix, para Crimson Seedless y Thompson Seedless, respectivamente. Se determinó la incidencia (porcentaje de racimos infectados) y la severidad (porcentaje de bayas infectadas por racimo) de la enfermedad. En Thompson Seedless todos los tratamientos tuvieron una incidencia similar al testigo, sin embargo la severidad de la enfermedad fue reducida por Apolo, BP (150 cc•hl⁻¹), Timorex Gold y Serenade (200 cc•hl⁻¹). En Crimson Seedless, el fungicida Apolo presentó la mayor reducción de la incidencia de la enfermedad, seguido de BP (150 g•hl⁻¹). Por otra parte, la severidad fue reducida por Apolo, seguido de BP (150 cc•hl⁻¹) y Serenade (200 cc•hl⁻¹), el resto de los tratamientos no se diferenció del testigo. Si bien se observó reducción de la enfermedad con los biofungicidas evaluados, ésta fue menor a la obtenida con el fungicida convencional. Los resultados de los tratamientos en las aplicaciones sobre los cultivares mostraron diferencias entre Thompson Seedless y Crimson Seedless, siendo para el primero más susceptible en algunos casos y en la otra variedad más resistentes. Se concluye que los cultivares Thompson Seedless y Crimson Seedless tienen tendencias genéticas que se hacen funcionales a algunos tratamientos y a otros se hace resistentes. Si bien los testigos presentaron valores similares de enfermedad, los tratamientos fueron menos efectivos en Crimson Seedless, lo que podría deberse a una mayor sensibilidad a la enfermedad en Thompson Seedless.

Palabras Claves: Biofungicidas; control biológico; *Bacillus subtilis*; *Bacillus pumilus*; tebuconazole.

SUMMARY

This research arises from the need to find new tools to control powdery mildew (*Erysiphe necator* Schw.), that can be incorporated into the concept of integrated management of diseases in grapes, using biological products, like antagonistic bacteria or fungi, and plant extracts having inhibitory effects on the diseases. The study was conducted in a five years old experimental vineyard, in the cultivars Thompson Seedless and Crimson Seedless, located at the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Chile. The spray of the treatments started at full Bloom in November with applications made at a 7 days interval until veraison, with a total of 13 sprays by February. The treatments were: untreated control (water); Timorex Gold (extract of the Australian tea tree, 250 cc•hl⁻¹); Serenade (*Bacillus subtilis* 200 and 300 cc•hl⁻¹); BP (*Bacillus pumilus*, 150 and 200 g•hl⁻¹) and Apolo (tebuconazole; 40 cc•hl⁻¹), used as a chemical standard for comparison. The evaluations was performed at veraison, when the berries had a 13° and 15° Brix, for Crimson Seedless and Thompson Seedless, respectively. The incidence (percentage of infected clusters) and severity (percentage of infected berries per cluster) was determined. All treatments had a similar disease incidence in Thompson Seedless, but disease severity was reduced by Apolo, BP (150 cc•hl⁻¹), Timorex Gold and Serenade (200 cc•hl⁻¹). Apolo was the treatment with the highest reduction of the incidence of the disease in Crimson Seedless, followed by BP (150 cc•hl⁻¹). Apolo, BP (150 cc•hl⁻¹) and Serenade (200 cc•hl⁻¹), had a significant reduction in disease severity on this cultivar. The treatment results in applications on cultivars showed differences between Thompson seedless and Crimson seedless, being more susceptible to the first and in some cases a more resistant variety. It is concluded that the cultivars Thompson Seedless and Crimson Seedless have genetic tendencies that become functional to some treatments and other becomes resistant. While witnesses had similar values of illness, treatments were less effective in Crimson Seedless, which could be due to greater susceptibility to disease in Thompson Seedless.

Key words: Biofungicides; Biological control; *Bacillus subtilis*; *Bacillus pumilus*; tebuconazole.

INTRODUCCION

La vid es cultivada en diferentes regiones del mundo y se usa para vinificación, mesa, pasas y jugo. La uva para vinificación tiene la mayor participación a nivel mundial seguida por la producción de uva para mesa. Según la OIV, la uva para vinificación alcanzó a 20,6 millones de toneladas en el año 2008. Ha presentado una alta tasa de crecimiento para las últimas dos décadas, período en que se incrementó en dos tercios su producción, al pasar desde alrededor de 12 millones de toneladas a 20,6 millones. Por otra parte, los doce mayores exportadores mundiales de uva de mesa concentran más del 80% de las exportaciones. Chile lidera el grupo, con una participación de un 23%, seguido por Italia con un 10%; Estados Unidos con un 10% y Sudáfrica con un 7%, representando estos cuatro países el 50% de las exportaciones mundiales de uva de mesa (ODEPA, 2010).

