



CAPÍTULO III

CONTROL QUÍMICO DE TIZÓN TEMPRANO Y PUDRICIÓN DE FRUTO

Claudio Sandoval Briones
Master of Science, Doctor
Universidad de Talca / Semillas Antufén

Fernanda Nuñez Abarca
Ingeniero Agrónomo, Magister en Ciencias Agrarias
Consultor Privado

El tizón temprano y la pudrición negra causadas por *Alternaria solani* y *A. alternata* respectivamente, son las enfermedades de mayor importancia en tomates con destino agroindustrial en Chile. La presencia de ambas patologías, genera disminuciones tanto en rendimiento como calidad del fruto, lo que produce rechazo de éste en las plantas procesadoras generando un importante daño económico.

De la producción total de tomate agroindustrial se destina alrededor de un 70 % a la producción de pasta de tomates, que corresponde a un concentrado del jugo, resultado de extraer la piel y las semillas mediante tamización del tomate triturado. La tendencia tanto en Chile como en el mundo, es al aumento del consumo de este producto debido al tipo de alimentación que se lleva hoy en día.

Por las características del cultivo (extensivo, con plantas y frutos creciendo cerca del suelo), la pudrición negra es considerada la enfermedad más importante en tomate industrial, alcanzando pérdidas que pueden llegar a un 15% del total de la producción. Además, este patógeno produce una disminución en el rendimiento e impacta negativamente la calidad de los frutos, aparte de ser causal de rechazo por parte de las plantas procesadoras debido a la baja calidad de los frutos por presencia de micelio.

En lo que respecta a tizón temprano, esta patología es de carácter más transversal, afectando tanto tomate para consumo fresco, como también aquel destinado a procesamiento. El agente causal infecta principalmente follaje, partiendo por hojas senescentes, moviéndose posteriormente hacia folíolos más jóvenes, estando determinado este avance en gran medida por condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad. Ataques severos, reducen el área foliar efectiva, lo que se traduce en una menor fotosíntesis y por ende finalmente en un menor rendimiento.

3.1 Opciones de control

Dentro de las opciones de método de control de enfermedades se encuentran las prácticas culturales, biológicas y químicas. Todas ellas en conjunto constituyen lo que se conoce como manejo integrado de enfermedades. Así destacan: la rotación de cultivos con especies que son menos susceptibles, utilización de semillas libres de los patógenos y debidamente desinfectada y almácigos provenientes de almacigueras sanas. Además, aparece como importante la eliminación de restos de plantas enfermas y malezas de la familia solanáceas que sean posibles hospederos de los patógenos, con el fin de reducir el potencial de inóculo. En superficies extensas, debido a la poca factibilidad de eliminar restos de cultivo, generalmente se opta por enterrar estos en profundidad a través de equipo de laboreo, con el fin de evitar que los tejidos con presencia del hongo queden expuestos a la superficie, evitando así la liberación de inóculo.

3.1.1 Control cultural

Como se mencionaba anteriormente, las medidas de control cultural se incluyen dentro de lo que se conoce como Manejo Integrado de Plagas (MIP). Estas constituyen el conjunto de prácticas culturales, biológicas, genéticas y de control químico utilizadas para prevenir el desarrollo de microorganismos dañinos que atacan a los cultivos.

Dentro de las opciones de manejo cultural esta la preparación de suelo, que consiste en llevar a cabo actividades en la tierra para favorecer una óptima germinación de la semilla y crecimiento del cultivo. Importante es el manejo de las malezas que puedan dañar al cultivo evitando la competencia por nutrientes, agua y luz. También se puede considerar como otra medida el sembrar dos o más variedades diferentes, con niveles de resistencia diferentes, con el fin de que los patógenos no tengan la capacidad de infectar el cultivo completo, lo que significaría su pérdida total. Las coberturas orgánicas, como aserrín, capotillo de arroz, paja u otros sirven para proteger el suelo. Estas, disminuye la aparición de malezas, mejoran la actividad de los microorganismos benéficos, protegen el suelo de la erosión, y lo mantienen húmedo.

Al mantener un cultivo libre de restos vegetales de temporadas anteriores, se desfavorece el desarrollo de enfermedades y reduce la presencia de posibles fuentes de inóculo. Esto es particularmente importante si los cultivos previos se han visto afectados por patógenos que también puedan infectar la nueva especie vegetal a cultivar. *Alternaria alternata* en particular presenta un amplio rango de hospederos, por lo que este factor debe ser considerado con mayor razón. En el caso de *A. solani*, este hongo se encuentra restringido a especies de la familia solanácea. Adicionalmente, y como otras formas de reducir posibles fuentes de inóculo está: empleo de material de propagación sano, libre de hongos, bacterias y virus; control adecuado de malezas para no tener huéspedes alternativos.

Otro aspecto importante a considerar dentro de las prácticas de manejo dentro de un programa de control integrado es el monitoreo o revisión periódica del cultivo, verificando alteraciones en la planta como: cambio en la coloración tanto de follaje como de tallos, disminución del vigor, presencia de plantas con marchitez, desarrollo de manchas cloróticas o necróticas en tallos y hojas entre otras. De todos estos síntomas se puede llevar registro permitiendo el cálculo de parámetros como incidencia o severidad.

