

URUGUAY

**HACIA UN MANEJO
INTEGRADO Y SUSTENTABLE
DE PENICILLIUM EN
POSCOSECHA DE CÍTRICOS:**

Utilización de sales en el drencheado de frutos cítricos

Jornada de Divulgación

**Programa de Investigación
en Producción Citrícola
INIA Salto Grande**

**3 de Setiembre de 2010
Serie Actividades de
Difusión N° 617**

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc. Enzo Benech - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Ing. Agr. José Bonica

Dr. Alvaro Bentancur



Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen

Ing. Agr. Mario Costa



HACIA UN MANEJO INTEGRADO Y SUSTENTABLE DE *PENICILLIUM* EN POSCOSECHA DE CÍTRICOS:

Uso de sales para el control de *Penicillium digitatum* en poscosecha de cítricos

AVANCES DE INVESTIGACION 2010

Joanna Lado, Eleana Luque, Ricardo Anchorena y Guillermo Silva

1. INTRODUCCION

En las plantas de empaque de cítricos de Uruguay una de las causas principales del deterioro de la fruta se debe al ataque de *Penicillium* spp. Uno de los motivos que favorece la infección inicial de estos hongos son las heridas que se producen en la fruta durante la cosecha, transporte y procesamiento. La facilidad con que se producen estas heridas durante la cosecha, hacen que el control de las enfermedades durante la poscosecha sea clave para mantener la calidad en almacenamiento y vida mostrador.

En Uruguay y en el mundo, el control de patógenos que deterioran la calidad de la fruta en la poscosecha se encuentra basado principalmente en fungicidas. Los principios activos disponibles y efectivos son escasos, redundando en el uso continuado de los mismos. Esto ha llevado a la proliferación de aislamientos resistentes en las plantas de empaque, debiendo aplicar una dosis mayor para obtener un control efectivo. En adición a esta problemática, existe la realidad de las crecientes exigencias de los mercados de destino en cuanto a calidad e inocuidad. La presencia de residuos de fungicidas (fuera del número y cantidad permitida por el cliente) sobre la fruta es causa de rechazo de contenedores en destino.

Por lo expuesto, el objetivo principal de las actividades de poscosecha del Programa Nacional de Producción Citrícola de INIA se centra en el desarrollo de alternativas de manejo de *Penicillium* spp. que permitan minimizar la presencia de residuos de fungicidas en la fruta, el ambiente y el trabajador, así como también contribuir a la reducción de la presencia de biotipos resistentes a Imazalil en plantas de empaque.

Hemos avanzado en el conocimiento de los patógenos y sus características (resistencia al imazalil-IMZ y/o nuevas alternativas: pirimetanil-PYR y fludioxonil-FLU, habilidad para atacar distintas variedades), así como la efectividad de distintas herramientas para su control en poscosecha.

En esta jornada se presentan resultados de las evaluaciones de nuevas alternativas para el drenchado de mandarinas tempranas y naranjas de ombligo. Estos tratamientos poseen como objetivo evitar el desarrollo de patógenos durante el proceso de desverdizado de la fruta, así como durante el tiempo que la fruta se encuentre en la planta de empaque previo a ser trabajada y empacada. Esta herramienta es fundamental para minimizar la carga de esporas de patógenos en las plantas de empaque, evitando la contaminación posterior de cámaras, superficies, envases, etc.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO PRE Y POSCOSECHA DE MANDARINAS TEMPRANAS (SATSUMAS Y CLEMENTINAS)

1. Introducción

Debido a las crecientes exigencias de los distintos mercados y al desarrollo de resistencia por parte de los patógenos, es necesario contar con alternativas a los principios activos más utilizados para el manejo de esta enfermedad en poscosecha de cítricos. Esta problemática es compartida por distintos países, evaluándose productos alternativos a los fungicidas más utilizados (SOPP, Prochloraz, Imazalil y Tiabendazol). Existen distintos trabajos a nivel mundial orientados a la evaluación de nuevos principios activos (pyrimethanil, fludioxonil, azoxystrobin), así como de aditivos alimentarios (carbonatos, bicarbonatos de sodio y potasio, sorbato de potasio). Los fosfitos (calcio, potasio) han sido estudiados como elicitores de resistencia, minimizando el desarrollo de patógenos en diversos cultivos (Deliopoulos et al., 2010), aunque existe poca información de su aplicación y efecto sobre las enfermedades de poscosecha en cítricos.

En lo que respecta a aplicaciones poscosecha, en la mayoría de los trabajos realizados se ha observado que la efectividad de los tratamientos en agua ha sido mayor cuando los mismos se aplican mediante la inmersión de la fruta, en comparación con aquellos realizados por aspersión o drencher (Smilanick et al. 1997a, Smilanick et al. 2006b, Smilanick et al. 2008). En este trabajo se plantea la evaluación de la efectividad de distintas alternativas para el control de *P. digitatum*, aplicadas mediante drencher y/o inmersión.