Según un estudio realizado por PROCHILE (2013), los cultivares más importantes en exportación son: Red Globe, Thompson Seedless, Crimson Seedless y Flame Seedless.

El rendimiento promedio por hectárea de uva de mesa en Chile ha tenido un incremento muy significativo en años recientes. Las cifras entregadas por el último Catastro Frutícola de la Región Metropolitana (CIREN, 2008) así lo demuestran, registrando una sustancial mejora para las principales variedades de uva de mesa, al compararlas con las producciones promedio registradas en el anterior catastro del año 2004. Así, la producción media por hectárea de la región aumentó de 20,5 toneladas a 27,8 toneladas. Sin embargo, estos resultados se han manifestado tardíamente por distintos manejos fitosanitarios no óptimos y decisiones precipitadas, como postergaciones de momentos de cosecha por el peligro de enfrentarse a alguna plaga o enfermedad. (Bravo, 2013).

El oídio de la vid, causado por *Erysiphe necator* Schwein. (anamorfo *Oidium tuckeri* Berk.) es una de las enfermedades más importantes del cultivo de la vid en Chile. Este fitopatógeno corresponde a un parásito obligado que se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo (Esterio, 1991). Es específico de la familia Vitaceae y puede sobrevivir sólo sobre tejido vivo de *Vitis spp.*, *Ampelopsis spp.* y *Parthenocissus spp.* (Pearson y Goheen, 1988).

El control es una práctica indispensable y, a pesar de las medidas usuales, en algunos años, la enfermedad puede causar grandes pérdidas, junto con la pudrición gris causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers. (Latorre *et al.*, 1986).

Desde el siglo XIX, el oídio ha sido controlado con fungicidas a base de azufre (Bulit y Lafon, 1978; Álvarez, 1992). Sin embargo, este elemento posee varias limitantes (Latorre, 1989), por lo que ha sido necesario buscar fungicidas alternativos. Entre los fungicidas sintéticos más utilizados y efectivos se encuentran los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE), cuya acción es superior a la del azufre (Álvarez, 1992). Estos son compuestos nitrogenados que provocan la pérdida de las funciones de la membrana celular

del patógeno impidiendo su capacidad infectiva y son una excelente alternativa de control debido a su uso en bajas dosis (Rojas, 2003). Presentan una acción superior a los oidicidas convencionales, como el caso del azufre, poseen propiedades curativas, pudiendo utilizarse en programas de erradicación de focos de la enfermedad y se caracterizan por tener un largo efecto residual (Álvarez, 1992; Latorre, 1989). Lamentablemente, el desarrollo de resistencia a estos fungicidas ya es una realidad en varias zonas productoras en el mundo (Gubler *et al.*, 1994).

Si a lo anterior se le suma el hecho que en la uva de mesa muchos fungicidas IBE carecen de registro y/o tolerancias en los mercados importadores de uva de mesa chilena (Navia, 1992), es posible entender por qué se investiga en busca de nuevos oidicidas (Montealegre, 1995). Siendo en la actualidad del mismo modo.

Además, es importante señalar que en los últimos años el uso de fungicidas se encuentra cuestionado por los efectos nocivos para el medio ambiente, y la salud de los aplicadores y consumidores. Debido a ello, los mercados están imponiendo cada vez más restricciones a la cantidad de residuos de agroquímicos presentes en la fruta, ejerciendo una fuerte presión por disminuir el uso de fungicidas. De esta manera, los programas de tratamientos químicos en uva de mesa están orientados a que no se detecten activos para el control del oídio, al momento de la cosecha de las uvas.

Frente a esta situación, adquiere mayor importancia el contar con productos de origen natural, que presenten menores riesgos toxicológicos y que sean más “amigables” con el ambiente. En el mercado existen algunos fungicidas de origen orgánico recomendados para el control de la enfermedad, sin embargo su eficacia es cuestionada por la inconsistencia en los niveles de control obtenido. Entre los productos de origen orgánico que actualmente se encuentran disponibles en el mercado nacional está Serenade, fungicida que corresponde a una formulación de la cepa QST 713 de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, y de reciente introducción; Timorex Gold, que ha sido formulado en base a un extracto del árbol del té australiano (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche ex Cheel), ha demostrado tener un buen efecto de control preventivo y curativo de la enfermedad (Reuveni *et al.*, 2009).

