



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA MEZCLA DE FLUOPIRAM Y TEBUCONAZOLE EN EL CONTROL DE
Alternaria solani Y *Alternaria alternata* EN TOMATE INDUSTRIAL

MEMORIA DE TITULO

por

JAVIER ALEJANDRO SANTIBÁÑEZ MUÑOZ

presentada a la

Universidad de Talca como

parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, 2015

APROBACIÓN

Profesor Guía : Ing. Agr. M. Sc. Dr. Claudio Sandoval
Profesor Escuela de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Profesor Informante : Ing. Agr. M. Sc. Fernanda Núñez
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Fecha Defensa de Memoria de Título: 28 de Diciembre de 2015.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a toda mi familia, especialmente a mi madre Mireya Muñoz por su amor, trabajo y sacrificio todos estos años,

A mi padre Francisco Santibáñez quien me cuida desde el cielo junto a mi abuela, tías y primo que han partido a estar con él,

A mi primo José Manuel Marambio quien asumió el rol de padre y me ayudó en todo este proceso impulsándome siempre a aspirar a más.

A mi abuelo Jaime Muñoz quien encendió esa chispa que dio origen a mi vocación por el campo.

A mi amigo Bastián Olivares por la compañía y constante apoyo en todo este proceso que realizamos juntos, a mis amigos Cantillana, Gallegos, Giovanni, JuanMa, Monchi, Navarro, Pancho y a todos mis amigos en general que me han dado una palabra de apoyo en el momento justo y nunca me dejaron decaer.

A mi polola Natalia Concha quien me ha acompañado en estos últimos años dándome ánimo y amor cada vez que lo necesité.

A mis profesores guías Claudio Sandoval y Fernanda Núñez por la oportunidad que me brindaron para trabajar con ellos, por aconsejarme y apoyarme en el transcurso de mi tesis.

Finalmente agradecer a Víctor, Raúl, Marcela, Sra. Cecilia y Don Cristian y en general a todo el equipo del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Talca por todo el apoyo que me dieron durante este proceso.

"Aunque en la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos. Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, a mi polola y especialmente a mi madre".

AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
DE MEMORIAS DE PREGRADO Y TESIS DE POSTGRADO

Yo, **Javier Alejandro Santibáñez Muñoz** cédula de Identidad N° **18.515.778-4**

Autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la Ley N° 20.435 que modifica la Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis:	Evaluación de la mezcla de fluopiram y tebuconazole en el control de <i>Alternaria solani</i> y <i>Alternaria alternata</i> en tomate industrial.
Unidad Académica:	Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera o Programa:	Agronomía
Título y/o grado al que se opta:	Ingeniero Agrónomo
Nota de calificación	6.1

Firma de Alumno

J. Santibáñez.

Rut: 18.515.778-4

Fecha: 18/ 01 /2016

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicon* Mill), después de la papa, es la hortaliza de mayor consumo en el mundo, siendo destinado a procesamiento industrial uno de los principales cultivos en Chile, y su producción se concentra principalmente entre la sexta y séptima región.

El tomate como especie se ve afectada por una gran cantidad de enfermedades causadas por hongos. La enfermedad "tizón temprano" causada por el hongo *Alternaria solani* en tomate industrial, es una de las patologías que generan mayores problemas en el cultivo en el mundo. La enfermedad más relevante e incidente en Chile en el cultivo de tomate industrial al aire libre es la "pudrición negra". Esta es causada por *Alternaria alternata* y afecta los frutos tanto en el cultivo como en poscosecha siendo esta la principal causa de rechazo de tomates destinados al procesamiento agroindustrial.

Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar a nivel de campo la efectividad en el control preventivo y curativo de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en diferentes dosis, sólo o en conjunto con un adherente más un fungicida biológico sobre los hongos patógenos *Alternaria solani* y *A. alternata*. Este ensayo fue realizado durante la temporada 2014- 2015 en la comuna de San Clemente, Séptima región, Chile.

Se evaluó la incidencia y severidad de tizón temprano (*A. solani*) en planta y pudrición negra (*A. alternata*) en frutos de tomate industrial. Además se evaluó el rendimiento de tomate industrial. Los resultados de incidencia y rendimiento fueron sometidos a análisis de varianza y los resultados de severidad del patógeno fueron sometidos a un análisis no paramétrico (Kruskall- Wallis). Los resultados que obtuvieron diferencias significativas fueron sometidos a la prueba de separación de medias Tukey ($p \leq 0,05$).

Los valores de incidencia y severidad obtenidos indican que la mezcla los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en su dosis media y en mezcla con un adherente además del fungicida biológico presentaron los menores niveles de incidencia de tizón temprano en plantas. Además, la dosis media de la mezcla de las ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en conjunto con el adherente y el fungicida biológico tuvieron el mayor nivel de reducción de incidencia de pudrición negra en frutos de tomate industrial.

La severidad de ambos patógenos no presentó diferencias estadísticamente significativas al igual que los resultados de rendimiento de frutos entre los diferentes tratamientos.

Palabras clave: Tizón temprano; *Alternaria solani*; Pudrición negra; *Alternaria alternata*; fluopiram; tebuconazole; *Bacillus subtilis*.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) after potato, is the second most consumed vegetable in the world. Tomato for industrial processing is one of the main vegetables grown in Chile. Its production is concentrated mainly between the sixth and the seventh region.

Tomato as a specie is affected by a number of diseases associated with fungi. The disease "early blight" caused by the fungus *Alternaria solani* in the tomato industry is one of the pathologies leading to major economic losses in the crop worldwide.

The most important and potentially detrimental disease in Chile in industrial tomato outdoors is "black rot". This is caused by *Alternaria alternata* and affects fruit both in the field and in postharvest. It is the main cause for rejection of tomato fruits at the time of processing.

A field experiment was conducted to evaluate the effectiveness in preventive and curative control of *Alternaria solani* and *A. alternata* of the active ingredients fluopyram and tebuconazole at different doses with and without a surfactant. Additionally a biological fungicide was evaluated. This trial was conducted during the growing season 2014- 2015 at San Clemente, Maule Region, Chile.

The fruit yield and the incidence and severity of early blight (*A. solani*) and black rot (*A. alternata*) in industrial tomato fruits was evaluated. These results were submitted to an analysis of variance. On the other hand the results of disease severity were analyzed through a nonparametric test (Kruskall Wallis). If significant differences were obtained a Tukey test was performed ($p \leq 0.05$).

The results indicate that the mixture of the active ingredients fluopyram and tebuconazole in a medium concentration, with surfactant and the biological fungicide, presented the highest reduction in the incidence of early blight in plants. In addition, tebuconazole and fluopyram with the surfactant and the biological fungicide, had the lowest incidence of black rot in fruits.

The severity of both pathogens and fruit yield showed no significant differences statistically among treatments.