Se sugiere además al momento de implementar un programa de control integrado de enfermedades, incluir el empleo de cultivares resistentes a tizón temprano y pudrición negra, utilizar semillas sanas y desinfectadas, aplicar una fertilización equilibrada, evitando excesos de nitrógeno, mantener un adecuado estado hídrico para evitar la pudrición apical y rajaduras y eliminar malezas solanáceas hospederas del patógeno.

Otros métodos de control cultural adicionales son regar de día para evitar prolongada humedad nocturna, eliminación de las hojas más viejas después de realizada la primera cosecha. Si bien estos métodos ayudan a palear la incidencia del hongo, tienen un efecto parcial de prevención.

3.1.2 Control biológico

Dentro de los diferentes controladores biológicos que se han investigado para el control de hongos del género *Alternaria* spp. se encuentran:

Trichoderma longibrachiatum, el cual se ha demostrado un efectivo control de patógenos de este género mediante ensayos in vitro. En este se observó el gran poder biocontrolador de *T. longibrachiatum* el cual presentó capacidad de colonización micelar sobre *A. alternata*.

Bacillus subtilis, bacteria Gram positivo, aerobia estricta o facultativa, saprofita, también ha demostrado ser efectiva en el control de algunas especies de *Alternaria*. Una de las principales características por las cuales estas especies son investigadas es por producir antibióticos, otorgándole una característica de fungicida, logrando proteger a los cultivos de enfermedades causadas por hongos.

Pseudomonas aeruginosa, es una bacteria perteneciente a la familia Pseudomonadaceae y al grupo de las Gram negativas. Diferentes estudios han demostrado resultados positivos en el control de *Alternaria solani* en el cultivo de tomate. Algunas cepa puede componer un producto biológico llamado Gluticid que está constituido solamente por metabolitos, entre ellos el ácido salicílico, el cual estimula mecanismos de defensa de la planta (resistencia sistémica adquirida-SAR).

De los biocontroladores mencionados anteriormente, en el mercado es posible encontrar formulaciones comerciales de aislados de *Trichoderma* y *Bacillus* disponibles en el mercado. Sin embargo, es importante, previo a su uso, comprobar que han sido evaluados en el control del patógeno que se desea controlar. En términos generales los diferentes organismos antagonistas, tienden a ser bastante específicos en cuanto a las especies de hongos fitopatógenos que controlan.

Por otra parte, también es importante tener presente que el control biológico a través de biocontroladores, es fundamentalmente preventivo, siendo su principal modo de acción por competencia. Esto implica que, para lograr eficiencia en su empleo, es necesario que sean aplicados antes de que la enfermedad se presente y en reiteradas oportunidades. Además, se debe considerar que al momento de ser aplicados existan temperaturas adecuadas para su desarrollo y multiplicación.

3.1.3 Control químico

Este consiste en términos simples, en aplicaciones de fungicidas al follaje, dirigidas al control de *Alternaria solani* y *A. alternata*. Existen diferentes ingredientes activos que presentan una acción eficaz en el control de estos patógenos.

3.1.4 Tipos de fungicidas

Los diferentes fungicidas, al ser asperjados sobre un cultivo presentan diferentes maneras de actuar. Algunos sólo recubren con una capa las zonas asperjadas, no presentando movimiento posterior dentro del tejido vegetal. Estos corresponden a los fungicidas de contacto, los que sólo presentan acción preventiva, y por lo tanto deben ser aplicados antes de que se presente la enfermedad. Otros pueden además de cumplir la función de contacto, penetrar el tejido cortical, siendo clasificados éstos como fungicidas con acción penetrante. Por último, se encuentran los fungicidas que presentan la capacidad de no sólo cubrir el follaje, sino que también son capaces de penetrar en los haces vasculares, siendo éstos llamados sistémicos. Estos pueden presentar tanto acción erradicante (control previo a la aparición de síntomas) como curativa (acción una vez desarrollado los síntomas de la enfermedad).

a. Contacto (Preventivo)

- **Clorotalonil:** Ingrediente activo perteneciente al grupo químico de cloronitrilo, siendo un fungicida de contacto, con modo de acción preventivo, y un amplio espectro de control. Se recomienda el uso bajo un manejo integrado de enfermedades, realizando rotación de aplicación con otros ingredientes activos. Resulta eficiente en el control preventivo de enfermedades asociadas a *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia* spp. *Macrophomina phaseolina*, además de *Alternaria solani* y *A. alternata* entre otras.
- **Mancozeb:** Ingrediente activo del grupo químico de los ditiocarbamatos. Es un fungicida preventivo de contacto con acción de amplio espectro. Se recomienda su aplicación sólo o en mezcla con productos de acción curativa, en el control de enfermedades asociadas a Deuteromycetes u Oomycetes.
- **Propineb:** Ingrediente activo perteneciente a los ditiocarbamatos con actividad fungicida por contacto, de amplio campo de acción, buen efecto inicial y prolongada actividad residual. Impide el desarrollo de las conidias. Perteneciente al grupo de los inhibidores multisitio.
- **Zoxamida:** Ingrediente activo con actividad fungicida específica contra Oomicetos (mildius) a través del follaje, si bien también se ha demostrado su acción en el control de tizón temprano. Actúa deteniendo la división nuclear por enlace a la subunidad-b de la tubulina y rotura del citoesqueleto del microtúbulo.