Se evaluó la efectividad de sales (bicarbonato de sodio, sorbato de potasio, propionato de calcio), fosfito de calcio y fungicidas (imazalil y pirimetanil) aplicados solos o en diferentes combinaciones para el control de aislamientos sensibles y resistentes a IMZ. El objetivo final es proteger la fruta del ataque de patógenos durante el proceso de desverdizado, contando con nuevas alternativas "cero residuos" o con combinaciones con los principios activos más utilizados que potenciaran la acción de estos últimos.

2. Materiales y métodos.

2.1. Aplicaciones poscosecha en mandarinas tempranas (satsumas y clementinas)

La fruta de mandarina var. Satsuma Owari y var. Clementina Fina fue cosechada en cuadros comerciales ubicados en Salto, inoculándose la mitad de la fruta con *Penicillium digitatum*, permaneciendo el resto sin inocular (inoculación natural). La inoculación se realizó con un punzón de acero inoxidable, de 2 mm de profundidad y 1 mm de ancho, a una concentración de $1,0 \times 10^6$ esporas/ml (Eckert y Brown, 1986). La aplicación de tratamientos en el drencher se realizó 18 horas luego de la inoculación. Toda la fruta fue tratada mediante drencher, siendo los tratamientos evaluados los siguientes:

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en drencher para ambas variedades.

Satsumas		Clementinas	
Principio activo	Concentración (* $\mu\text{L L}^{-1}$)	Principio activo	Concentración (* $\mu\text{L L}^{-1}$)
FCa	1 o 2 % (v/v)-	KS	2 % (p/v)
KS	2 % (p/v)	BIC	3 % (p/v)
BIC	3 % (p/v)	KS + BIC	2 % + 3 %
PropCa	2 o 3 % (p/v)	FCa	1 % (v/v)
TestQta		TestQta	
(Procloraz+Guazatina+ 2,4D)	1000* + 1000* + 25*	(Procloraz+Guazatina+ 2,4D)	1000*+1000*
		AC	1000*

Referencias: FCa=fosfito de calcio (Afital); KS=sorbato de potasio; BIC=bicarbonato de sodio; PropCa=propionato de calcio; AC=amonio cuaternario

Las formulaciones químicas evaluadas fueron las siguientes: Procloraz (Fruitgard PRO, Enzur S.A.), Guazatina (Fruitgard AG, Enzur S.A.) y 2,4 D (Citrusfix, Lanafil S.A.). El BIC y KS (Pharma Chemical, Jiangsu, China), Afital (Agro-Emcodi S.A.) PropCa (Petroquim Argentina S.A.) y amonio cuaternario (Sporekill, Enfoque).

Luego de aplicado el tratamiento, la fruta fue desverdizada (96 horas a 19-21° C, 95 % HR y 3 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno), evaluándose incidencia y esporulación de *Penicillium digitatum* en fruta inoculada e incidencia de patógenos en fruta no inoculada. Las evaluaciones se realizaron finalizado el proceso de desverdizado y luego de 7 días de almacenamiento a 20 \pm 2° C y 90-95 % de HR.

2.2. Aplicaciones poscosecha: naranjas grupo Navel

Se trabajó con naranjas del Washington Navel. La fruta fue cosechada, clasificada en función de calidad y tamaño. La inoculación con *P. digitatum* se realizó 18-20 horas antes de la aplicación de los tratamientos (mediante drencher o inmersión 30 s), aplicándose el mismo procedimiento mencionado anteriormente (Eckert and Brown, 1986). Las evaluaciones se realizaron luego de 7 y 15 días de almacenamiento a 20 \pm 2° C y 90-95 % de HR.

En los tratamientos por inmersión 30s, la fruta fue desinfectada previamente durante 60 s en 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio, siendo posteriormente enjuagada en agua. La mitad de la fruta en este caso (inmersión) fue inoculada con un aislamiento sensible al IMZ (S-22) y la otra mitad con un aislamiento resistente (R-20) (1,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ en placa de Petri). En el resto se trabajó únicamente con el aislamiento sensible al IMZ.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados según variedad y tecnología de aplicación:

Variedad: W. Navel					
Tecnología: drencher		Tecnología: drencher		Tecnología: inmersión 30 s	
Principio activo	Dosis fungicida (*mg L ⁻¹ / **μL L ⁻¹)	Principio activo	Dosis fungicida (μL L ⁻¹)	Principio activo	Dosis fungicida (*mg L ⁻¹ / **μL L ⁻¹)
FCa 1 %	-	KS (1 %)	-	KS1%+BIC3%	-
FCa+IMZ	1000*	KS + BIC	-	IMZ+KS+BIC	100* (S-22) 500* (R-20)
IMZ	1000*	BIC (3 %)	-	IMZ	100* (S-22) 500* (R-20)
FCa+PYR	500**	FCa 1 %	-	FCa+ IMZ	100* (S-22) 500* (R-20)
PYR	500 **	FCa +BIC	-	FCa 1%	-
		AC (1ml L ⁻¹)	-	PYR	100**
		Pro+Gua	1000+1000	PYR + FCa	100**
				PYR + KS + BIC	100**

Referencias: IMZ= imazalil; PYR= pirimetanil; FCa=fosfito de calcio; KS= sorbato de potasio; BIC= bicarbonato de sodio; Pro=procloraz; Gua=Guazatina; AC=amonio cuaternario-Sporekill. La concentración de las sales está expresada en relación p/v y en el caso del FCa es v/v. R-20 (aislamiento de *P. digitatum* resistente al imazalil) R-22 (aislamiento de *P. digitatum* sensible al imazalil). Las formulaciones químicas son las siguientes: IMZ (Fungaflor 75PS, Jannssen Pharmaceutica, Bélgica), PYR (Pyrus 300SC, Lanafil S.A., Uruguay), Pro (Fruitgard PRO, Enzur S.A., Uruguay) y Guaz (Fruitgard AG, Enzur S.A., Uruguay).

Se realizó también una evaluación del tebuconazol (Enzur, S.A.) para evaluar si existía resistencia cruzada a dicho principio activo por parte del aislamiento resistente. Para esto se inoculó naranjas W. Navel según la metodología mencionada anteriormente, aplicándose a las 18 horas, los tratamientos por inmersión 30s. Se evaluó incidencia y esporulación del patógeno luego de 15 días a 20°C.

2.3. Diseño y análisis estadístico

Se realizaron dos repeticiones de cada ensayo. El diseño fue completamente al azar, con 4 repeticiones de 100 (satsumas y clementinas) y 50 (Navel) frutas por tratamiento, transformándose los datos para su análisis por arcoseno raíz cuadrada de la proporción-p. Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey) con un nivel de significancia de 0,05. Para los análisis se utilizó el programa Infostat (1998 - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

3. Resultados

3.1. Aplicaciones poscosecha en mandarinas tempranas (satsumas y clementinas)

Todos los tratamientos aplicados en drencher se diferenciaron significativamente del testigo con excepción del propionato de calcio, el cual provocó fitotoxicidad ya sea al 2 o al 3%. En este caso la incidencia fue mayor o igual al testigo (figuras 1 y 2). Luego del proceso de desverdizado, el testigo Qta (Guazatina, Procloraz y 2,4D) fue el que registró una menor incidencia, seguido por el resto de los tratamientos. En el caso de fruta no inoculada, el FCa aplicado al 1% no se diferenció de la mezcla de químicos (figura 2). El KS y el BIC aplicados solos no se diferenciaron del testigo sin tratar (figura 2).

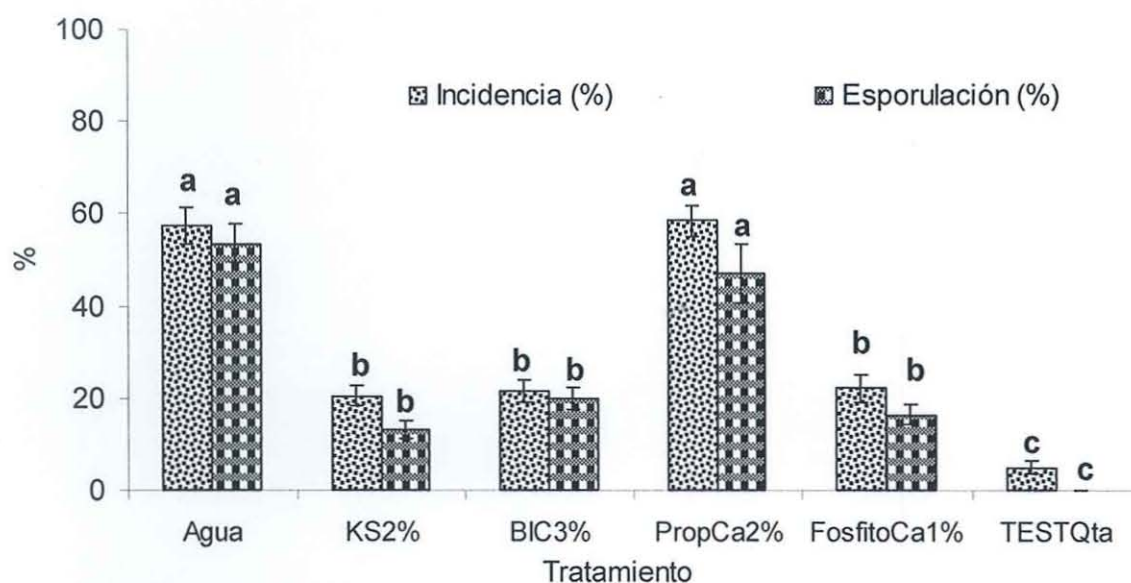


Figura 1. Incidencia y esporulación de *Penicillium digitatum* en Satsuma Owari inoculada según tratamiento en salida de desverdizado (96 horas 19-21°C 1-3ppm etileno y 95%HR) y 24 horas T ambiente.