Keywords: Early blight; *Alternaria solani*; Black rot; *Alternaria alternata*; fluopyram; tebuconazole; *Bacillus subtilis*.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Hipótesis.....	2
1.2.- Objetivos.....	2
1.2.1.- Objetivo general.....	2
1.2.2.- Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.- Importancia del cultivo del tomate industrial en la región, país y el mundo.....	3
2.2.- Características botánicas.....	3
2.3.- Enfermedades que afectan al cultivo del tomate industrial.....	4
2.3.1.- Enfermedades causadas por bacterias.....	4
2.3.2.- Enfermedades causadas por virus.....	5
2.3.3.- Enfermedades causadas por hongos.....	5
2.4.- Alternaria solani (Tizón temprano).....	6
2.4.1.- Sintomatología.....	6
2.4.2.- Factores predisponentes.....	7
2.4.3.- Diseminación.....	7
2.4.4.- Métodos de control.....	8
2.5.- Alternaria alternata (Pudrición negra).....	8
2.5.1- Sintomatología.....	8
2.5.2.- Importancia económica.....	8
2.5.3.- Factores predisponentes.....	9
2.5.4.- Diseminación.....	9
2.5.5.- Métodos de control.....	9
2.6.- Fungicidas experimentales.....	9
2.6.1.- Fluopiram.....	9
2.6.2.- Tebuconazole.....	10

2.6.3.- Bacillus subtilis.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1.- Ubicación de ensayo.....	11
3.2.- Tratamientos.....	11
3.2.1.- Fecha de aplicación de los tratamientos.....	12
3.3.- Evaluaciones.....	13
3.3.1.- Incidencia.....	13
3.3.2.- Severidad.....	13
3.3.3.- Evaluación de rendimiento.....	14
3.4.- Diseño experimental.....	14
3.5.- Análisis de los resultados.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1.- Incidencia y severidad de Alternaria solani en plantas.....	15
4.1.1.- Incidencia de Alternaria solani en planta.....	15
4.1.2.- Severidad de Alternaria solani en planta.....	16
4.2.- Incidencia y severidad de Alternaria alternata en frutos.....	17
4.2.1.- Incidencia de Alternaria alternata en fruto.....	17
4.2.2.- Severidad de Alternaria alternata en fruto.....	18
V. CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXOS.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.2.1.- Tratamiento evaluados en el control de <i>Alternaria solani</i> y <i>A. alternata</i> en tomate agroindustrial. Dosis de los ingredientes activos o ingredientes en L o Kg / há.....	12
Cuadro 3.2.1.1.- Fechas de aplicación y evaluación de los tratamientos incluidos en el ensayo de control de <i>Alternaria solani</i> y <i>A. alternata</i> en tomate agroindustrial.....	12
Cuadro 3.3.2.1.- Cuantificación del grado de severidad de <i>Alternaria solani</i> y <i>Alternaria alternata</i> , sobre los frutos y follaje en plantas de un cultivo de tomate agroindustrial.....	13
Cuadro 4.1.1. Valores de incidencia (%) y valores promedio de severidad para diferentes tratamientos de control de <i>Alternaria solani</i> en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.....	15
Cuadro 4.2.1. Valores de incidencia (%) y valores promedio de severidad para diferentes tratamientos de control de <i>Alternaria alternata</i> en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.....	17
Cuadro 4.3.1. Rendimiento (kg) para los diferentes tratamientos de control de <i>Alternaria alternata</i> en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.4.1.1.- Ciclo de desarrollo y síntomas de enfermedades causadas por *Alternaria*.....7

Figura 3.1.1.- Localización del ensayo de evaluación de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole, en el control preventivo y curativo de Tizón temprano (*Alternaria solani*) y Pudrición negra (*Alternaria alternata*) en tomate agroindustrial. San Clemente, Región del Maule, Chile. Año 2015., Google Earth 2015.....11

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicon* Mill) formaba parte de los pequeños huertos de hortalizas del área mesoamericana en el momento en que los españoles llegaron a América, siendo el centro del origen del género *Solanum* la región andina que actualmente es compartida por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Nuez, 1995).

El tomate, después de la papa, es la hortaliza de mayor consumo en el mundo (Blancard, 2011), llegando a 25,5 kg/hab al año en Estados Unidos y 31,8 kg/hab al año en España. Este es consumido de diversas formas, ya sea fresco, en conserva o procesado (Rodríguez, 2001).

El tomate industrial es una de las principales hortalizas cultivadas en Chile, y su producción se concentra principalmente entre la sexta y séptima región con 4.672 y 3.723 ha plantadas, respectivamente. En Chile, se ha estimado una productividad de 462.388 y 302.866 ton para la VI y VII región en la temporada 2013/2014 (ODEPA, 2015).

El tomate como especie se ve afectada por una gran cantidad de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias en las diferentes áreas donde se cultiva. Chile a diferencia de muchos países tiene una incidencia relativamente menor de estas enfermedades ya que no se encuentra en latitudes donde las condiciones de humedad no son altas durante la temporada del cultivo (Estay y Bruna, 2002).

La enfermedad “tizón temprano” causada por el hongo *Alternaria solani* en tomate industrial, es una de las patologías que generan mayores problemas en el cultivo en el mundo (Blancard *et al*, 2011). Las consecuencias en la planta son defoliación, pudiendo además necrosar flores causando su caída originando pérdidas de rendimiento (Latorre, 2004).

La enfermedad más relevante e incidente en Chile en el cultivo de tomate industrial al aire libre es la “pudrición negra”. Esta es causada por *Alternaria alternata* y afecta los frutos tanto en el cultivo como en poscosecha. Se manifiesta con pequeñas manchas localizadas en todo el fruto, lo cual es la principal causa de rechazo de tomates destinados al procesamiento agroindustrial (Estay y Bruna, 2002).

En base a lo anterior se plantea la siguiente hipótesis, objetivo general y objetivo específico:

1.1.- Hipótesis:

La mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole es efectiva en el control tanto preventivo como curativo de las infecciones causadas por *Alternaria solani* en hojas y *Alternaria alternata* en fruto en tomate industrial.

1.2.- Objetivos

1.2.1.- Objetivo general:

- Evaluar la efectividad de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en el control de lesiones de *Alternaria solani* en follaje y *Alternaria alternata* en fruto en tomate industrial.

1.2.2.- Objetivos específicos:

- Determinar la dosis de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole más efectiva respecto a la disminución de la incidencia y severidad de *A. solani* en follaje y *A. alternata* en fruto en plantas de tomate industrial.
- Establecer el efecto de uso de un adherente (cuyo ingrediente activo es la mezcla de Alkyl Aryl éter de polioxialcano, polietoxietanol fosfato y ácidos grasos libres) y un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*) sobre la efectividad de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en el control de *A. solani* en follaje y *A. alternata* en fruto de tomate industrial.
- Evaluar la productividad para los diferentes tratamientos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- Importancia del cultivo del tomate industrial en la región, país y el mundo

El tomate industrial es una de las principales hortalizas cultivadas en Chile, y su producción se concentra principalmente entre la sexta y séptima región. Se ha estimado una productividad de 462.388 y 302.866 ton para la VI y VII región en la temporada 2013/2014 (ODEPA, 2015).

Dentro de la VII Región del Maule se cultivan unas 4.600 hectáreas de tomate. De éstas, poco más de 892 hectáreas son de tomate de consumo fresco y las restantes 3.723 hectáreas son de tomate para uso agroindustrial (ODEPA, 2014). En términos relativos, la VII Región representa un 18 % de la superficie nacional de tomate fresco y un 40% de la superficie nacional de tomate industrial (INE, 2014).

La pulpa de tomates es lejos, el principal producto que se obtiene del proceso agroindustrial del tomate, con una producción mundial que subió de las 2,74 millones de toneladas en 1990, a los 4 millones de toneladas en 2002. Estados Unidos produce más del 40% del total de la producción mundial. Los mayores productores mundiales de pasta de tomates, después de los EE.UU. son Italia, Turquía, Grecia y China (Escalona *et al.*, 2009).

2.2.- Características botánicas

Familia: *Solanaceae*.

Especie: *Solanum lycopersicon* Mill.

El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo (Escalona *et al.*, 2009).

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias (Escalona *et al.*, 2009).

2.3.- Enfermedades que afectan al cultivo del tomate industrial

La enfermedad de una planta, se define como un estado de anormalidad de ésta, en el cual se ve reducido su potencial productivo, asociado a un deterioro de su estructura e incluso su colapso. Para que se pueda manifestar una enfermedad, se deben asociar tres factores, cuya importancia es relativa en cuanto a la susceptibilidad a un determinado patógeno y la severidad de su interacción. Estos tres factores son: la presencia del patógeno en el medio, condición susceptible del hospedero y medio ambiente favorable para el desarrollo del patógeno (condiciones edafoclimáticas) (Escalona *et al.*, 2009).