En otros países se encuentra disponible además la cepa QST 72808 de *Bacillus pumilus*, con el nombre comercial de Sonata, producto que combina diferentes mecanismos de acción: Antibiosis, parasitismo con producción de enzimas líticas, competencia por nutrientes, producción de sideróforos e inducción de mecanismos de defensa en las plantas, los cuales le confieren efectividad sobre el oídio de la vid (De Vleeschauwer y Höfte, 2007).

No existen trabajos sobre la actividad de estos fungicidas biológicos para el control del oídio de la vid en Chile, sin embargo existen registros en otros países de la efectividad de estos fungicidas en la acción contra enfermedades de otros cultivos. Un ejemplo es de un

trabajo que fue realizado en Machala (Ecuador), donde se quiso demostrar la efectividad de estos fungicidas en plántulas de banano para el control de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (Sigatoka negra). Cervantes y Ladi (2010), comprobaron que los productos Timorex Gold, Serenade y Sonata presentaron un efecto más consistente en la desaceleración de la infección, comprobando de tal forma que la frecuencia de control se puede espaciar en aproximadamente 10 días en las plántulas de banano.

El objetivo planteado en esta investigación, fue realizar una comparación entre el efecto de tres fungicidas de origen natural, con el efecto de un fungicida convencional, en este caso tebuconazole, sobre el oídio de la vid. Con esto cabe decir que implícitamente se quiso observar la desaceleración de la enfermedad, donde los resultados se observarán posteriormente.

Hipótesis

Los fungicidas biológicos BP y Serenade son efectivos en el control de oídio de la vid en las cultivares de uva de mesa Thompson Seedless y Crimson Seedless.

Objetivo

Comparar la efectividad de los fungicidas biológicos BP, Sereande y Timorex Gold en el control del oídio de la vid con el fungicida convencional Apolo (i.a. tebuconazole).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Origen del patógeno

El oídio de la vid fue estudiado por primera vez en los Estados Unidos de América, encontrándose en *Vitis labrusca* Lour., por Schweinitz en 1834. Luego en 1837, E. Tucker hizo un relato de esta enfermedad al encontrarla en la ciudad de Kent en Inglaterra. En 1850 fue descrita en España e Italia y al año siguiente fue detectada su presencia en todo el Mediterráneo. Hoy en día es una enfermedad que se encuentra en la mayoría de las zonas productoras de vid en el mundo (Domínguez 1989; Pearson y Goheen, 1988).

Taxonomía

El oídio de la vid es una enfermedad causada por un hongo superior llamado *Erysiphe necator* (Schw) Burr. Pertenece al reino Fungi, se ubica en la división Eumycota, subdivisión Ascomycota, Clase Pyrenomycetes y en el Orden Erysiphales. En su fase anamórfica recibe el nombre de *Oidium tuckeri* Berk. (Agrios, 1997).

Erysiphe necator, llamado también moho polvoriento (powdery mildew), ha causado muchos problemas en las plantaciones de uva. La vid es originaria de medio oriente y se le cultiva en Europa desde hace siglos. El oídio es originario de América y llegó a Europa en el siglo XVIII. Es sin duda una de las enfermedades más persistentes que deben enfrentar los productores de uva, sea para consumo fresco o para vino (Gubler *et al.*, 1999).

Es fácilmente reconocible por la presencia de manchas polvoriantas grisáceas en los tejidos nuevos de la planta. Este es un fitoparásito obligado, por lo que solo puede desarrollarse y multiplicarse sobre tejido vivo.



Figura 1: Racimos de uva de mesa cultivares Thompson Seedless (izquierda) y Superior (derecha), con síntomas y signos del oídio de la vid.

El impacto que produce esta enfermedad depende del momento en que ocurre la infección. Así, si la infección es temprana, las bayas suelen partirse o se presentan achatadas y con un menor crecimiento. Cuando la infección se produce sobre bayas de mayor desarrollo, éstas quedan, marcadas con cicatrices (russet), lo cual traerá como consecuencia una falta de sabor en las uvas producidas y el daño cosmético afectará la comercialización de la fruta. Puede afectar la fotosíntesis, y con eso reducir el contenido de sólidos solubles de las bayas (Gubler *et al.*, 1999) y además puede acortar la vida en post-cosecha de la uva de mesa.

El oídio ataca todos los tejidos suculentos de la vid, incluyendo tallos, racimos y hojas, y en cada uno de ellos muestra síntomas característicos. En algunos cultivares, especialmente en el cv. Carignan, los brotes jóvenes se cubren completamente con el hongo, estos son colonizados apenas rompe la yema (Gubler *et al.*, 1999).