b. Sistémicos (Erradicante, curativo)

- **Boscalid:** perteneciente al grupo químico de las Piridincarboxamidas (Carboxamida), presenta acción sistémica y translaminar. Esto permite que sea un fungicida tanto protector como curativo. Actúa inhibiendo la germinación de esporas, la elongación del tubo germinativo del hongo, el crecimiento micelial y la esporulación. También afecta a nivel de la respiración de los hongos, inhibiendo la acción de la enzima succinato ubiquinona reductasa en las mitocondrias. Resulta un ingrediente activo eficiente en el control curativo de *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia* spp. además de *Alternaria solani* y *A. alternata* entre otras,

- **Pyraclostrobin:** Perteneciente al grupo químico Metoxicarbamatos, actúa inhibiendo la germinación de las esporas, el desarrollo del tubo germinativo y la esporulación. presenta un nuevo modo de acción, por lo que es una alternativa para una estrategia anti-resistentes. Se recomienda no hacer más de dos aplicaciones consecutivas en la temporada.
- **Fluxapiroxad:** Ingrediente activo perteneciente al grupo químico de las Pirazolcarboxamidas, se caracteriza por controlar un amplio espectro de enfermedades provocadas por hongos. Es de acción sistémica y translaminar, con doble efecto, ya sea protector o curativo, inhibiendo los principales estados en el crecimiento del hongo. Se recomienda principalmente en aplicaciones preventivas.
- **Difenoconazole:** Es un ingrediente activo perteneciente al grupo químico de los triazoles. Es sistémico, con acción preventiva y curativa. Además, presenta efecto retroactivo, permite aplicaciones después de que se den las condiciones climáticas favorables para la infección del patógeno. Actúa como inhibidor de la biosíntesis de ergosterol de la membrana celular, impidiendo que se pueda desarrollar el patógeno. Es eficiente contra Ascomycetes, Basidiomycetes y Deuteromicetos incluyendo géneros como Alternaria, Rhizoctonia, Septoria, Venturia.
- **Azoxystrobin:** Pertenece al grupo químico de las estrobilurinas, posee una acción curativa, actuando en la inhibición de la respiración mitocondrial de las células de los hongos patógenos, además de impedir la germinación de esporas. En el caso de hongos Oomycetes, evita además la movilidad de las zoosporas. Resulta eficiente en el control de enfermedades como Mildiú, Oidio y fitón temprano. Se recomienda su aplicación en mezcla con otros ingredientes activos para evitar desarrollo de resistencia, no debiendo utilizarse más de tres veces en la temporada de crecimiento.
- **Dimetomorph:** Pertenece al grupo químico de morfolidinas, siendo su modo de acción translaminar y sistémico, con efecto protector y curativo. Impide la formación de la pared celular de hongos oomicetos. Asimismo su excelente actividad antiesporulante previene la producción de zoosporangios y zoosporas permitiendo que el potencial de reinfestación se reduzca significativamente.
- **Cymoxanil:** Ingrediente activo perteneciente al grupo químico de las acetimidias. Es un fungicida sistémico y de contacto, preventivo, curativo y erradicante, penetrante y con acción translaminar. Es efectivo contra la mayoría de los hongos del orden Peronosporales, causantes de mildiú. Además, tiene un alto poder de penetración en los tejidos vegetales, destruyendo selectivamente el micelio del hongo parásito durante su periodo de incubación impidiendo que se originen lesiones o daños en el cultivo.

3.1.5 Programas fitosanitarios

En términos generales los programas fitosanitarios se pueden dividir en dos tipos: calendario y en base a condiciones. En los primeros se definen aplicaciones en fechas pre-establecidas, independientes de las condiciones medio-ambientales y en el segundo las aplicaciones de producto se realizan en base a la presencia de condiciones de medioambiente que favorecen la dispersión e infección del patógeno. A continuación, se desarrollarán ambos tipos de programa.

a. Calendario: La figura 3.1 muestra el programa fitosanitario de la empresa Sugal para la producción de tomate industrial para la temporada 2015/2016, donde se visualizan los productos para el control de tizón temprano (*Alternaria solani*) y cancro (*Alternaria alternata*). Este programa está establecido de acuerdo al desarrollo del cultivo y sus diferentes estados fenológicos, definiendo un calendario de aplicaciones. Es posible visualizar en este programa que se comienza con productos preventivos (contacto) muy temprano con el objetivo de proteger el cultivo, como es el caso del ingrediente activo clorotalonil. Posteriormente se utilizan productos curativos y erradicantes como es el caso de pyraclostrobin, trifloxistrobina, azoxistrobina y difenoconazole, entre otros. El cambio obedece a que en etapas más tardías de desarrollo aumenta la presión de inóculo y por lo tanto se requiere de productos que actúen posterior a la infección del patógeno. Probablemente en zonas con muy baja presión de inóculo, donde se realiza rotación de cultivos, sea posible basar este programa calendario mayoritariamente en productos protectores o de contacto.