2.3.1.- Enfermedades causadas por bacterias

La mayoría de las bacterias fitopatógenas se desarrollan principalmente como organismos parásitos en las plantas hospederas y parcialmente en el suelo como saprofitos. Sin embargo, hay grandes diferencias entre especies, en cuanto al grado de desarrollo en uno u otro ambiente (Agrios 2007).

Algunas de las principales enfermedades en tomate industrial causadas por bacterias son las siguientes:

- Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*): Esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas entre 16 y 36°C, con alta humedad relativa y optima fertilización. El principal síntoma del Cancro Bacteriano es un marchitamiento sistémico de la planta.
- Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*): Esta enfermedad se desarrolla bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre 24 y 30°C. Esta bacteria ataca toda la parte aérea de la planta y su principal síntoma son manchas foliares pequeñas pardo oscuras a negras afectando especialmente a hojas nuevas.
- Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*): Esta bacteria se ve favorecida por temperaturas entre 17 y 25°C y con humedad relativa sobre el 80% o con la presencia de una película de agua sobre las hojas. Su síntoma es la presencia de manchas de 1 a 3 mm de diámetro de color oscuro rodeadas por un halo clorótico. Puede retardar la maduración de frutos ya que la infección se produce cuando las plantas son pequeñas (Estay y Bruna, 2002).

2.3.2.- Enfermedades causadas por virus

Los virus son parásitos de las células y producen un número importante de enfermedades a todas las formas vivientes, desde las plantas y animales unicelulares hasta los grandes árboles y mamíferos. Debido a su tamaño pequeño y a la transparencia de su partícula, los virus no

pueden observarse ni detectarse mediante los métodos utilizados para otros patógenos (Agrios, 2007).

El cultivo del tomate industrial se ve afectado por diversos virus, entre los cuales destacan:

- Virus del mosaico del pepino, *Pepino mosaic virus* (PepMV): este virus es transmitido por contacto durante las labores culturales y además por las abejas polinizadoras y semillas.
- Virus del mosaico del tabaco, *Tobacco mosaic virus* (TMV): este virus es de fácil transmisión a través de contacto principalmente durante labores culturales, algunos insectos masticadores serían capaces a transmitir al virus pero este procedimiento sería de escasa eficacia.
- Virus del bronceado del tomate, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV): puede ser transmitido por varias especies de trips (al menos 10), siendo susceptibles a adquirir este virus en el estado de larvas, pero la inoculación en las plantas se esencialmente durante la alimentación de los trips adultos, siendo los machos los que transmiten con mayor eficiencia.
- Virus del mosaico de la alfalfa, *Alfalfa mosaic virus* (AMV): es transmitido a otras plantas a través de pulgones de manera no persistente (transmiten el virus durante un periodo corto, desde minutos a unas horas).
- Virus del mosaico del tomate, *Tomato mosaic virus* (ToMV): este virus es de fácil transmisión, a través del contacto en labores culturales, por agua y por semillas de tomate a través de una contaminación externa (Blancard, 2011).

2.3.3.- Enfermedades causadas por hongos

La mayoría de los hongos fitopatógenos pasan parte de su ciclo de vida en las plantas que les sirven de hospedero, y la otra parte en el suelo o en los residuos vegetales depositados en éste. Algunos hongos pasan todo su ciclo de vida sobre el hospedero y sólo sus esporas alcanzan el suelo, donde permanecen en reposo hasta que son llevadas a un hospedero en el que germinan y se reproducen (Agrios, 2007).

Dentro de las enfermedades causadas por hongos en tomate industrial destacan las siguientes:

- Pudrición radical (*Phytophthora nicotianae*): los principales síntomas de este patógeno se ven reflejados en frutos que quedan en contacto con el suelo, en los cuales se desarrolla una mancha formada por anillos concéntricos de color pardo.

- Mildiu (*Fulvia fulva*): Este patógeno afecta exclusivamente al tomate. Principalmente ataca aquel cultivado bajo invernadero presentando clorosis en el haz de la hoja. También puede ser encontrado en cultivos de tomate al aire libre pero causa daños de menor consideración.
- Pudrición gris (*Botrytis cinerea*): Este hongo suele invadir la planta a través de tejido muerto, generalmente restos florales, causando pudrición de los frutos. Esto se traduce en una disminución del rendimiento y calidad de fruto en cosecha y poscosecha.
- Raíz corchosa (*Pyrenochaeta lycopersici*): los síntomas de este patógeno son la falta de vigor y el menor desarrollo de las plantas de tomate asociado a lesiones en raíces de aspecto corchoso. En cultivos bajo invernadero es donde se observan las mayores pérdidas de rendimiento debido a que este hongo actúa principalmente durante la formación de los primeros racimos florales (Estay y Bruna, 2002).

2.4.- Alternaria solani (Tizón temprano)

Alternaria solani es descrito desde hace mucho tiempo como patógeno de solanáceas entre las cuales se encuentra el tomate, la berenjena y la papa (Blancard, 2011). Este hongo generalmente infecta a la planta primeramente en hojas basales llegando a estas desde el suelo (Apablaza, 1999).

2.4.1.- Sintomatología

Este hongo ataca toda la parte aérea de la planta, en todas las fases de crecimiento del tomate. En plantas jóvenes da origen a lesiones extensas y de color negro en el tallo pudiendo provocar la muerte de la planta por desecación. En plantas adultas ocasiona manchas foliares de color pardo a negro presentando éstas un halo amarillo alrededor. Éstas se desarrollan en las hojas maduras que se encuentran en la parte baja de la planta (Blancard, 2011).

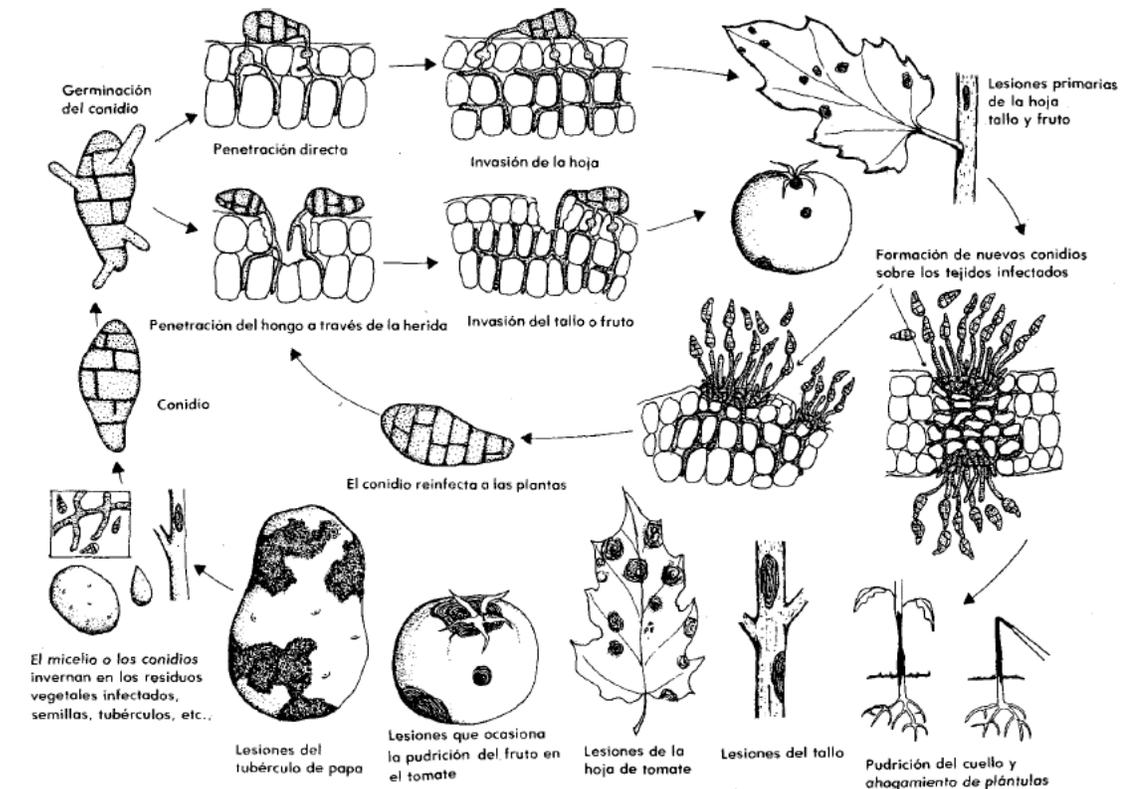


Figura 2.4.1.1.- Ciclo de desarrollo y síntomas de enfermedades causadas por *Alternaria*.
Fuente: Agrios, 2007.