En cultivares tales como Thompson Seedless, Ruby Seedless, Chardonnay, Chenin Blanc, Cardinal y Cabernet Sauvignon, pueden verse los primeros síntomas de la infección después de las primeras lluvias primaverales, observándose colonias individuales en la cara inferior de las hojas basales (Gubler *et al.*, 1999).

La susceptibilidad al ataque de oídio de las diferentes partes de la planta, varía con el estado fenológico. El periodo susceptible para el ataque del patógeno es desde el principio de su desarrollo, es por esto que es necesario controlar desde el inicio de la temporada (Gubler *et al.*, 1999), hasta alcanzar el estadio de envero, las infecciones se inhiben cuando en la fruta comienza la acumulación de azúcares, lo que resulta desfavorable para el desarrollo del patógeno. Esto último permite finalizar las aplicaciones para el control del oídio con antelación a la cosecha y al usar productos de baja residualidad se puede obtener fruta sin residuos de fungicidas oidicidas (Rojas, 2003).

Susceptibilidad del cultivar

El grado de susceptibilidad al oídio de la vid varía de acuerdo con los cultivares. Así los cultivares de uva que más pueden afectarse son: Carignan, Thompson Seedless, Ruby Seedless, Cardinal, Chardonnay, Cabernet Sauvignon y Chenin Blanc. Variedades menos susceptibles son: Petite Sirah, Zinfandel, Semillon y White Riesling (Gubler *et al.*, 1999).

Ciclo de vida del hongo

El hongo que causa el oídio de la vid, sobrevive el invierno como micelio inactivo en las yemas de los brotes del crecimiento del año anterior o como chasmotecios entre el ritidomo del tronco y brazos de las plantas. Luego, éstos maduran a fines de invierno, los que caen al suelo son degradados por otros organismos mientras que los infectivos son los que permanecen en el ritidomo, que en primavera por efecto de la humedad se rompen y liberan las ascosporas que dan origen a infecciones primarias en la planta. Las ascosporas son liberadas en primavera con las primeras lluvias, por los riegos, el rocío o la niebla y

originan infecciones primarias en el cultivo. El micelio invernante en las yemas se activa con la brotación, pero los brotes infectados crecen lentamente y son colonizados abundantemente por el patógeno siendo de menor tamaño y de coloración blanquecina debido al desarrollo del oídio. Estos brotes son conocidos como “brotes bandera” y constituyen una importante fuente de inóculo para el inicio de la infección en el cultivo (Rojas, 2003). El ciclo asexual se cumple con la activación del micelio sobre brotes jóvenes, cuando las temperaturas alcanzan los rangos de 18 a 30°C. La producción de conidias comienza desde los 7 a los 10 días después de la infección primaria, y continua por toda la temporada mientras persisten las temperaturas moderadas (Gubler *et al.*, 1999).

Efectos de la temperatura

La temperatura óptima de germinación de las conidias es de 25°C, mientras que entre los 21 y 30°C se desarrolla el micelio. Así en condiciones óptimas, la formación de nuevas colonias demora solo 5 días (Gubler *et al.*, 1999). Largos periodos de temperatura sobre 33°C, aunque no dañan a la planta, pueden destruir las conidias y colonias del hongo, al igual que si las colonias se exponen a la luz UV (Gubler *et al.*, 1999).

Aunque se le considera un hongo xerofítico y sus conidias pueden germinar con solo 20% de humedad relativa, el desarrollo del tubo germinativo y la infección son altamente favorecidas por una humedad relativa entre 40 y 100%, al igual que la esporulación. La capacidad de germinar en condiciones de baja humedad se explicaría por el alto contenido de agua en las vacuolas de las conidias, alrededor de un 70% en comparación con el 10% en otros hongos (Yarwood, 1957).

Por lo anterior es que hay dos estructuras que están involucradas en la defensa de la planta ante enfermedades fúngicas (Agrios, 1997):

- 1.- La pared celular puede engrosarse como respuesta a los patógenos. Este engrosamiento parece ser material celulósico. Además que las sustancias pécticas de la pared dan a este material una gran capacidad de defensa cuando estas forman una estructura entrecruzada.
- 2.- La depositación de callosa en el lado interno de las paredes celulares como respuesta al ataque de patógenos. Estos depósitos pueden formarse una vez producida la penetración del hongo.

Además de estas barreras, existen una serie de sustancias que se producen o depositan en la pared celular para darle mayor resistencia. Estas sustancias incluyen callosa, glicoproteínas, compuestos fenólicos de diversa complejidad como lignina y suberina y elementos minerales como el calcio (Agrios, 1997).