N° aplicación	Frecuencia (días)	D.D.T.	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis (Kg o Lt / ha)	Mojamiento Lt/ha.	Fecha aplicación
1		20	Mastercop	Sulfato de cobre	0,2	200	14-11-2014
			Engoo	Thiametoxam + lambdacyhalotrina	0,15		
2	20	40	Foslimax	Fosfito de Potasio	1	250	04-12-2014
			Vitalem Forte	Lambdacyhalotrina	0,5		
			Zero 5 EC	Lambdacyhalotrina	0,2		
3	20	60	Glider 720 SC	Fertilizante (Aminoácidos+Fitoahormonas)	2,5	300	24-12-2014
			Kendal	Clorotalonil	1		
			Gladiador 450 WP	Fertilizante foliar (N-P-K)	0,25		
			N-Bonn	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	Fenoxadona	0,5		
5	15	90	Comet	Pyraclostrobin	0,5	400	23-01-2015
			Belt 480 SC	Flubendiamida	0,1		
			Azulre AN600	Azulre	2		
6	15	105	Induce pH	Surfactante Poligliconado	0,25	500	07-02-2015
			Defender Potasio	Fertilizante foliar (K)	2		
			Coragen	Clorantraniliprole	0,15		
			Mystic 520	Trifloxistrobina	0,6		
			Induce pH	Surfactante Poligliconado	0,25		
7	10	115	Amistar Top	Azoxistrobina	0,5	500	17-02-2015
			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 3.1 Programa fitosanitario del cultivo del tomate industrial empresa Sugal.

b. En base a condiciones (pronóstico): En este caso el programa de aplicaciones se basa en la presencia de condiciones meteorológicas favorables para la esporulación, dispersión e infección del patógeno. En el caso particular de enfermedades asociadas a *Alternaria* en tomate agroindustrial, se implementaron dos modelos, lo que se detallan a continuación:

- **Tomcast:** Modelo desarrollado para el control de enfermedades como antracnosis, septoriosis de la hoja y tizón temprano en tomate. Este se basa en cuánto dura la humedad de la hoja y la temperatura media del aire durante el día, expresándose a través de valores de alerta que van de 0 a 4. Así el valor más bajo, corresponde a condiciones desfavorables y el más alto a muy favorables para la formación de esporas de *Alternaria solani* en el ambiente. Cuando el valor de gravedad supera un umbral determinado, se genera una alerta, debiéndose aplicar fungicidas. Este modelo plantea la reducción hasta de un 50% de las aplicaciones de fungicidas químicos sin afectar la calidad y rendimiento del cultivo.

El modelo Tomcast se basa en el Cuadro 3.1, donde se relaciona el número de horas de humedad y temperatura del aire promedio con un índice de severidad diario. La primera aplicación se realiza cuando este valor alcanza un nivel predeterminado por el productor, que se asocia al nivel de tolerancia (umbral) que este tenga para la presencia de la enfermedad. Así con tolerancias menores, el valor de severidad en el cual se aplicará será menor

Cuadro 3.1 Categorías del modelo Tomcast para determinar el nivel de severidad.

T(°C)	Índice de severidad diario				
	0	1	2	3	4
13-17	<6	7-15	16-20	>21	
18-20	<3	4-8	9-15	16-22	>23
21-25	<2	3-5	9-12	13-20	>21
26-29	<3	4-8	9-15	16-22	>23

Como parte de los trabajos realizados en la generación de una plataforma de alerta temprana para el control de *Alternaria*, en la temporada 2015-2016 se montaron dos ensayos en las localidades de San Clemente y Yerbos Buenas en la Región del Maule. En ambas localidades se evaluaron diferentes tratamientos (Cuadro 3.2) utilizando el modelo Tomcast. Además, se definieron los fungicidas a aplicar, dependiendo del índice de severidad que se presentara.

Cuadro 3.2 Tratamientos evaluados en el control de pudriciones de fruto en tomate agroindustrial. Talca. Temporada 2015/2016. Modelo Tomcast.

Trat.	Alerta	Ingrediente Activo
0	Testigo	-
1	Amarilla (2)	clorotalonil, piraclostrobin, difenoconazol, trifloxistrobin + pirimetanil
2	Roja (3 a 4)	azoxistrobin + difenoconazol, clorotalonil + azoxistrobin
3	Programa Agricultor	Programa Fitosanitario calendario

• **P-days:** Este modelo también considera las condiciones medioambientales propicias para la infección del patógeno. En este caso, los autores del Modelo de días propicios (P-days) se basan en que un día con un valor superior a 300 P-days es considerado un día adecuado para la producción de esporas del hongo *Alternaria*. Entre los factores a tener en cuenta se incluye la temperatura óptima para el desarrollo del patógeno, que para el caso de *Alternaria* es de 21°C, con una mínima de 7°C y una máxima de 30°C. Así, para el cálculo de los P-days, se utiliza la siguiente fórmula teniendo en cuenta la temperatura máxima y mínima:

$$P\text{-days} = \{1/24\{(5PT_{\min}) + (8P(2/3T_{\max})) + 8P(2/3T_{\max} + 1/3T_{\min})\} + (3PT_{\max})\}$$

Para la ejecución de este modelo en campo se establecieron 5 tratamientos (Cuadro 3.3): un testigo sin aplicación de fungicidas, cuatro tratamientos que se inician considerando distintos umbrales de 200 P-days acumulados, y un tratamiento que corresponde al programa fitosanitario según calendario del agricultor.