2.4.2.- Factores predisponentes

Las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad son temperaturas entre 24 y 30°C y humedad relativa sobre el 90%. Las gotas de lluvia o rocío contribuyen a que esta patología evolucione rápidamente pudiendo penetrar por los estomas o directamente por la cutícula. Las plantas más afectadas son aquellas con fertilización deficiente, muy cargadas de frutos o con problemas de salinidad (Estay y Bruna, 2002).

2.4.3.- Diseminación

Las conidias de *Alternaria solani* son transportadas por el viento y por el efecto de salpicadura de agua producida por lluvia. Además posiblemente se disemina por semillas y almácigos infectados (Latorre, 2004).

2.4.4.- Métodos de control

El principal método de control es la rotación de cultivos, incluyendo especies que no son susceptibles, utilizando semillas certificadas libres de este patógeno y debidamente desinfectadas y plántulas provenientes de almacigueras sanas. Eliminar restos de plantas enfermas y malezas solanáceas que sean posibles hospederos del patógeno previo al establecimiento de un nuevo cultivo (Estay y Bruna, 2002).

2.4.4.1.- Control químico

Para prevenir este patógeno desde el principio se puede realizar una desinfección a la semilla de tomate con thiram. Esta desinfección se realiza con dosis de 500 g/ 100 kg de semilla (Bruna, 2005).

En el cultivo el control químico de este patógeno se realiza mediante aplicación de fungicidas al follaje. Para estas aplicaciones se utilizan algunos de los siguientes productos: Hortyl 50 F en dosis de 2,5 – 3,5 L/ha o Bravo 720 FW en dosis de 1,5 – 3,2 L/ha ambos correspondientes al ingrediente activo clorotalonil. También se puede utilizar Score 250 EC en dosis de 400 – 500 cc/ha cuyo ingrediente activo es difeconazole, Rovral 4 Flo (iprodione) utilizando 1 – 2 L/ha y Amistar 25 SC (azoxystrobin) en dosis de 250 cc/ha (Bruna, 2005).

2.5.- Alternaria alternata (Pudrición negra)

A. alternata es un hongo que puede afectar a varias especies pertenecientes a diferentes familias botánicas. Este patógeno se caracteriza por ser oportunista, atacando a plantas que se encuentran senescentes y/o estresadas, aunque puede ser patogénico en plantas sanas y vigorosas (Estay y Bruna, 2002).

2.5.1- Sintomatología

El principal daño que se observa es en frutos, en donde se generan inicialmente pequeñas manchas localizadas las que luego comprometen gran parte del fruto, especialmente en el extremo calicinal. Es frecuente que las lesiones se originen en zonas que han sufrido daño por golpe de sol. La pudrición observada es seca, de color pardo a negro y está cubierta por las conidias de color negro a verde oliváceo del hongo. Estas pudriciones en los frutos son la principal causa de rechazo de los tomates destinados a la agroindustria (Estay y Bruna, 2002).

2.5.2.- Importancia económica

La pudrición negra causada por *Alternaria alternata* es la enfermedad de mayor importancia en tomates destinados al proceso agroindustrial en la zona central de Chile. Dicha

podrición genera disminuciones de rendimiento y calidad del fruto, lo que produce rechazo de la fruta en las plantas procesadoras generando mermas económicas (Estay y Bruna, 2002).

2.5.3.- Factores predisponentes

Alternaria alternata es un hongo principalmente saprofito, es decir, se desarrolla preferentemente sobre tejidos vegetales muertos o en proceso de descomposición al igual que, sobre tejidos viejos o senescentes, como hojas y pétalos viejos y frutos maduros (Agrios, 2007). Los factores que predisponen a las plantas a esta enfermedad son estrés ambiental, deficiencias nutricionales, crecimiento lento y senescencia. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son temperaturas que oscilan entre 10 y 35°C siendo su óptimo 25°C y agua libre sobre la planta (Estay y Bruna, 2002).

2.5.4.- Diseminación

Alternaria alternata infecta a varias especies vegetales en todo el mundo. Los conidios se desprenden con facilidad y son diseminados por las corrientes de aire por lo que sus esporas están presentes en el aire y polvo en todas partes (Agrios, 2007).

2.5.5.- Métodos de control

Esta enfermedad se controla principalmente mediante el uso de variedades resistentes, empleo de semillas desinfectadas o libres de enfermedad. La rotación de cultivos, la eliminación y quema de los restos de plantas (solo en el caso de que estén infectados) y la eliminación de las malezas que sean posibles hospederos, ayudan a disminuir la cantidad de inóculo que pudiera infectar a las nuevas plantas susceptibles (Agrios, 2007).

2.5.5.1.- Control químico

El control químico de *Alternaria alternata* al igual que en *A. solani* se realiza por medio de aplicaciones foliares de fungicidas cuyos ingredientes activos son: clortalonil, difeconazole, fludioxinil, cyprodinil, iprodione y azoxystrobin (Bruna, 2005).

2.5.5.2.- Control biológico

Se ha demostrado que *Trichoderma longibrachiatum* es efectivo en el control de *A. alternata in vitro*. En este ensayo se observó el gran poder biocontrolador de *T. longibrachiatum* el cual presentó capacidad de colonización micelial sobre *A. alternata* (Galaz, 2001).

2.6.- Fungicidas experimentales

2.6.1.- Fluopiram

Fluopiram es un ingrediente activo perteneciente al grupo químico de las Piridinil-etil-benzamidas. Su modo de acción es sistémico, éste consiste en la intervención sobre la cadena

respiratoria del hongo por medio de la inhibición de la enzima Succinato Deshidrogenasa (SDHI) bloqueando el intercambio de electrones del ciclo de Krebs dentro de las mitocondrias (Bayer CropScience, 2015).

2.6.2.- Tebuconazole

Tebuconazole es un ingrediente activo perteneciente al grupo químico de los Triazoles el cual presenta acción preventiva, curativa y erradicante frente al patógeno. Su modo de acción es de contacto y sistémico, y consiste en la inhibición de la síntesis del ergosterol, componente fundamental de las membranas celulares de los hongos (Bayer CropScience, 2015).

2.6.3.- *Bacillus subtilis*

La cepa QST 713 de la bacteria *Bacillus subtilis* es utilizada como fungicida biológico de acción preventiva y de amplio espectro para el control de distintas enfermedades. *Bacillus subtilis* (QST 713) produce sustancias llamadas "Lipopéptidos" las que presentan potente actividad antifúngica y antibacteriana capaces de perforar las membranas celulares de hongos y bacterias, afectando crecimiento de micelio y germinación de las esporas, haciéndolas colapsar. Estas sustancias son muy estables, resistentes a elevadas temperaturas y a pH extremos. (Bayer CropScience, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación de ensayo

Con el objetivo de evaluar la acción de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole, en el control preventivo y curativo de Tizón temprano (*Alternaria solani*) y Pudrición negra (*Alternaria alternata*) en tomate agroindustrial, se estableció un ensayo en una plantación comercial en el sector de San Clemente, Provincia de Talca, Séptima Región (35°32'10.35"S 71°28'12.73"O.) entre los meses de enero y marzo del año 2015.