Medidas de control del oídio de la vid

Los programas más exitosos para el control del oídio de la vid incluyen el utilizar variedades resistentes o la aplicación de fungicidas. Tradicionalmente de Azufre cada 10-14 días, o fungicidas IBE (inhibidores de la biosíntesis del ergosterol) (Gubler *et al.*, 1999).

En forma general se puede decir que el éxito de cualquier método de control del oídio de la vid depende de las condiciones ambientales, así, cuando las temperaturas son muy altas (mayores a 32°C) afectan el desarrollo del hongo y cuando las temperaturas son moderadas incluso falla el mejor programa de control (Gubler *et al.*, 1999).

Considerando la actual tendencia ambientalista, los productos de baja toxicidad a mamíferos y al medio ambiente son legítimos candidatos a ser evaluados, tal es el caso de los aceites minerales (Horst *et al.*, 1992), los cuales al usarse en mezcla con bicarbonatos o solos, han demostrado ser efectivos para controlar varias especies de oídio, tales como *Podosphaera (Sphaerotheca) fuliginea* (Schltld.) U. Braun and S. Takam. (Ziv y Zitter, 1992) y *Podosphaera (Sphaerotheca) pannosa* (Wallr.) De Bary (Horst *et al.*, 1992).

También se han observado resultados promisorios al usarse estos productos contra el oídio de la vid (Pearson y Riegel, 1993; Montealegre, 1995; Montealegre *et al.*, 1996).

La pérdida de registros de muchos fungicidas, el desarrollo de resistencia a estos, la exigencia de algunos mercados por productos que tengan un menor número y tenor de residuos de plaguicidas y la fitotoxicidad de ciertos fungicidas, ha llevado al desarrollo de nuevas alternativas para el control de esta enfermedad, es así que se han estudiado métodos alternativos de control como la aplicación de sales de fosfato monopotásico en concentraciones del 1% (Reuveni y Reuveni, 1995) y productos que son amigables con el medio ambiente como los orgánicos y a base de controladores biológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para el cumplimiento del objetivo planteado, se montó un ensayo durante la temporada 2013-2014 en el huerto experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, comuna de La Pintana, Santiago de Chile (33° 34' latitud sur, 70° 38' longitud oeste y 625 msnm). El tipo de suelo de estructura franco arenosa y clima mediterráneo semiárido, donde se trabajó con parras de uva de mesa de los cultivares Crimson Seedless y Thompson Seedless en condiciones poco favorables para el estudio (Figura 2).



Figura 2: Plantas de vid del cultivar Thompson Seedless utilizadas en el estudio.

Métodos

Los tratamientos (Cuadro 1), se aplicaron con atomizadores manuales directamente a los racimos, mojándolos hasta punto de goteo. Las aplicaciones se realizaron cada 7 días iniciándose en el estadio de plena flor y hasta envero. Las aplicaciones se realizaron al mediodía y los racimos fueron escogidos al azar.

Cuadro 1: Tratamientos realizados.

Tratamiento	Ingrediente activo	Concentración por 100 L
Testigo	Agua	-
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713	200 cc
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713	300 cc
Timorex Gold	Aceite del árbol del té	250 cc
BP	<i>Bacillus pumilus</i>	150 g
BP	<i>Bacillus pumilus</i>	200 g
Apolo	Tebuconazole	40 cc

Determinación de la incidencia y de la severidad de la enfermedad: La cosecha de las bayas se realizó con posterioridad a la pinta (envero) cuando el contenido de sólidos solubles en Thompson Seedless era de 15° Brix, mientras que las uvas del cv. Crimson Seedless se cosecharon con 13° Brix. Posteriormente, en el Laboratorio de Fitopatología de Post-cosecha de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile se contabilizó el total de bayas y el número de bayas enfermas con oídio en cada racimo para luego determinar la incidencia definida como el porcentaje de racimos con oídio y la severidad correspondiente al porcentaje de bayas infectadas por racimo.