Referencias: KS2%=sorbato de potasio 2%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; PropCa2%=propionato de calcio al 2%p/v; Fosfito Ca 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; TestQta=(guazatina1000ppm + procloraz 1000ppm + 2,4D 25ppm). Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$). Las letras son las mismas para Incidencia y esporulación.

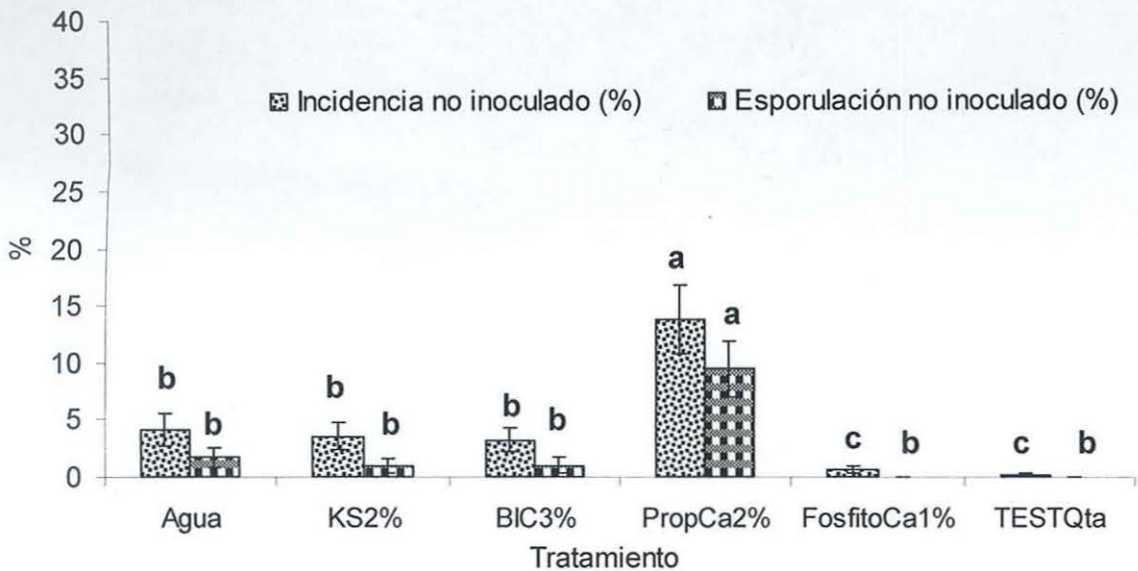


Figura 2. Incidencia y esporulación de *Penicillium digitatum* en Satsuma Owari no inoculada según tratamiento en salida de desverdizado (96 horas 19-21°C 1-3ppm etileno y 95%HR) y 7 días a 20°C. Referencias: KS2%=sorbato de potasio 2%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; PropCa2%=propionato de calcio al 2%p/v; Fosfito Ca 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; TestQta=(guazatina1000ppm + procloraz 1000ppm + 2,4D 25ppm). Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Para clementina fina, el KS aplicado poscosecha se diferenció significativamente del resto, reduciendo la incidencia en un 78% respecto al testigo. Al igual que en el caso de las satsumas, el TESTQta fue el tratamiento más efectivo (figura 3). El resto de los tratamientos evaluados redujeron la incidencia en un 60% con respecto al testigo.