Cuadro 3.3 Tratamientos evaluados en el control de pudriciones de fruto en tomate agroindustrial. Talca. Temporada 2015/2016. Modelo P-days.

Trat.	P-days acumulados	Ingrediente Activo
0	Testigo	-
1	200	clorotalonil, clorotalonil + azoxystrobin
2	250	clorotalonil, clorotalonil + azoxystrobin
3	300	clorotalonil, clorotalonil + azoxystrobin
4	350	clorotalonil, clorotalonil + azoxystrobin
5	-	Programa Agricultor

3.2 Experiencia práctica en pronóstico, Temporada 15-16, Localidades de Yervas Buenas y San Clemente.

Los resultados de los ensayos montados en la temporada 2015 - 2016 en ambas localidades de la Región del Maule se muestran a través de tres parámetros evaluados:

Incidencia:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de frutos con pudrición} \times 100}{\text{Número total de frutos}}$$

Severidad:

Cuadro 3.4 Criterio utilizado para determinar severidad

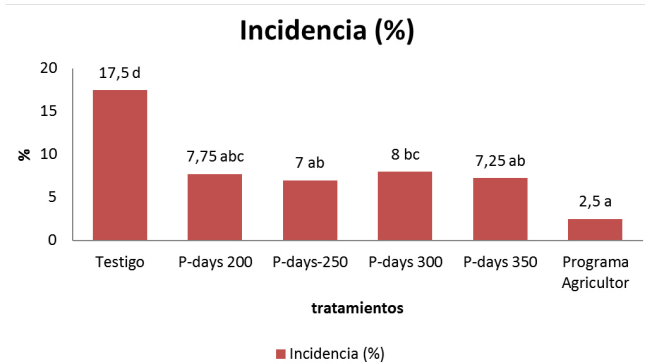
Grado de severidad	Gravedad de síntomas
Grado 1	Fruto sano
Grado 2	1-25% área del fruto afectada
Grado 3	26-50% área del fruto afectada
Grado 4	> 50% área del fruto afectada
350	clorotalonil, clorotalonil + azoxystrobin
-	Programa Agricultor

Rendimiento: El diseño experimental consideró cuatro repeticiones por tratamiento, con parcelas de tres hileras de ancho por cinco metros de largo, tomando 20 plantas de la hilera central para cada evaluación. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el programa estadístico Statgraphics centurión XVI.

3.2.1 Yervas Buenas

a) Incidencia: En términos estadísticos, todos los tratamientos en base a P-days fueron similares entre ellos y, salvo el iniciado a 300 P-days, no se diferenciaron del control calendario del agricultor. El testigo fue el que presentó mayor incidencia, diferenciándose de todos los tratamientos.

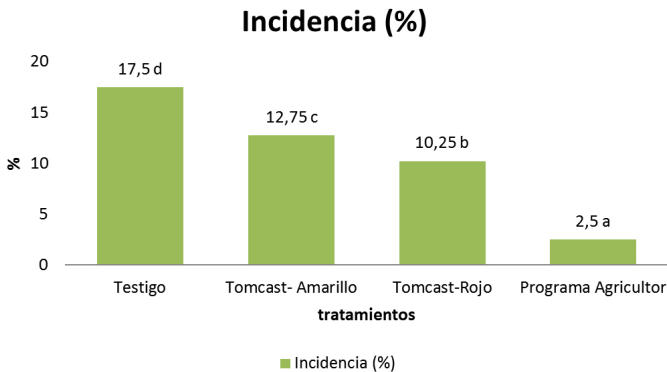
Todos los tratamientos se diferenciaron del tratamiento testigo sin aplicación de fungicidas para el control de pudrición de fruto asociado a *Alternaria* (Figura 3.1). El programa del agricultor, con aplicaciones calendario, y aquellos en que las aplicaciones se realizaron a los 200, 250 y 350 P-days acumulados fueron los que presentaron el menor porcentaje de frutos con sintomatología.



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

Figura 3.1 Incidencia de pudrición de frutos obtenidos en el ensayo de evaluación del modelo P-days en tomate agroindustrial. Yerbas Buenas.

En cuanto a la incidencia en los ensayos de evaluación del modelo Tomcast, todos los tratamientos se diferenciaron del testigo (Figura 3.2). El menor nivel de pudrición de frutos se observó en el programa de agricultor, seguido por el tratamiento con alerta roja, en el que el nivel de pudrición fue cuatro veces superior al programa del agricultor. En tanto que la alerta amarilla la pudrición fue cinco veces superior respecto del programa del agricultor.