Diseño experimental y Análisis Estadístico

Para este ensayo, se usó un diseño de bloques completos al azar con 10 repeticiones, cada bloque correspondió a una planta, en la cual se aplicó un racimo por cada tratamiento. La unidad experimental correspondió a un racimo. Los valores porcentuales fueron transformados con la transformación angular de Bliss, para cumplir con el supuesto de normalidad, antes de realizar un análisis de varianza de dos vías. Las medias se separaron con el test HSD de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivar Thompson Seedless

Prácticamente todos los racimos tratados presentaron síntomas y signos de oídio, sin que se determinaran diferencias de incidencia de la enfermedad entre ningún tratamiento (Cuadro 2). Por otra parte, la severidad en el tratamiento testigo alcanzó a un 41,3%, no siendo diferente de la observada en los tratamientos de Serenade (300 cc•hl⁻¹) y de BP a la concentración más alta utilizada. El tratamiento que tuvo el mayor efecto inhibitorio de la enfermedad correspondió a la aplicación de Apolo, mientras que Timorex Gold, Serenade (200 cc•hl⁻¹) y BP (150 g•hl⁻¹) presentaron un buen nivel de control similar al de Apolo.

Cuadro 2: Incidencia (porcentaje de racimos con síntomas) y severidad (porcentaje de bayas enfermas por racimo) de oídio de la vid en uva de mesa cultivar Thompson Seedless, tratadas con fungicidas biológicos.

Tratamiento	Concentración por 100 L	Incidencia (%) ^X		Severidad (%) ^Y
Testigo	-	100	a	41,3 c ^Z
Serenade	200 cc	100	a	19,2 ab
Serenade	300 cc	100	a	27,2 bc
T. Gold	250 cc	100	a	16,2 ab
BP	150 g	90	a	23,7 ab
BP	200 g	100	a	29,0 bc
Apolo	40 cc	90	a	6,6 a

X: Porcentaje de racimos con síntomas de oídio

Y: Porcentaje de bayas con síntomas de oídio por racimo

Z: Promedios seguidos de letras iguales no son diferentes de acuerdo con el test HSD de Tukey (p<0,05)

Cultivar Crimson Seedless

La gran mayoría de los racimos tratados presentaron síntomas de oídio, sin embargo se pudo determinar diferencias de incidencia de la enfermedad entre los tratamientos, donde Apolo presentó la incidencia menor, seguido por BP (150 g•hl⁻¹) y Serenade (200 g•hl⁻¹) mientras que los demás tratamientos no afectaron la incidencia de la enfermedad (Cuadro 3). Por otra parte, la severidad en el tratamiento testigo alcanzó a un 47,9%, siendo el tratamiento de Apolo el que presentó la menor severidad. En un lugar intermedio se ubicaron los tratamientos de Serenade (200 cc•hl⁻¹) y BP (150 g•hl⁻¹), mientras que los restantes tratamientos no redujeron la severidad de la enfermedad.

Cuadro 3: Incidencia (porcentaje de racimos con síntomas) y severidad (porcentaje de bayas enfermas por racimo) de oídio de la vid en uva de mesa cultivar Crimson Seedless, tratadas con fungicidas biológicos.

Tratamiento	Concentración por 100 L	Incidencia (%)^X		Severidad (%)^Y
Testigo		100	c ^Z	47,9 c
Serenade	200 cc	80	b	9,1 b
Serenade	300 cc	100	c	19,2 bc
T. Gold	250 cc	100	c	34 c
BP	150 gr	70	b	10 b
BP	200 gr	100	c	20,1 bc
Apolo	40 cc	20	a	1,1 a

X: Porcentaje de racimos con síntomas de oídio

Y: Porcentaje de bayas con síntomas de oídio por racimo

Z: Promedios seguidos de letras iguales no son diferentes de acuerdo con el test HSD de Tukey (p<0,05).

En si Apolo se usó como comparación química y era esperable que funcionara bien, existen ciertas comparaciones que se deben mencionar. En el caso de Thompson Seedlees en lo que es incidencia todos los racimos presentaron la enfermedad, pero en lo que respecta a la severidad los tratamientos de Apolo, Serenade (200 cc) y BP (150 gr), redujeron la severidad de la enfermedad. En el caso de Crimson Seedless que solamente Apolo tuvo una diferencia significativa entre los otros tratamientos., Cabe mencionar que esto pudo haberse debido a las condiciones ambientales en que se encontraban las parras y las condiciones en que se aplicaron los tratamientos, donde el mejor tratamiento para el control de la incidencia de la enfermedad fue el fungicida convencional Apolo (i.a. tebuconazole) para

el cultivar Crimson Seedless. En cambio para el cultivar Thompson Seedless no se observaron diferencias significativas.

Lo que resulta extraño es que en las aplicaciones hechas con BP en sus concentraciones menores fueron efectivas en comparación a los otros tratamientos, no es muy común este caso, sin embargo entre las variadas explicaciones que se dan como que una cepa es mejor que la otra, una explicación muy asertiva la da Malecón (2008). En un trabajo que realizó explica que BP puede ser mejor que Serenade por las dosis aplicadas en cultivos, en el caso de uva de mesa pudiera haberse debido a las concentraciones. En este ensayo pudo observarse que los productos a base de bacterias fueron más efectivos en concentraciones menores lo que es frecuentemente observado en este tipo de productos.