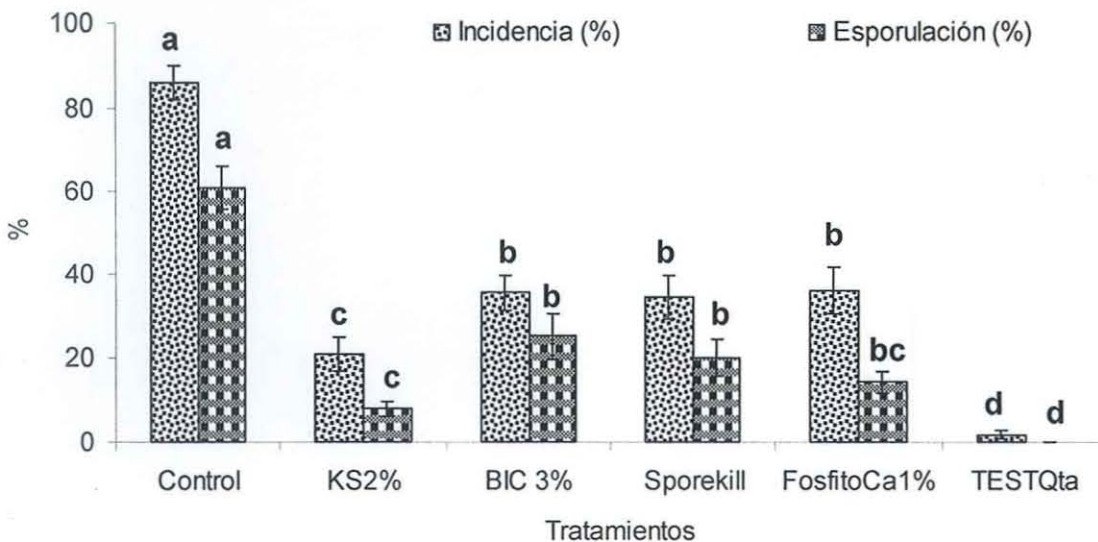


Figura 3. Incidencia y esporulación de *Penicillium digitatum* en Clementina Fina inoculada según tratamiento en salida de desverdizado (96 horas 19-21°C 1-3ppm etileno y 95%HR). Referencias: KS2%=sorbato de potasio 2%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; Sporekill=amonio cuaternario (100 ml/100L); Fosfito Ca 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; TestQta=(guazatina1000ppm + procloraz 1000ppm + 2,4D 25ppm). Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Es importante destacar que el efecto de todos los tratamientos evaluados (con excepción del TestQta) no se extiende más allá de los 4-5 días desde la aplicación, por lo que es necesario que la fruta reciba un nuevo tratamiento en este período (sea sometida al trabajo en línea de empaque). En estos casos, surge como interesante la combinación de estas alternativas con distintos principios activos, potenciando el efecto de éstos y extendiendo así el efecto residual del tratamiento.

3.2. Aplicaciones poscosecha: naranjas grupo Navel

El control registró altos niveles de incidencia y esporulación en naranjas navel, no existiendo diferencias entre los aislamientos sensible y resistente al IMZ luego de 10 días de almacenamiento a 20°C (cuadros 3 y 4).

Para el caso del aislamiento resistente, el IMZ aplicado por inmersión 30s registró un 12% de incidencia y esporulación en relación al testigo con 87,5% de ataque. En el caso del biotipo sensible, el control fue más efectivo, registrándose valores menores de incidencia y esporulación. La adición de fosfito de calcio potenció significativamente el control del aislamiento resistente, no así del sensible (en donde ya se alcanzó un control aceptable con IMZ) (cuadro 3).

El fosfito de calcio aplicado solo fue tan efectivo como el IMZ y el PYR en el control del aislamiento resistente, no así en el caso del sensible. Esto se modifica al agregar dicho fosfito en mezcla con IMZ (cuadro 3).

Para el caso del PYR, no existieron diferencias en el control de uno y otro biotipo, así como tampoco una potenciación del control al adicionar fosfito de calcio al 1% (cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Incidencia (%) de *Penicillium digitatum* en naranja navel inoculada según tratamiento aplicado en drencher, luego de 10 días a 20°C.

Cepa	Resistente	Sensible	p S vs R
Control	87,5 a	85,5 a	0,573
FCa1%	15,5 b	29,0 b	0,026
IMZ	12,0 b	6,0 cd	0,048
PYR	6,0 bc	10,5 c	0,069
FCa + PYR	5,0 bc	5,5 cd	0,932
FCa + IMZ	2,5 c	2,0 d	0,868

Referencias: FCa 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; PYR= pirimetanil 487ppm; IMZ=imazalil 1000ppm. Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0.05$). Se presenta la comparación (p S vs. R) del aislamiento sensible versus el resistente al imazalil para cada tratamiento.

Cuadro 4. Esporulaci3n (%) de *Penicillium digitatum* en naranja navel inoculada segun tratamiento aplicado en drencher, luego de 10 d1as a 20°C.

Cepa	Resistente	Sensible	p S vs R
Control	87,5 a	84,0 a	0,335
FCa 1%	14,0 b	26,5 b	0,027
IMZ	12,0 b	5,0 cd	0,013
PYR	6,0 bc	9,50 c	0,173
FCa + PYR	5,0 bc	4,5 cd	0,728
FCa + IMZ	2,0 c	2,0 d	1,00

Referencias: FCa 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; PYR= pirimetanil 487ppm; IMZ=imazalil 1000ppm. Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey p≤0.05). Se presenta la comparaci3n (p S vs. R) del aislamiento sensible versus el resistente al imazalil para cada tratamiento.