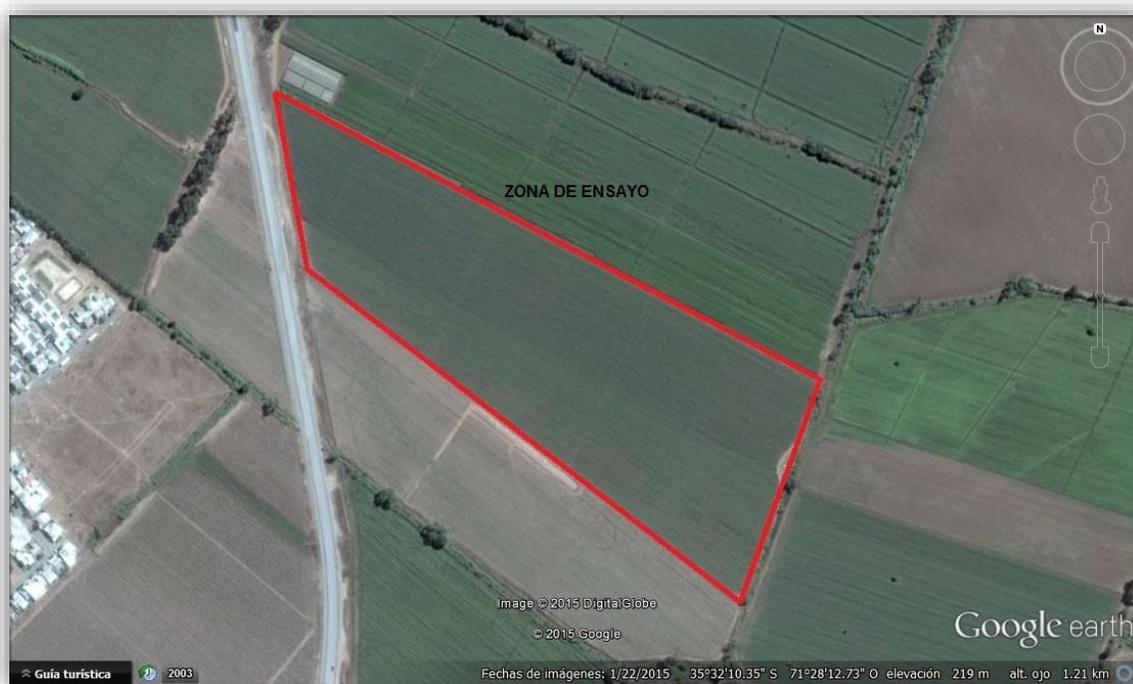


Figura 3.1.1.- Localización del ensayo de evaluación de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole, en el control preventivo y curativo de Tizón temprano (*Alternaria solani*) y Pudrición negra (*Alternaria alternata*) en tomate agroindustrial. San Clemente, Región del Maule, Chile. Año 2015., Google Earth 2015.

3.2.- Tratamientos

En este ensayo se incluyeron ocho tratamientos dentro, de los cuales se consideró un testigo, al cual no se le aplicó ningún producto, tres diferentes dosis del producto de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole, dos dosis de la mezcla fluopiram y

tebuconazole junto a un adherente cuyo ingredientes activos son Alkyl Aryl éter de polioxialcano, polietoxietanol fosfato y ácidos grasos libres, y una dosis de la mezcla fluopiram y tebuconazole junto al adherente y un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*). Además se incluyó un último tratamiento correspondiente al programa de aplicaciones del agricultor. El volumen de agua utilizado correspondió a 400 L/ha, aplicado con una bomba de espalda con boquillas de cono lleno. Esto se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.2.1.- Tratamientos evaluados en el control de *Alternaria solani* y *A. alternata* en tomate agroindustrial. Dosis de los ingredientes activos o ingredientes en L o Kg / ha.

Nº	Tratamiento	L o kg /há
1	Testigo	-
2	Fluopiram + Tebuconazole	0,5
3	Fluopiram + Tebuconazole	0,75
4	Fluopiram + Tebuconazole	1
5	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	0,75 + 0,2
6	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	1 + 0,2
7	Fluopiram + Tebuconazole + Fungicida biológico+ Adherente	0,75 + 3 + 0,2
8	Programa del agricultor	-

3.2.1.- Fecha de aplicación de los tratamientos

Se hicieron tres aplicaciones de los tratamientos, la primera el día 29 de enero de 2015, la segunda quince días después de la primera aplicación y la tercera, diez días después de la segunda aplicación.

Cuadro 3.2.1.1.- Fechas de aplicación de los tratamientos incluidos en el ensayo de control de *Alternaria solani* y *A. alternata* en tomate agroindustrial.

Número de aplicación	Fecha de aplicación
1	29 de enero de 2015
2	13 de febrero de 2015
3	23 de febrero de 2015

3.3.- Evaluaciones

Estas se realizaron en dos oportunidades, la primera antes de la tercera aplicación el día 23 de febrero de 2015 y la segunda al momento de la cosecha el día 16 de marzo de 2015. En la primera se midió incidencia (número de plantas con síntomas respecto al total) y severidad en plantas; en la segunda se midió incidencia (número de frutos con pudrición respecto al total), severidad en frutos y rendimiento total. Las mediciones de incidencia y severidad, se realizaron con la finalidad de evaluar el comportamiento de la enfermedad luego de la aplicación de los distintos productos utilizados en el ensayo, de manera de cuantificar el efecto de estos sobre el patógeno.

3.3.1.- Incidencia

Para la evaluación de incidencia de *Alternaria alternata* se evaluaron 100 frutos por unidad experimental. En el caso de la evaluación de incidencia de *Alternaria solani* se evaluaron 10 plantas por unidad experimental. Esta se calculó de acuerdo a la metodología señalada por el Commonwealth Mycological Institute (CAB), de la siguiente manera:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas o frutos con lesión}}{\text{Número total de plantas o frutos}} \times 100$$

3.3.2.- Severidad

El indicador de severidad se calculó de acuerdo a la gravedad de los síntomas presentes en el follaje o frutos de cada una de las plantas, por medio de la apreciación visual de cada uno de estos. Para medir la severidad de *Alternaria alternata* en frutos, se evaluaron 100 frutos por unidad experimental y para medir la severidad de *Alternaria solani* en plantas, se evaluaron 10 plantas por unidad experimental. Para poder cuantificarla, se utilizó la siguiente escala ordinal, asignándole un número a cada una de las categorías:

Cuadro 3.3.2.1.- Cuantificación del grado de severidad de *Alternaria solani* y *Alternaria alternata*, sobre los frutos y follaje en plantas de un cultivo de tomate agroindustrial.

Grado de severidad	Gravedad de Síntomas
Grado 1	Planta sana
Grado 2	1-25% área del fruto/follaje afectado
Grado 3	26-50% área del fruto/follaje afectado
Grado 4	51-75% área del fruto/follaje afectado
Grado 5	76-100% área del fruto/follaje afectado

3.3.3.- Evaluación de rendimiento

Para medir el rendimiento, al momento de la cosecha se tomaron 100 frutos por cada unidad experimental, las cuales se almacenaron en recipientes plásticos, para poder ser trasladados posteriormente al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Talca, lugar en donde se midió rendimiento total, mediante la utilización de una balanza electrónica.

3.4.- Diseño experimental.

Los tratamientos evaluados se ordenaron en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones. La unidad experimental corresponde a parcelas de 3 hileras de 5 metros de largo cada una.

3.5.- Análisis de los resultados.

El análisis estadístico de los datos obtenidos fue realizado con el programa statgraphics centurión XVI.

