

Control físico—químico del moho verde en limones¹

Antonio R. Morales M.²
Mario Alvarez A.³
Luis Sánchez A.²

INTRODUCCION

Chile posee un gran potencial para la producción de limones, dadas sus condiciones de clima y suelo. La demanda mundial por jugo cítrico ha ido en aumento, por lo que nuestro país tiene buenas perspectivas de conquistar mercados externos.

Nuestra producción actual es mayor a la demanda, por lo que si no se realiza una buena comercialización en el exterior, el precio interno, por ser muy bajo, traerá consigo pérdidas al agricultor. Por otra parte, la conservación del limón destinado al consumo interno, durante 4 a 6 meses, es otra posibilidad interesante para el citricultor, dados los precios menores que se obtienen en la época de máxima cosecha. En todas estas alternativas de comercialización, las pudriciones fungosas ocasionan pérdidas significativas durante los períodos de cosecha, transporte y embarque, hasta llegar al consumidor.

Junto a la deshidratación, las pudriciones de postcosecha son factores limitantes, que han de considerarse

para un almacenaje exitoso de la fruta (Fawcett, 1963; Rose, Wright y Whiteman, 1949; Pratt, 1970). Se considera a *Penicillium digitatum* Sacc. y *P. italicum* Wehmer, el moho verde y el azul, respectivamente, como los hongos de mayor importancia, a nivel mundial, que causan graves daños en los cítricos (Eckert y Sommer, 1967; Fuchs y Vial, 1971; Klotz, 1973). En Chile, los principales causantes de pudriciones en limones en almacenaje corresponden a hongos del género *Penicillium* y *Phytophthora* (Carvajal, 1970).

El frío es un medio para inhibir el desarrollo de algunos hongos. Sin embargo las temperaturas bajas durante largos períodos de tiempo, provocan daños en la cáscara de los limones, denominados pecas o "pitting" (Rose y otros, 1949). La literatura menciona los fungicidas Ortofenilfenato de sodio (Topane) y Difenilo (Benlate, Tecto y Cercobin) para el control de las especies de *Penicillium* (Seberry, 1968; Eckert, 1969; Brown y Abrigo, 1972; IICA, 1974). Sin embargo, según algunos autores ciertos fungicidas, como los nombrados, presentan algunas limitantes (Hans, 1968; Seberry, 1968; Eckert, 1969).

El objetivo de este estudio fue determinar el control físico—químico más eficiente de pudriciones provocadas por *P. digitatum*, en postcosecha de limones destinados a la exportación y al consumo interno.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó limones de la variedad Génova, obtenidos de un huerto de Melipilla, con las siguientes caracte-

¹ Recepción de originales : 3 de julio de 1980

Parte de la tesis del autor principal presentada como uno de los requisitos para optar al grado de Magister en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Agronomía, U. de Chile.

² Ings. Agrs., M.Sc. y Ph.D., respectivamente, Facultad de Agronomía, U. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

³ Ing. Agr., Ph.D., Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

rísticas: grosor de cáscara, 5,5 mm; color, verde amarillento; calibre, 54 mm; sólidos solubles, 8,35%; pH, 2,4; jugo, 28%; acidez, 6,5%.

A la fruta se le dió el manejo y tratamiento normal de los limones de exportación. Se cosechó durante el mes de julio, dejándose dos días en bodega (curado).

Algunos tratamientos fueron inoculados artificialmente, mediante pulverización con una suspensión de conidias de *P. digitatum* en agua destilada, en concentración de 5×10^5 /cc. Parte de los limones fueron heridos artificialmente antes de la inoculación, para lo cual se efectuaron cuatro orificios por fruto mediante una aguja esterilizada.

El ensayo constó de 10 tratamientos, de los cuales cinco incluyeron el uso de fungicidas y/o humectantes en postcosecha y cinco no fueron tratados con fungicidas. Los productos, en las dosis indicadas para 10 litros de agua, se aplicaron 12–18 horas después de la inoculación, mediante inmersión de los limones en agua caliente a 48° C, que contenía 200 g de ceniza de soda, durante 2–3 minutos. Los tratamientos fueron:

1. Inoculados + heridas + Teepol (4–6 cc)
2. Inoculados + heridas + Teepol (4–6 cc) + Benlate 50% WP (15 g)
3. Inoculados + heridas + Teepol (4–6 cc) + Tecto 60% WP (17 g)
4. Inoculados + heridas + Teepol (4–6 cc) + Cercobin 70% WP (10 g)
5. Inoculados + heridas + Topane 97% (100 g)
6. No inoculados + agua pura caliente a 48° C
7. Inoculados + heridas, sin tratamiento posterior
8. Inoculados + heridas + agua pura caliente a 48° C.
9. Testigo de campo. No inoculado, sin heridas
10. Inoculado, sin heridas.