La incidencia fue muy alta según las dosis de tratamiento que se aplicaron por racimo junto con el uso de un fungicida convencional. Las condiciones climáticas como altas temperaturas y sequía, además de las malas condiciones en que se encontraban las parras en el estudio pudieron ser condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad y considerando que seguramente la enfermedad estaba presente entre las parras, por lo que habría afectado a todos los racimos en estudio. Sin embargo, las diferencias entre los tratamientos fueron claras en la severidad de la enfermedad.

Con respecto a Timorex gold, se observó resultados de control solamente en el cultivar Thompson Seedless. En el caso de Crimson Seedless no se obtuvieron buenos resultados, otros antecedentes dicen lo contrario pero en este caso en particular considerando que el patógeno seguramente estaba presente en las parras los resultados no fueron los esperados. Los productores generalmente utilizan este producto en sus huertos los cuales han dado resultados positivos en el control del patógeno con la aplicación oportuna del producto, comúnmente se trabaja con Thompson Seedless y de acuerdo a este estudio coinciden los resultados lo que sería un beneficio por ser un producto amigable con el medio ambiente en vez de utilizar un producto químico que puede llegar a ser tóxico a largo plazo.

En las aplicaciones de tratamientos a base de bacterias, como es el caso de Serenade (300 cc/hL) y BP se pudieron observar diferencias significativas entre ambos cultivares en lo que es el control de oídio, sin embargo Apolo sigue siendo el mejor en las aplicaciones.

En las aplicaciones para el control de la enfermedad los mejores resultados para ambos cultivares de uva de mesa fueron el fungicida convencional Apolo (i.a. Tebuconazole). En cultivar Thompson Seedless tres tratamientos fueron efectivos para el control de la enfermedad a diferencia de Crimson Seedless que fueron 2 tratamientos. Con estos resultados se puede abrir una ventana para mejorar el uso de estos productos en uva de mesa, lógicamente mejorando las aplicaciones, fechas de aplicación, entre otros y así

obtener buenos resultados en lo que es rendimiento y productividad, como lo está siendo en Chile en otras especies frutales y cultivos convencionales.

A la luz de los resultados de este análisis, se puede señalar que los niveles de severidad e incidencia del hongo fueron diferentes, donde según el cultivar se tuvieron alteraciones en los tratamientos y en el ataque de oídio.

Es posible que las precauciones para que el tiempo entre la aplicación de los tratamientos y los análisis no fuese el suficiente, por ello que la planta no pudo defenderse del patógeno, es por ello la presencia de los testigos que con su presencia y comparación con los tratamientos pudo demostrar que lo dicho anteriormente era cierto. Por otro lado, las diferencias observadas entre los diferentes cultivares puede haber sido simplemente una expresión de la diferente susceptibilidad ante el ataque de este patógeno y no una respuesta de la variedad ante la aplicación de un tratamiento determinado (Rojas, 2003).

En condiciones ambientales y de huerto favorables, se pueden obtener buenos resultados con los biofungicidas. Como todos los controles son preventivos se puede tener buenos resultados en el control de la enfermedad, sin embargo en Chile aún faltan estudios, sobre todo para los biofungicidas que son a base de bacterias.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible concluir que:

Los biofungicidas tienen menor efectividad en el control de oídio de la vid en comparación al fungicida convencional que se utilizó.

Ambos biofungicidas en base a bacterias del género *Bacillus* presentaron efectividad frente a la enfermedad, sin embargo se observa incongruencia en los resultados al tener mayor efectividad las concentraciones menores de cada biofungicida.

Durante el ensayo, debido a las precarias condiciones de las parras en estudio, no se obtuvieron los resultados esperados con Timorex gold en Crimson Seedless. No obstante, cultivar Thompson Seedless se obtuvieron los resultados esperados. Lo anterior producto a que en Crimson Seedless había mayor presencia de la enfermedad.

En base a todo lo anterior se puede concluir que los tratamientos evaluados durante el ensayo no respondieron con las expectativas de control del oídio de la vid en condiciones de campo y con altas presiones del patógeno en este caso por ser cultivares altamente susceptibles para el caso del cultivar Crimson Seedless y en el caso de Thompson Seedless se obtuvieron resultados favorables solo con ciertas concentraciones.