Los resultados de incidencia de hojas y frutos, y los resultados de rendimiento obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Para aquellos casos en que éste indica la presencia de diferencias significativas, se procedió a comparar las medias a través de la prueba de Tukey, con un 5% de significancia.

En cuanto a severidad, los resultados fueron analizados a través del test de Kruskal Wallis y una prueba de separación de medias de Tukey (5% de significancia) en caso de resultar ésta significativa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Incidencia y severidad de *Alternaria solani* en plantas

La incidencia y severidad de *Alternaria solani* en plantas de tomate industrial se evaluaron en una oportunidad, antes de la tercera aplicación, el día 23 de febrero de 2015. Los resultados de dichas evaluaciones se resumen en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Incidencia (%) y severidad de tizón temprano (*Alternaria solani*) para diferentes tratamientos de control en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.

N°	Tratamientos	Dosis L o kg /ha	Incidencia en hojas (%)		Severidad en hojas
1	Testigo	-	62,5	b ¹	2,75
2	Fluopiram + Tebuconazole	0,5	42,5	ab	2,5
3	Fluopiram + Tebuconazole	0,75	35,0	a	2,5
4	Fluopiram + Tebuconazole	1	45,0	ab	3,0
5	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	0,75 + 0,2	37,5	a	2,5
6	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	1 + 0,2	25,0	a	2,0
7	Fluopiram + Tebuconazole + Fungicida biológico+ Adherente	0,75 + 3 + 0,2	30,0	a	2,25
8	Programa del agricultor	-	22,5	a	2,0
Significancia			**		n.s.

¹ Promedios en una columna unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente. Test HSD ($p \leq 0,05$).

* Significativo $p < 0,05$; ** altamente significativo $p < 0,01$; n.s. No significativo.

4.1.1.- Incidencia de *Alternaria solani* en planta

Debido a las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el ensayo se pudo observar altos niveles de incidencia del patógeno en el cultivo, llegando a un 62,5 % en el tratamiento testigo (T1).

Dentro de los ocho tratamientos, hubo dos que presentaron un nivel de control intermedio sobre *Alternaria solani* en contraste con el testigo. Estos correspondieron a T2 consistente en la mezcla de fluopiram y tebuconazole en su dosis baja (0,5 L/ha) el cual obtuvo 42,5 % de incidencia de *A. solani* y T4 correspondiente a la dosis alta de la mezcla de fluopiram y tebuconazole (1 L/ha) con un 45 % de incidencia del patógeno.

En comparación con el tratamiento testigo se destacaron cinco tratamientos en el control de *Alternaria solani* en tomate industrial, los cuales fueron: T3 (0,75 L/ha de la mezcla de fluopiram y tebuconazole) con un 35 % de incidencia, T5 (fluopiram y tebuconazole en su dosis media más un adherente en dosis de 0,2 L/ha) con un 37,5 % de incidencia, T6 (fluopiram y tebuconazole en dosis de 1 L/ha más un adherente en dosis de 0,2 L/ha) con un 25 % de incidencia, T7 (fluopiram y tebuconazole en su dosis media más un adherente a 0,2 L/ha y un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*) en dosis de 3 L/ha), con 30 % de incidencia de *A. solani* y finalmente T8 (programa de aplicaciones del agricultor) con un 22,5% de incidencia del patógeno. Estos cinco tratamientos no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sí y se mostraron efectivos en el control preventivo y curativo de “Tizón temprano” causado por *Alternaria solani*.

Estos resultados concuerdan con los de Fairchild *et al.* (2013) quienes realizaron un estudio de resistencia de *Alternaria solani* a diversos productos químicos en un huerto comercial de papas en Idaho, Estados Unidos. En este ensayo se comprueba que *A. solani* tiene resistencia a una amplia gama de fungicidas, pero no se demostró resistencia al ingrediente activo fluopiram debido a su estructura molecular fluorada. Esto explica el bajo porcentaje de incidencia de *A. solani* en los tratamientos donde se utilizó este ingrediente activo corroborando la eficacia de él en el control de dicho patógeno.

4.1.2.- Severidad de *Alternaria solani* en planta

A pesar de que el porcentaje de incidencia del patógeno *Alternaria solani* varió entre los distintos tratamientos, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en términos de severidad del patógeno ya mencionado entre los distintos programas de aplicación, obteniendo un valor-p mayor a 0,05 (no significativo).

Similares resultados obtuvieron Toledino *et al.* (2011) quienes evaluaron la severidad de *Alternaria solani* en tomate de la variedad Santa Clara cultivado bajo invernadero utilizando ingredientes activos como azoxystrobin, difenoconazole, metiram+piraclostrobin y tebuconazole, en Paraná, Brasil. Sus resultados demostraron que no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos químicos que utilizaron, pero a diferencia de los resultados obtenidos en el presente ensayo sus tratamientos químicos si se diferenciaron del tratamiento testigo. Esto probablemente se explica por el hecho de que en este último ensayo los tratamientos fueron inoculados con *A. solani* 15 días después de trasplante observándose una alta presión de inóculo llegando a un 96,81% de severidad en plantas. Por el contrario, en el presente ensayo el tratamiento testigo no superó el 50% de gravedad de daño en plantas.

4.2.- Incidencia y severidad de *Alternaria alternata* en frutos

La evaluación de incidencia y severidad de *Alternaria alternata* en frutos de tomate industrial se realizó al momento de cosecha el día 16 de marzo de 2015. Los resultados obtenidos en dicha evaluación se resumen en el cuadro 4.2.1.

Cuadro 4.2. Incidencia (%) y severidad de pudrición de fruto (*Alternaria alternata*) para diferentes tratamientos de control en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.

N°	Tratamientos	Dosis L o kg /ha	(%) Incidencia en frutos		Severidad en frutos
1	Testigo	-	22,25	c ¹	2,25
2	Fluopiram + Tebuconazole	0,5	10,0	b	2,0
3	Fluopiram + Tebuconazole	0,75	9,0	ab	2,0
4	Fluopiram + Tebuconazole	1	8,0	ab	2,0
5	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	0,75 + 0,2	6,0	ab	2,0
6	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	1 + 0,2	4,5	ab	2,0
7	Fluopiram + Tebuconazole + Fungicida biológico+ Adherente	0,75 + 3 + 0,2	3,5	a	2,0
8	Programa del agricultor	-	6,5	ab	2,0
<i>Significancia</i>			**		n.s.

¹ Promedios en una columna unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente. Test HSD ($p \leq 0,05$).

* Significativo $p < 0,05$; ** altamente significativo $p < 0,01$; n.s. No significativo.

4.2.1.- Incidencia de *Alternaria alternata* en fruto

Al igual que en la evaluación de incidencia de *A. solani* en planta, se observa que el tratamiento testigo (T1) destaca por la mayor presencia de *A. alternata* llegando a un 22,25 % de incidencia en frutos de tomate industrial.

Dentro de los tratamientos evaluados, T2 consistente en la dosis baja de la mezcla de fluopiram y tebuconazole (0,5 L/ha) fue el que tuvo menor efectividad en el control de *A. alternata* obteniendo una incidencia de 10% en los frutos, pero no fue estadísticamente diferente con los tratamientos que comparte la misma letra, los cuales son: T3, T4, T5, T6 y T8.

Dentro de los ocho tratamientos aplicados al ensayo, cinco presentaron un nivel de control intermedio sobre *A. alternata*. Estos fueron: T3, T4, T5, T6 y T8 (programa del agricultor) con un 9 %, 8 %, 6%, 4,5 % y 6,5% de incidencia del patógeno, respectivamente.

Finalmente el tratamiento siete (T7), el cual correspondió a la dosis media de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole aplicado conjuntamente con un adherente y con un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*), fue el que se destacó en el control de *Alternaria alternata*, obteniendo un 3,5 % de incidencia de este patógeno en frutos de tomate industrial.