A los dos últimos tratamientos se les dió un manejo especialmente cuidadoso durante la cosecha, almacenaje y embalaje, para evitar cualquier daño en la piel de los frutos.

Después de recibir los diferentes tratamientos, los limones fueron secados mediante una corriente de aire caliente, embalados en cajas tipo exportación (50 limones/caja) y luego almacenados a 12–13° C de temperatura y una humedad relativa de 85–90%. La fruta fue posteriormente sometida a dos condiciones de tiempo de almacenaje en frío: 50 días y cuatro meses, respectivamente, después de lo cual se realizaron evaluaciones de pudrición. Cada tratamiento y condiciones de almacenaje constó de una caja, con cuatro repeticiones.

Para el análisis de las pérdidas por pudriciones se determinó el porcentaje de frutas afectadas, por tratamiento y repetición, en un diseño experimental completamente aleatorizado. Se realizaron comparaciones múltiples según el Test de Duncan.

Para ambos períodos de almacenaje se realizó una primera evaluación, determinándose el porcentaje de frutos podridos, y luego, con el propósito de simular condiciones de comercialización, se dejó las cajas a temperatura ambiente (20° C) durante 10 días, después de lo cual se realizó una segunda evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados para 50 días de almacenaje en frío se señalan en el Cuadro 1. Los tratamientos que presentaron niveles de pudrición significativamente más altos fueron semejantes entre sí y correspondieron a aquéllos inoculados con heridas, que no recibieron fungicidas y que fueron o no sumergidos en agua caliente pura o con ceniza de soda más Teepol. El uso de agua caliente a 48° C, empleada durante el lavado del fruto para controlar otros hongos, como *P. citrophthora* (Sm. y Sm.) Leonian y *P. parasitica* Dastur, causantes de la pudrición parda de los frutos, no ejerció ningún control de *P. digitatum*. La ceniza de soda tampoco controló al hongo y sólo contribuyó a lavar la fruta, confirmando la observación de diferentes autores (Eckert y Sommer, 1967; Klotz, 1973).

Los testigos no inoculados y de campo, el tratamiento en que se utilizó Teepol + Tecto y el tratamiento inoculado sin heridas fueron semejantes entre sí. Se confirmó observaciones de otros investigadores (Klotz 1973), quienes determinaron que *P. digitatum* necesitaba heridas para infestar y provocar pudrición.

De los tratamientos químicos, Tecto fue para este período de almacenaje el que logró el control más efectivo, aunque con valores estadísticamente semejantes a Cercobin y Benlate. Topane fue el que demostró el mayor porcentaje de pudrición.

En el mismo Cuadro 1 se señalan los resultados para 50 días en almacenaje seguido de 10 días en condiciones ambientales. Nuevamente se observó que Tecto fue el mejor fungicida, al dar el menor porcentaje de pudriciones, con valores estadísticamente semejantes a Benlate y Cercobin. A su vez, los tratamientos sin heridas produjeron los niveles más bajos de pudrición, con porcentajes de pérdida menor que los tratamientos con fungicidas. Ni el agua con ceniza de soda ni el agua pura a 48° C controlaron al hongo.

Para este período de almacenaje, que simuló condiciones de exportación y posterior comercialización, el empleo de fungicidas permitió obtener menor porcentaje de pudrición que los tratamientos con heridas y sin la adición de éstos. Sin embargo, el uso de fungicidas sin manejo apropiado dió mayores pérdidas que un manejo cuidadoso sin fungicidas, por lo cual el control mecánico, en el cual se evitó las heridas en los frutos cosechados, fue más eficiente que el control químico.

En el Cuadro 2 se exponen los porcentajes de pudrición de los diferentes tratamientos para cuatro meses de almacenaje. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos: inoculados con heridas y sin aplicación de fungicidas; lavados en agua pura a 48° C; tratados con ceniza de soda más Teepol y con ceniza de soda más Topane. Todos éstos mostraron altos niveles de pudrición.