BIBLIOGRAFIA

Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press, San Diego, USA. 803 p.

Álvarez, M. 1992. Control del oídio de la vid con Fungicidas IBE. IPA, La Platina N° 70: 24-27

Bravo, J., 2013. Uva de mesa: Se ratifica liderazgo exportador mundial de Chile. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Gobierno de Chile. Chile. 12 p.

Bulit, J. and Lafon, R. 1978. Powdery mildew of the wine . Pages 525-548. In: The Powdery Mildews. D. M, Spencer, ed. Academic Press, New York. 565 pp.

Cervantes A. y Ladi C. 2013. Control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) mediante la prueba de la hoja simple con la aplicación de cuatro fungicidas orgánicos. Tesis virtual Universidad Técnica de Machala,. Ecuador. <http://hdl.handle.net/123456789/1727>

CIREN. 2008. Catastro frutícola de la Región Metropolitana 2010. Centro de Investigación de Recursos Naturales-CIREN. Chile.

De Vleeschauwer D. and Höfte, M. 2007. Using *Serratia plymuthica* to control fungal pathogens of plants. CAB Rev., 2, 46.

Domínguez, F. 1989. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. 8ª Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 821 p.

Esterio, M. 1991. El oídio de la vid. *Sembrando Futuro* 8 (77): 2-4

Gubler, W; Ypema, H; Ouimette, D. and Bettiga, L. 1994. Resistance of *Uncinula necator* to DMF fungicides in California vines. Pages 19-25. In: Fungicide Resistance. Br. Crop Prot. Counc. Monogr. Farnham. UK.

Gubler, W. D ; Rademacher, M. R., and Vásquez, S. J. 1999. Control of powdery mildew using the UC Davis Powdery mildew risk Index. 1999. <http://www.scisoc.org/feature/pmildew/Top.html>.

Horst, R., Kawamoto, S. and Porter, L. 1992. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. *Plant Disease* 76: 247-251.

Latorre, B. 1989. Manejo de plagas y enfermedades en frutales y uva de mesa. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Dpto. de Sanidad Vegetal. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 30. 167 p.

Latorre, B.; González, J.; Lolas, M. y Pinochet, H. 1986. Oídio de la vid: Evaluación de nuevos fungicidas. *Rev. Fructícola* 7(2): 43-47

Mantecón, J. 2008. Efficacy of chemical and biological strategies for controlling the soybean brown spot (*Septoria glycines*). *Cien. Inv. Agr.* 35(2): 211-214.

Montealegre, J. 1995. Sanidad Vegetal en Frutales y Vides. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Sanidad Vegetal. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 41. 123 p.

Montealegre, J ; Henríquez, J.L ; Rustom, A. and Lira, W. 1996. Evaluation of Ultra Fine for control of powdery mildew (*Uncinula necator*) on grapes. Avances en Sanidad Vegetal de Frutales Depto. De Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Season 1993-1994. 55 p.

Navia, V. 1992. Vigencia de los fungicidas IBE en el control del oídio de uva de mesa. *Aconex* N° 35: 11-14.

ODEPA. 2010. Mercado de la uva de mesa., Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Chile. 17 p.

Pearson, R.C. and Goheen, A.C. (Eds.), 1988. Compendium of Grape Disease, - The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA. 93 p

Pearson, R.C. and Riegel, D.G. 1993. Evaluation of fungicides for control of powdery mildew on grapes. *Fungicide and Nematicide Test* 48:79

PROCHILE. 2013. Uva de Mesa en el Contexto Internacional, PROCHILE, Atacama. Chile. Presentación de PDF, formato digital <http://www.fedefruta.cl/regionales2013/Copiapo/presentaciones/ProChile.pdf>

Reuveni, M. and Reuveni, R. 1995. Efficacy of foliar application of phosphates in controlling powdery mildew fungus on Field grown wine grapes. *Phytopathology*,. 143:., 21-25.

Reuveni, M.; Arroyo, C. and Henríquez, J.L. 2009. A new tea tree oil-based organic fungicide for the control of grape powdery mildew and downy mildews. *Phytopathology* 99(6):S108.

Rojas, M. 2003. Nuevas Alternativas de control para el oídio de la vid (*Uncinula necator* Schw.). Dpto. Sanidad Vegetal. Facultad de Cs. Agronómicas, Universidad de Chile. Memoria. 54 p.

Yarwood, C. E. 1957. Powdery mildews. *The Botanical Review* 23 (4): 235-299. New York.

Ziv, O. and Zitter, T. 1992. Effect of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit folliar diseases. *Plant Disease.*, 76: 513-517.