Similares resultados se obtuvieron en el ensayo realizado por Saha *et al.* (2014) en el cual se evaluó la bioeficacia *in-vitro* de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole en diferentes dosis sobre la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en cultivo de ají. Los resultados obtenidos demostraron la eficiencia de esta mezcla en el control de esta enfermedad, concluyendo además que esta mezcla no sólo se puede utilizar en ají, sino que su uso se puede extender a otros cultivos. Como planteamiento futuro señalan que esta mezcla debe ser parte integral en la formulación de buenas prácticas agrícolas (BPA) debido a que ejerce control sobre distintos parámetros morfo-fisiológicos del hongo patógeno.

Cabe destacar que combina dos maneras de actuar sobre el microorganismo. Primero actúa sobre la cadena respiratoria, inhibiendo la enzima Succinato Deshidrogenasa (SDHI) a través de su ingrediente activo fluopiram. La siguiente forma es a través de tebuconazole en la inhibición de la síntesis del ergosterol, componente fundamental de las membranas celulares de los hongos (Bayer CropScience, 2015).

4.2.2.- Severidad de *Alternaria alternata* en fruto

Al igual que en la evaluación de severidad de *A. solani* en planta y a pesar de que el porcentaje de incidencia de *Alternaria alternata* varió entre los distintos tratamientos, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en términos de severidad del patógeno en frutos entre los tratamientos, obteniendo un valor-p mayor a 0,05 (no significativo).

Esto se explicaría por la baja presencia de inóculo en frutos de tomate industrial, alcanzando un 22,25% de incidencia en el tratamiento testigo. Lo anterior debido a que en la temporada 2014-2015 no existieron condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo de *A. alternata*, con registros de humedad relativa entre 50 y 60% a fines de febrero y 60- 70% a principios de marzo (Agromet, 2015). Se debe tener presente que el óptimo para el desarrollo de este patógeno es una humedad relativa sobre el 90% y temperaturas entre 24 y 30 °C (Estay y Bruna, 2002).

2.3.- Evaluación de rendimiento de frutos

Junto a la evaluación de incidencia y severidad de *Alternaria alternata* en frutos de tomate industrial se realizó una evaluación de rendimiento al momento de cosecha el día 16 de marzo de 2015. Los resultados de dicha evaluación se resumen en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Rendimiento (kg) para los diferentes tratamientos de control de *Alternaria alternata* en tomate agroindustrial, San Clemente, temporada 2014-2015. Evaluación 23 de febrero de 2015.

N°	Tratamientos	Dosis L o kg /ha	Rendimiento (kg)
1	Testigo	-	5,93
2	Fluopiram + Tebuconazole	0,5	6,74
3	Fluopiram + Tebuconazole	0,75	7,2
4	Fluopiram + Tebuconazole	1	7,7
5	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	0,75 + 0,2	7,24
6	Fluopiram + Tebuconazole + Adherente	1 + 0,2	7,2
7	Fluopiram + Tebuconazole + Fungicida biológico+ Adherente	0,75 + 3 + 0,2	8,06
8	Programa del agricultor	-	7,59
Significancia			n.s.

¹ Promedios en una columna unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente. Test HSD ($p \leq 0,05$).

* Significativo $p < 0,05$; ** altamente significativo $p < 0,01$; n.s. No significativo.

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos en términos de rendimiento, obteniendo un valor-p mayor a 0,05 (no significativo).

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Bentivoglio *et al.* (2009) quienes evaluaron la incidencia de *Alternaria alternata* en hojas y frutos, y la productividad en Tangelos, cv. Minneola. En este ensayo se realizaron 5 aplicaciones de los ingredientes activos azoxystrobin, pyraclostrobin, trifloxystrobin + propineb, mancozeb, difenoconazole, trifloxystrobin + propiconazole, iprodione, trifloxystrobin + tebuconazole en un huerto comercial ubicado en Ponta Grossa, Brasil. A partir de los resultados concluyeron que la productividad de tangelos fue indiferente a las aplicaciones de los distintos productos químicos.

También Toledino *et al.* (2011) en un ensayo realizado en Paraná, Brasil, evaluaron la severidad de *Alternaria solani* y la productividad de tomate de la variedad Santa Clara cultivado

bajo invernadero utilizando ingredientes activos como azoxystrobin, difenoconazole, metiram+piraclostrobin y tebuconazole. Se utilizaron dos métodos de aplicación: pulverización convencional y aplicación por el sistema de riego por goteo. Se obtuvo como resultado que el uso de distintos ingredientes activos no tiene repercusiones sobre la productividad de tomate. Además, es necesario mencionar que los distintos tratamientos con productos químicos se diferenciaron del tratamiento testigo debido a que este ensayo fue inoculado con *A. solani* 15 días después de trasplantar, por lo que la presencia del inóculo fue alta.

V. CONCLUSIONES

Los menores niveles de incidencia de tizón temprano (*Alternaria solani*) en plantas de tomate industrial lo presentaron los tratamientos: fluopiram más tebuconazole en su dosis media, fluopiram más tebuconazole en sus dosis media y alta en conjunto con un adherente, la dosis media de la mezcla de fluopiram y tebuconazole en conjunto con un adherente y un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*) y el programa de aplicaciones del agricultor.

En cuanto a reducción de la incidencia de pudrición de frutos asociado a *A. alternata*, la dosis media de la mezcla de los ingredientes activos fluopiram y tebuconazole aplicado en conjunto con un adherente y con un fungicida biológico (*Bacillus subtilis*), destacó por sobre los demás tratamientos.

En lo que respecta a la severidad de *Alternaria alternata* y *Alternaria solani* en fruto y planta respectivamente, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para las dos evaluaciones.

Para rendimiento de frutos tampoco se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos por lo que se concluye que el uso de los distintos ingredientes activos utilizados en este ensayo no influye sobre la productividad de tomate para uso industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 2007. Fitopatología. Guzmán, M. 2 ed. México. Limusa. Pag 838 pág.

- Agromet, Red agrometeorológica de INIA. [En línea]. INIA (Instituto nacional de investigación agropecuaria). San Clemente, Chile. Recuperado en: <<http://agromet.inia.cl/estaciones.php>>. Consultado el: 29 de Octubre de 2015.

- Apablaza, G. 1999. Patología de cultivos, epidemiología y control holístico. 1 ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 347 pág.

- Bayer CropScience. 2015. Luna Experience 400 SC. (Folleto), Bayer CropScience, Santiago, Chile. 4 pág. Recuperado en: <http://www.bayercropscience.cl/upfiles/folletos/BAYER_-_FOLLETO_LUNA.PDF> Consultado el: 29 de Octubre de 2015.

- Bayer CropScience. 2015. Serenade. (Folleto), Bayer CropScience, Santiago, Chile. 4 pág. Recuperado en: http://www.cropscience.bayer.cl/upfiles/folletos/Serenade_en_Baja.pdf> Consultado el: 29 de Diciembre de 2015.

- Blancard, D.; H. Laterrot.; G. Marchoux.; T. y T. Candresse. 2011. Enfermedades del tomate. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 67 pág.

- Bentivoglio, A.; Paulossi, T.; Story, W. y Furtado, L. 2009. Eficiência e custo do controle químico da mancha de alternaria em tangor murcote. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Brasil. 6 pág.

- Bruna, A. 2005. Enfermedades del Tomate en Chile: Estrategias de Manejo Integrado. (cap. 7, pp. 63-70). En: G. Saavedra y M. González (Eds.). Producción de Tomate para procesamiento. [En línea]. Santiago, Chile: INIA. 108p. (Serie Actas N°32). Recuperado en: <<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33520.pdf>> Consultado el: 17 de Junio de 2015.