La combinaci3n de KS y BIC, as1 como de este 1ltimo y fosfito de calcio, resultaron en niveles aceptables de control, sin diferenciarse del testigo con fungicidas (guazatina y procloraz) luego de 6 d1as a 20°C. El fosfito de calcio aplicado solo result3 efectivo, controlando tambi3n en forma muy eficiente, la esporulaci3n del pat3geno (cuadro 5).

El desinfectante (amonio cuaternario) Sporekill result3 igualmente efectivo que el BIC o el KS. Es importante destacar que dicho compuesto posee la capacidad de desinfectar el agua, evitando la presencia de esporas o microorganismos en ella, por lo que ser1a interesante su combinaci3n con otras alternativas. Cabe destacar que el efecto de estos productos es de corto plazo, sin permanecer su efecto durante los per1odos de transporte y comercializaci3n.

Cuadro 5. Incidencia y esporulaci3n de *Penicillium digitatum* en naranja navel segun tratamiento aplicado en drencher, luego de 6 d1as a 20°C.

Tratamiento	Incidencia (%)	Esporulaci3n (%)
Control	99,5 a	98,0 a
Sporekill	34,5 b	23,0 b
KS 1%	31,5 b	22,0 b
BIC3%	24,0 b	19,5 bc
FCa 1%	9,0 c	3,0 de
KS1% + BIC3%	8,0 c	7,5 cd
PRO + GUA	7,5 c	0,0 e
FCa + BIC3%	7,5 c	6,0 c
p	<0,0001	<0,0001

Referencias: KS1%=sorbato de potasio 1%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; FCa 1%=fosfito de calcio al 1%v/v; PRO=procloraz 1000ppm; GUA=guazatina 1000ppm; Sporekill (100cc/100Lt). Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey p≤0.05).

El tebuconazol (TBU) no result3 efectivo para controlar el aislamiento resistente, demostr1ndose la resistencia cruzada a este principio activo, el cual comparte su modo de acci3n con el IMZ. El TBU aplicado a 100 o 1000ppm result3 en una incidencia y esporulaci3n igual al control sin tratamiento (cuadro 6). Niveles menores de la enfermedad fueron alcanzados con 1500ppm, sin lograrse un control efectivo.

Cuadro 6. Incidencia y esporulación del biotipo de *P. digitatum* resistente al imazalil en naranja Navel según tratamiento aplicado por inmersión 30s, luego de 15 días a 20°C.

Tratamiento	Incidencia (%)	Esporulación (%)
Control	65,4 a	42,3 a
TBU 100ppm	68,0 a	42,0 a
TBU 500ppm	46,9 b	16,3 bc
TBU 1000ppm	54,0 ab	28,0 ab
TBU 1500ppm	26,5 c	6,1 c
IMZ 500ppm	26,8	17,2
p	<0,0001	<0,0001

Referencias: TBU=tebuconazol; IMZ= imazalil Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$).

El fosfito de calcio aplicado solo redujo la incidencia y esporulación de ambos aislamientos en naranjas navel inoculadas con *P. digitatum*. La reducción fue mayor en el caso del aislamiento resistente (cuadros 7 y 8). Al reducir la concentración de fungicida aplicada, es posible observar que el efecto potenciador del FCa agregado al IMZ ocurre en ambos aislamientos. En el caso del PYR, el efecto se observa para el biotipo sensible, pero no para el resistente.

También se registró un efecto muy significativo de la mezcla de sales (BIC y KS) solas o combinadas con los dos principios activos. La adición de esta mezcla de sales provocó una potenciación en la acción del PYR y del IMZ sobre ambos aislamientos (cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Incidencia y esporulación del biotipo de *P. digitatum* **sensible** al imazalil en naranja navel según tratamiento aplicado por inmersión 30s, luego de 15 días a 20°C.

Tratamiento	Incidencia (%)	Esporulación (%)
Control	88,0 a	88,0 a
FCa 1%	52,5 b	51,0 b
IMZ 100ppm	27,5 c	23,0 c
PYR 100ppm	21,5 c	21,5 c
PYR+FCa	15,0 de	11,5 d
KS1%+BIC3%	14,0 de	13,5 cd
FCa1%+IMZ	10,0 e	8,0 d
PYR+KS+BIC	10,0 e	8,0 d
IMZ+KS+BIC	2,5 f	2,0 e
p	<0,0001	<0,0001

Referencias: KS=sorbato de potasio 1%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; FCa 1%=fosfito de calcio al 1%p/v; IMZ=imazalil 100ppm; PYR=pirimetanil 100ppm. Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Cuadro 8. Incidencia y esporulación del biotipo de *P. digitatum* resistente al imazalil en naranja navel según tratamiento aplicado por inmersión 30s, luego de 15 días a 20°C.