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

Figura 3.2 Incidencia de pudrición de frutos a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo Tomcast en tomate agroindustrial. Yerbas Buenas.

b) Severidad: El ensayo de evaluación del modelo P-days mostró que los mejores tratamientos correspondieron al 1 (aplicación al acumularse 200 P-days) y el programa del agricultor (Cuadro 3.3), en tanto que los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron un comportamiento intermedio. El testigo finalmente, alcanzó un grado de severidad 4 (>50% de daño en fruto).

Cuadro 3.3 Severidad de pudrición de frutos a cosecha en el ensayo de evaluación del Modelo P-days en tomate agroindustrial. Yerbas Buenas. Temporada 2015/2016.

Trat.	P-days acumulados	Severidad	
0	Testigo	4	d
1	200	2	a
2	250	2,25	b
3	300	2,5	c
4	350	2,5	c
5	Programa Agricultor	2	a
	Significancia	**	

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

** altamente significativo $p < 0,01$.

En cuanto a la evaluación de severidad bajo el modelo Tomcast, el tratamiento que presentó una menor severidad correspondió al programa agricultor, seguido por el tratamiento con alerta Roja, y el tratamiento de alerta amarilla (Cuadro 3.4). Todos se diferenciaron del testigo sin aplicación.

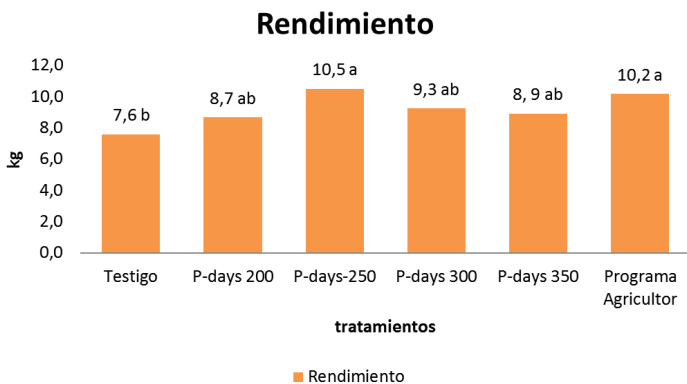
Cuadro 3.4 Severidad de pudrición de frutos a cosecha en el ensayo de evaluación del Modelo Tomcast en tomate agroindustrial. Yerbas Buenas. Temporada 2015/2016.

Trat.	Alerta Tomcast	Severidad	
0	Testigo	4	d
1	Amarilla (2)	3,25	c
2	Roja (3 a 4)	3	b
3	Programa Agricultor	2	a
	Significancia	**	

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

** altamente significativo $p < 0,01$.

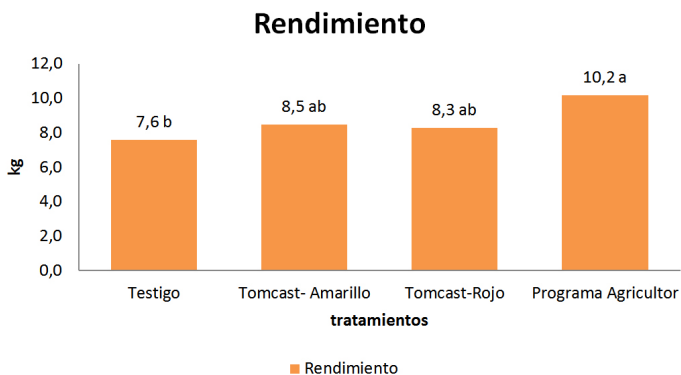
c) Rendimiento: Tanto los tratamientos en base a P-days, como el programa del agricultor fueron similares entre sí (Figura 3.3), sin embargo, sólo el programa del agricultor y 250 P-days fueron diferentes del testigo. Obteniéndose en este último alrededor de un 25% menos de rendimiento en relación a P-days 250 y al programa agricultor.



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

Figura 3.3 Rendimiento a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo P-days en tomate agroindustrial. Yervas Buenas.

En cuanto al rendimiento bajo el modelo Tomcast, (Figura 3.4), sólo el programa agricultor fue diferente del testigo, encontrándose diferencias en rendimiento muy similares a las observadas en el ensayo P-days.

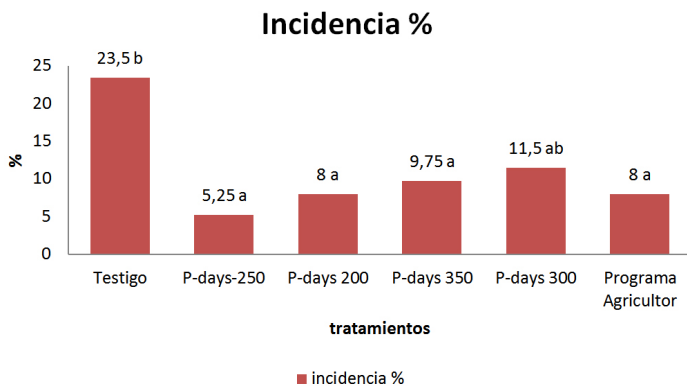


¹Promedios en una columna unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente. Test HSD ($p \leq 0,05$).