- Escalona, V.; Alvarado, P.; Monardes, H.; Urbina, C. y Martin, A. 2009. Manual del cultivo del tomate. Nodo agrícola vi región. Innova Chile CORFO. Facultad de ciencias agronómicas Universidad de Chile. 60 pág. Recuperado en: <http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf> Consultado el: 17 de Junio de 2015.

- Estay, P. y Bruna, A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile. Santiago, Chile. Instituto de investigación agropecuaria, INIA 111 pág.
- Fairchild, K.; Miles, T. and Wharton, P. 2013. Assessing fungicide resistance in populations of *Alternaria* in Idaho potato fields. University of Idaho, Idaho, USA. 9 pág.
- Galaz, J. 2001. Evaluación in vitro de la efectividad de *Trichoderma longibrachiatum* como agente biocontrolador de *Alternaria alternata*. Memoria de título Ingeniero Agrónomo. Talca, Chile: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. 66 h.
- INE. 2014. Cultivos anuales esenciales: Intenciones de siembra año agrícola 2014/2015, Instituto Nacional de Estadísticas, INE. [En línea]. Santiago, Chile: INE. 2 p. Recuperado en: <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/2014/informe_intencion_es_siembra_junio_2014.pdf> Consultado el: 02 de Febrero de 2015.
- Latorre, B. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. 6 ed. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 638 pág.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 793 pág.
- ODEPA. 2014. El mercado del tomate para consumo fresco. Oficina de estudios y políticas agrarias, ODEPA, Ministerio de Agricultura. [En línea]. Santiago, Chile: ODEPA. 5 p. Recuperado en: < http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1418996964tomate2014.pdf> Consultado el: 17 de Junio de 2015.
- ODEPA 2015. Estimación de superficie sembrada de cultivos anuales. Consultado el 22 de abril, 2015. Recuperado en: < <http://www.odepa.cl/cultivos-anuales-superficie-produccion-y-rendimientos-4/>> Consultado el: 17 de Junio de 2015.
- Rodríguez, R; Tabares J.M. y Medina J.A. 2001. Cultivo moderno del tomate. 2 ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 255 pág.
- Saha, S.; Jadhav, M.; Ahammed, T.; Banerjee, K.; Sharma, B.; Loganathan, M. y Rai, A. 2014. Safety assessment and bioefficacy of fluopyram 20 % + tebuconazole 20 % -40 SC in Chilli, *Capsicum annum* L. against anthracnose disease. The National Academy of Sciences, India. 8 pág.

ANEXOS

Anexo 1

N° aplicación	Frecuencia (días)	D.D.T.	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis (Kg o Lt / há)	Mojamiento Lt/há.	Fecha aplicación
1		20	Mastercop	Sulfato de cobre	0,2	200	14-11-2014
			Engeo	Thiametoxam + lambdacyhalotrina	0,15		
2	20	40	Fosfimax	Fosfito de Potasio	1	250	04-12-2014
			Vitaleo Forte	Lambdacyhalotrina	0,5		
			Zero 5 EC	Lambdacyhalotrina	0,2		
3	20	60	Glider 720 SC	Fertilizante (Aminoácidos+Fito hormonas)	2,5	300	24-12-2014
			Kendal	Clorotalonil	1		
			Gladiador 450 WP	Fertilizante foliar (N-P-K)	0,25		
			N-Boron	Acetamiprid + Lambdacyhalotrina	1,5		
4	15	75	Ampligo 150 SC	Fertilizante foliar (B-N)	0,2	400	08-01-2015
			Fast Plus 1,8	Abamectina	0,75		
			Equation pro	Famoxadona	0,5		
5	15	90	Comet	Pyraclostrobin	0,5	400	23-01-2015
			Belt 480 SC	Flubendiamida	0,1		
			Azufre AN600	Azufre	2		
6	15	105	Induce pH	Surfactante Poligliconado	0,25	500	07-02-2015
			Defender Potasio	Fertilizante foliar (K)	2		
			Coragen	Clorantroliprole	0,15		
			Mystic 520	Trifloxistrobina	0,6		
7	10	115	Induce pH	Surfactante Poligliconado	0,25	500	17-02-2015
			Amistar Top	Azoxistrobina	0,5		
			Defender Potasio	Fertilizante foliar (K)	2		
			Karate Zeon	Lambdacyhalotrina	0,2		
8	10	125	Induce pH	Surfactante Poligliconado	0,25	500	27-02-2015
			Score 250 EC	Difenoconazole	0,5		

Figura 7.1.- Programa de aplicaciones del agricultor correspondiente al tratamiento ocho (T8) del ensayo. San Clemente, temporada 2014-2015.

Anexo 2



Figura 7.2.- Lesión en fruto de tomate industrial causada por *Alternaria alternata*, observada durante evaluación realizada el día 16 de marzo de 2015. Laboratorio de Sanidad Vegetal, Universidad de Talca.

Anexo 3



Figura 7.3.- Lesión en fruto de tomate industrial causada por *Alternaria alternata*, observada durante aplicación realizada el día 23 de febrero de 2015. San Clemente, temporada 2014-2015.

Anexo 4



Figura 7.4.- Lesión en hoja de tomate industrial causada por *Alternaria solani*, observada durante aplicación realizada el día 23 de febrero de 2015. San Clemente, temporada 2014-2015.

Anexo 5



Figura 7.5.- Conidias de *Alternaria alternata* observada bajo microscopía óptica. Laboratorio de Sanidad Vegetal, Universidad de Talca.

Anexo 6

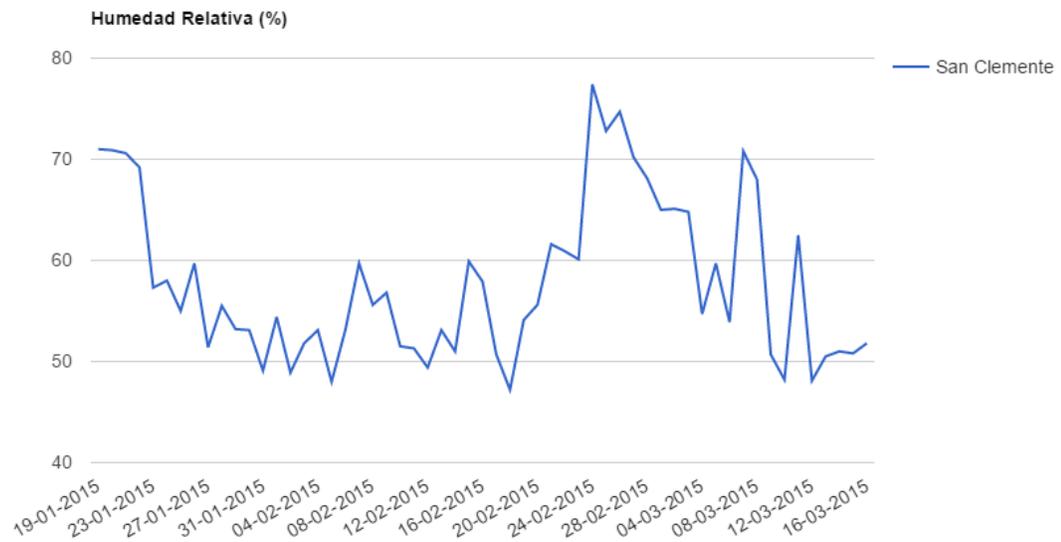


Figura 7.6.- Grafico de Humedad Relativa registrada en la comuna de San Clemente, desde 19 de enero a 16 de marzo de 2015.

Fuente: Agromet, Inia (Instituto nacional de investigación agropecuaria).

- Toledino, J.; Rezende, R.; Itako, A.; De Freitas, P. y Frizzone, J. 2011. Drip fungigation in early blight control of tomato. Paraná, Brasil. Universidade Estadual de Maringá. 6 pág.