Tratamiento	Incidencia (%)	Esporulación (%)
Control	89,9 a	88,9 a
IMZ 500ppm	34,6 b	33,6 b
Fca 1%	27,5 bc	25,0 bc
Fca1%+IMZ	17,8 cd	15,2 cd
KS1%+BIC3%	18,1 cd	16,1 cd
IMZ+KS+BIC	13,3 d	10,8 d
PYR 100ppm	14,0 d	11,5 d
PYR+Fca	10,3 de	9,8 d
PYR+KS+BIC	4,6 e	3,6 e
p	<0,0001	<0,0001

Referencias: KS=sorbato de potasio 1%p/v; BIC3%=bicarbonato de sodio al 3%p/v; Fca 1%=fosfito de calcio al 1%p/v; IMZ=imazalil 500ppm; PYR=pirimetanil 100ppm. Medias seguidas de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

- ✓ En Uruguay el fungicida Imazalil es adecuado para el control de aislamientos de *P. digitatum* clasificados como sensibles, controlando parcialmente aislamientos resistentes en función de la concentración aplicada. Es recomendable combinar esta molécula con otras herramientas para potenciar el control y minimizar dicha resistencia.
- ✓ El drencher es una tecnología efectiva para proteger la fruta durante cortos períodos de tiempo (4-5 días), siendo necesario realizar el trabajo en la línea lo antes posible. La inmersión es una tecnología más eficiente para reducir la incidencia de patógenos durante el almacenamiento.
- ✓ El fungicida pirimetanil controló ambos biotipos, siendo efectivo aplicado en drencher a 500ppm.
- ✓ El tebuconazol no fue efectivo para controlar el aislamiento resistente al imazalil.
- ✓ El amonio cuaternario (Sporekill) redujo la incidencia y esporulación del patógeno con respecto al testigo, siendo menos efectivo que otras alternativas evaluadas.
- ✓ Los tratamientos con sales y/o fosfito de calcio reducen la incidencia de *P. digitatum* durante el proceso de desverdizado, siendo necesario trabajar la fruta inmediatamente a continuación de dicho proceso. Es importante evitar la permanencia de la fruta en cámaras de almacenamiento o dentro de la planta de empaque por períodos extensos.

- ✓ Existe potenciación en la mezcla de imazalil y fosfito de calcio 1% para el control de aislamientos resistentes al imazalil. Lo mismo ocurre con el pirimetanil y los aislamientos sensibles.
- ✓ El fosfito de calcio 1% en mezcla con bicarbonato de sodio 3%, así como la mezcla de este último con sorbato de potasio 1% alcanzaron un control efectivo de *P. digitatum* luego de 7 días a 20°C, no diferenciándose del testigo con fungicidas (guazatina y procloraz).
- ✓ La combinación de sorbato de K y bicarbonato de sodio posee una acción importante en si misma, potenciando también el control de ambos aislamientos por parte de los fungicidas evaluados (imazalil y pirimetanil).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Brown, G.E. and Dezman, D.J. 1990. Uptake of Imazalil by citrus fruit alter postharvest application and the effect of residue distribution on sporulation of *Penicillium digitatum*. Plant Dis. 74: 927-930.
- Cabras, P.; Schirra, M.; Pirisi, F.M.; Garau, V.L. and Angioni, A. 1999. Factors affecting imazalil and tiabendazole uptake and persistente in citrus fruit following dip treatments. Abstract. J. Agric. Food Chem. 47(8): 3352-3354.
- Delgado, R.A.; Pérez, G.; Díaz, L. 1997. Comportamiento de *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *P. ulaiense* en poscosecha de citrus en Uruguay. En: IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 12-17/10/97, Montevideo, Uruguay.
- Deliopoulos, T.; Kettlewell, P.S. and Hare, M.C. 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. Crop Protection, doi: 10.1016/j.cripro.2010.05.011
- Eckert, J.W.; Brown, G.E. 1986 Evaluation of postharvest fungicide treatments for Citrus fruits *In: Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens*. Kenneth D. Hickey ed. APS Press St. Paul p 92 - 97.
- Eckert, J.W. and Eaks, I.L. 1989. Postharvest disorders and diseases of citrus fruit. *In: Reuter, W.; Calavan, E.C.; Carman, G.E. (Eds.) The Citrus Industry*, vol. 5 Univ. Calif. Press, Berkeley, USA, pp. 179-260.
- Fogliata, G.M.; Torres Leal, G.J. y Ploper, D.L. 2000. Detección de cepas de *Penicillium digitatum* Sacc. resistentes a Imazalil en empaque de cítricos de la Provincia de Tucumán (Argentina) y comportamiento de las mismas frente a fungicidas de uso corriente y fungicidas alternativos. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 77(2):71-75.
- Holmes, G.J. and Eckert, J.W. 1999. Sensivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. Phytopatology 89: 716-721.
- Kanetis, L. and Adaskaveg, J.E. 2005. Resistance potential of azoxystrobin, fludioxonil and pyrimethanil to the citrus postharvest pathogen *Penicillium digitatum*. Abstract. Phytopathology 95:S51.