Figura 3.4 Rendimiento a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo Tomcast en tomate agroindustrial. Yervas Buenas.

3.2.2 San Clemente

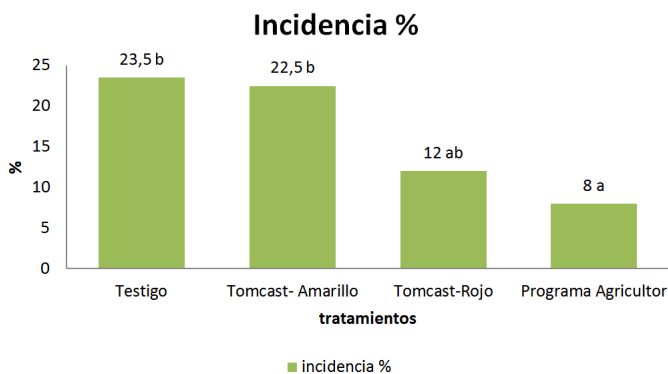
a) Incidencia: Respecto de la evaluación de incidencia a cosecha, bajo el modelo P-days (Figura 3.5), salvo el tratamiento aplicado a 300 P-days, todos los tratamientos se diferenciaron del testigo. La incidencia entre el testigo y aquellos tratamientos que se diferenciaron de él, fueron entre 2.3 y 4 veces superior en el testigo.



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

Figura 3.5 Incidencia de pudrición de frutos a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo P-days en tomate agroindustrial. San Clemente.

El nivel de incidencia de la enfermedad, bajo el uso de Tomcast (Figura 3.6), sólo fue diferente del testigo en el tratamiento con el programa del agricultor, cuya incidencia fue casi tres veces menor que la del testigo. Cabe señalar que, a pesar de no haber sido estadísticamente significativa, el nivel de incidencia bajo alerta roja, fue casi la mitad de la del testigo, no así en la alerta amarilla, la que fue casi igual que en el testigo.



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

Figura 3.5 Incidencia de pudrición de frutos a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo Tomcast en tomate agroindustrial. San Clemente.

b) Severidad: Los niveles de severidad en el modelo P-days, en la comuna de San Clemente, fueron similares tanto entre los tratamientos como respecto del testigo (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5 Severidad a cosecha de pudrición de frutos en el ensayo de evaluación del modelo P-days en tomate agroindustrial. San Clemente, Talca. Temporada 2015/2016.

Traf.	P-days acumulados	Severidad
0	Testigo	2,75
1	200	2
2	250	2,25
3	300	2,25
4	350	2,5
5	Programa Agricultor	2
	Significancia	n.s.

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

n.s. no significativo.

Para severidad el ensayo de evaluación del modelo Tomcast, tampoco mostró diferencias en el análisis estadístico entre los tratamientos (Cuadro 3.7).

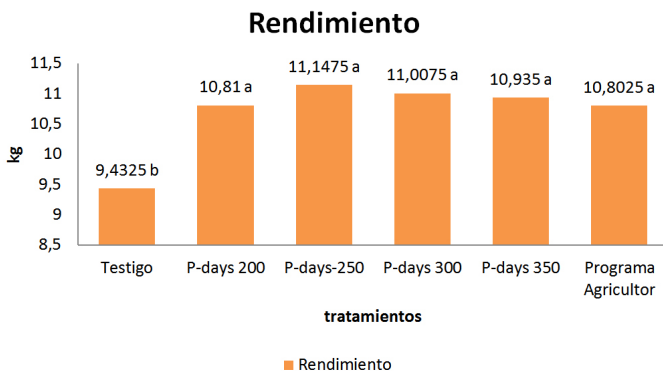
Cuadro 3.7 Severidad a cosecha de pudrición de frutos en el ensayo de evaluación del Modelo Tomcast en tomate agroindustrial. San Clemente, Talca. Temporada 2015/2016.

Trat.	Alerta Tomcast	Severidad
0	Testigo	2,75
1	Amarilla (2)	2,5
2	Roja (3 a 4)	2,25
3	Programa Agricultor	2
	Significancia	n.s.

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

n.s. no significativo.

c) Rendimiento: El rendimiento obtenido bajo el modelo P-days fue igual para el programa del agricultor y para los distintos P-days evaluados (figura 3.6), siendo todos mayores al testigo.

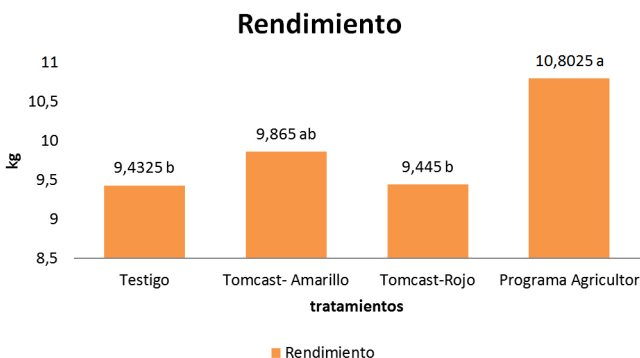


¹Promedios en una columna unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente.

Test HSD ($p \leq 0,05$).

Figura 3.6 Rendimiento a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo P-days en tomate agroindustrial. San Clemente.

En cuanto a las evaluaciones de rendimiento bajo el modelo Tomcast, sólo el Programa Agricultor fue diferente del testigo (Figura 3.7). Tanto el tratamiento con alerta roja como amarilla no se diferenciaron del testigo.



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

Figura 3.7 Rendimiento a cosecha en el ensayo de evaluación del modelo Tomcast en tomate agroindustrial. San Clemente.

3.3 Conclusiones

En base a estos resultados no es posible tener conclusiones claras con respecto a si un sistema de pronóstico resulta mejor que un programa de aplicaciones calendario. Es necesario disponer de temporadas adicionales para llegar a una recomendación certera, más aun teniendo en cuenta que en un sistema de pronóstico son muchas las variables involucradas. Sin embargo, es importante también considerar el factor económico. Un programa calendario muy intensivo, con aplicaciones semanales, resulta más caro que uno en base a condiciones siguiendo alertas en base a un modelo. Por lo anterior es importante al momento de comparar no sólo considerar la incidencia o rendimiento final, sino también la relación costo beneficio.

Literatura Consultada

- Anasac, 2014. Pugil 720SC (En línea). Chile. Disponible en: <http://www.anasac.cl/agropecuario/productos/pugil-720-sc/>
- BASF, 2012 a. Cantus. (En línea). Chile. Disponible en: http://www.basf.cl/sac/web/chile/es_ES/agro/productos/fungicidas/cantus.
- BASF, 2012 b. Comet. (En línea). Chile. Disponible en: http://www.basf.cl/sac/web/chile/es_ES/agro/productos/fungicidas/comet.
- BASF, 2014. (En línea). Chile. Disponible en: http://www.agro.basf.es/agroportal/es/es/crop_protection/crop_protectionproduct_catalogue/product_details_1752.html
- BESSEN CHEMICAL. 2014. Difenconazole. (En línea) Disponible en <http://www.chinese-pesticide.com/fungicidas/difenoconazole.htm>. Consultado el 15 Julio 2015.
- Bruna, A. 2003. El moho negro de los tomates: Las aplicaciones de fungicidas se pueden bajar a un tercio. Revista Tierra Adentro 52 pp 20-21.
- Bruna, A. 2006. Enfermedades del tomate en Chile, estrategias de manejo integrado. En: Saavedra, G. y González, M. Producción para Tomate para Procesamiento. Serie Actas N° 32. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 108 p.
- Escaff, M. 2006. Variedades de tomate para procesamiento: comportamiento agronómico e industrial en Chile. En: Saavedra, G. y González, M. Producción para Tomate para Procesamiento. Serie Actas N° 32. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 108 p.
- Estay, P. y Bruna, A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile. Santiago, Chile. Instituto de investigación agropecuaria, INIA 111 pág.
- FAO. 2011. Evaluation of Difenconazole. (en línea) Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation07/Difenconazole.pdf. Consultado el 01 de Noviembre, 2014.
- 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 p.
- Gent, D. H., and Schwartz, H. F. 2003. Validation of potato early blight disease forecast models for Colorado using various sources of meteorological data. Plant Dis. 87:78-84.

Márquez, F. 2007. Aislamiento y taxonomía de bacterias del genero *Bacillus* recolectadas en suelos de un bosque de *Pinus radiata* y una pradera permanente en distintas épocas de muestreo. Tesis. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias. 2007. 74p.

Madden, L., Pennypacker, S.P. and MacNab, A. A. 1978. FAST, a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. *Phytopathology* 68: 1354-1358. http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1978Articles/Phyto68n09_1354.pdf

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 793 p.

Pitblado, R.E. 1992. Development and implementation of Tom-Cast. Ontario Ministry of Agriculture and Food Publications.

Rodríguez, R; Tabares J.M. y Medina J.A. 2001. Cultivo moderno del tomate. 2 ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 255 p.

Rodríguez, F. y Stefanova, M. 2005. Control biológico del Tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de campo. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600.

SAG, 2014. (En línea) Disponible en: <http://www.sag.cl/sites/default/files/Mancozeb%2080%20PM%2009-12-2011.pdf>

Sandoval, C. 2004. Manejo integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos. FAO, Chile.

Syngenta, 2014. Ortiva. (en línea) Recuperado en: http://www.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion_cultivos/fungicidas/Paginas/ortiva.aspx

Syngenta, 2011. Score 250 EC. (En línea). Disponible en: <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Score250EC.pdf>

Tapia, B. 2013. La industria de la pasta de tomate. Santiago, Chile: ODEPA. [en línea] Recuperado en: <http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/11024.pdf>
> Consultado el: 01 de Mayo 2014.

Terralia, 2014. (En línea) Disponible en: http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=7246&base=2014.