- Kanetis, L.; Förster, H.; Adaskaveg, J.E. 2007. Comparative efficacy of the new postharvest fungicides azoxystrobin, fludioxonil and pyrimethanil for managing citrus green mold. Abstract. Plant Dis. 91(11): 1502-1511.
- Kanetis, L.; Förster, H. and Adaskaveg, J.E. 2008. Optimizing efficacy of new postharvest fungicides and evaluation of sanitizing agents for managing citrus green mold. Plant Dis. 92: 261-269.
- Palou, L.; Smilanick, J.L.; Usall, J. and Viñas, I. 2000. Control of postharvest blue mold of oranges by sodium carbonate and sodium bicarbonate. Abstract. Phytopatology 90:S58.
- Palou, L.; Smilanick, J.L.; Usall, J. and Viñas, I. 2001. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate. Plant Dis. 85: 371-376.
- Palou, L.; Usall, J.; Muñoz, J.A.; Smilanick, J.L., Viñas, I. 2002. Hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of clementine mandarins. Posth. Biol. and Technol. 24: 93-96.
- Schirra, M.; Cabras, P.; Angioni, A.; Melis, M. 1995. Residue level of Imazalil fungicide in lemons following prestorage dip treatment at 20 and 50°C. Abstract. J. Agric. Food Chem. 44(9): 2865-2869.
- Smilanick, J.L.; Michael, I.F.; Mansour, M.F.; Mackey, B.E.; Margosan, D.A.; Flores, D. and Weist, C.F. 1997a. Improved control of green mold of citrus with Imazalil in warm water compared with its use in wax. Plant. Dis. 81: 1299-1304.
- Smilanick, J.L.; Mackey, B.E.; Usall, J. and Margosan, D.A. 1997b. Influence of concentration of soda ash, temperature and immersion period on the control of postharvest green mold of oranges. Plant Dis. 81: 379-382.
- Smilanick, J.L.; Margosan, D.A.; Mlikota, F.; Usall, J. and Michael, I.F. 1999. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. Plant. Dis. 83: 139-145.
- Smilanick, J.L.; Mansour, M.F.; Margosan, D.A. and Mlikota Gabler, F. 2005. Influence of pH and NaHCO₃ on effectiveness of Imazalil to inhibit germination of *Penicillium digitatum* and to control postharvest green mold on citrus fruit. Plant. Dis. 89:640-648.
- Smilanick, J.L.; Mansour, M.F. and Sorenson, D. 2006a. Pre and postharvest treatments to control green mold of citrus fruits during ethylene degreening. Plant. Dis. 90:89-96.
- Smilanick, J.L.; Mansour, M.F.; Mlikota-Gabler, F. and Goodwine, W.R. 2006b. The effectiveness of pyrimethanil to inhibit germination of *Penicillium digitatum* and to control citrus green mold after harvest. Posth. Biol. and Technol. 42: 75-85.
- Smilanick, J.L.; Mansour, M.F.; Mlikota Gabler, F. and Sorenson, D. 2008. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. Posth. Biol. and Technol. 47: 226-238.

- Smooth, J.J.; Houck, L.G. and Johnson, H.B. 1983. Market diseases of citrus and other subtropical fruits. USDA ARS Agricultural Handbook No. 398, 115p.
- Tuset, J.J. 1987. Podredumbres de los frutos cítricos. Generalitat Valenciana, España: Conselleria d'Agricultura i Pesca.

INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Treinta y Tres
INIA Tacuarembó
INIA Salto Grande
INIA Dirección Nacional

C. Correo 39173
C. Correo 33085
C. Correo 78086
C. Correo 42
C. Correo 68033
Andes 1365 P. 12

Colonia
Canelones
Treinta y Tres
Tacuarembó
Salto
Montevideo

Tel.: 052 24060 / 22005
Tel.: 02 3677701 / 3677641 / 3677642
Tel.: 045 22023 / 25702 / 27504
Tel.: 063 22407 / 24560 / 24562
Tel.: 073 35156 / 32300 / 28064
Tel.: 02 9023630 / 9020550

Fax.: 052 24061
Fax.: 02 3677609
Fax.: 045 25701
Fax.: 063 23969
Fax.: 073 29624
Fax.: 02 902 3633