Entre los demás tratamientos, que incluyeron fungicidas, se encontraron diferencias entre sí. Tecto fue el

CUADRO 1. PORCENTAJES DE PUDRICION EN LIMONES SOMETIDOS A DIVERSOS TRATAMIENTOS DE POSTCOSECHA, ALMACENADOS 50 DIAS EN FRIO Y EVALUADOS DE INMEDIATO O DESPUES DE 10 DIAS ADICIONALES A TEMPERATURA AMBIENTE (PROMEDIO PARA 200 FRUTOS)

Tratamientos ¹	Período almacenaje (días) ²	
	50 en frío	50 en frío + 10 a t° amb.
1. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc)	98,5 a ²	99,0 a
2. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Benlate 50% WP (15 g)	12,0 b c	15,0 b
3. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Tecto 60% WP (17 g)	3,0 c d e	7,5 b c
4. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Cercobin 70% WP (10 g)	8,5 b c d	39,0 b
5. Inoculados + heridas + Topane 97% (100 g)	13,0 b	82,0 a
6. No inoculados + agua pura caliente a 48° C	4,0 c d e	4,0 c
7. Inoculados + heridas, sin tratamiento posterior	98,0 a	99,5 a
8. Inoculados + heridas + agua pura caliente a 48° C	98,0 a	99,0 a
9. Testigo de campo. No inoculado, sin heridas	2,0 d e	1,5 c
10. Inoculado, sin heridas	0,0 e	0,0 c

¹ Para los tratamientos que incluyen fungicidas, se indica la dosis del producto por 10 lt de agua caliente a 48° C, conteniendo 200 g de ceniza de soda.

² Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan 5%.

CUADRO 2. PORCENTAJES DE PUDRICION EN LIMONES SOMETIDOS A DIVERSOS TRATAMIENTOS DE POSTCOSECHA, ALMACENADOS CUATRO MESES EN FRIO Y EVALUADOS DE INMEDIATO O DESPUES DE 10 DIAS ADICIONALES A TEMPERATURA AMBIENTE (PROMEDIOS PARA 200 FRUTOS)

Tratamientos ¹	Período almacenaje (meses) ²	
	4 en frío	4 en frío + 10 días a t° amb
1. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc)	100,0 a ²	100,0 a
2. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Benlate 50% WP (15 g)	72,5 c	78,0 b
3. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Tecto 60% WP (17 g)	44,5 d	44,5 c
4. Inoculados + heridas + Teepol (4-6 cc) + Cercobin 70% WP (10 g)	82,0 b	80,0 b
5. Inoculados + heridas + Topane 97% (100 g)	99,0 a	99,0 a
6. No inoculados + agua pura caliente a 48° C	6,5 e	6,5 d
7. Inoculados + heridas, sin tratamiento posterior	100,0 a	100,0 a
8. Inoculados + heridas + agua pura caliente a 48° C	100,0 a	100,0 a
9. Testigo de campo. No inoculado, sin heridas	0,0 g	0,0 f
10. Inoculado, sin heridas	2,0 f g	2,0 f

¹ Para los tratamientos que incluyen fungicidas, se indica la dosis del producto por 10 lt de agua caliente a 48° C, conteniendo 200 g de ceniza de soda.

² Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes, Duncan 5%.

que presentó los menores niveles de pudrición, seguido de Benlate y Cercobin.

Los tratamientos testigo de campo e inoculado sin heridas, presentaron los niveles de pudrición más bajos. En este caso, se obtuvieron similares resultados al primer período de almacenaje, en donde el control mecánico fue más efectivo que el control químico.

Se encontró, además, en los tratamientos con fungicidas que los niveles de pudrición para cuatro meses de almacenaje aumentaron respecto al período de almacenaje de 50 días, debido probablemente a que, con el tiempo, disminuyó el efecto de los fungicidas y las heridas quedaron sin protección.

En el mismo Cuadro 2 se señalan los resultados para cuatro meses de almacenaje seguido de diez días en condiciones ambientales. Nuevamente, los tratamientos inoculados con heridas, que no recibieron fungicidas o fueron tratados solamente con agua pura a 48° C o agua con ceniza de soda más Topane o Teepol, presentaron los más altos niveles de pudrición. En relación a los tratamientos que recibieron fungicidas, Tecto fue el que presentó el menor porcentaje de pudrición y fue significativamente diferente a Benlate y Cercobin. Nuevamente, los tratamientos que fueron manejados cuidadosamente, evitando heridas o no fueron heridos artificialmente, presentaron los más bajos niveles de pudrición.

CONCLUSIONES

El manejo cuidadoso de los frutos, evitando la presencia de heridas, presentó porcentajes de pérdidas inferiores a aquéllos con heridas y luego sometidos o no a algún tratamiento físico-químico. La presencia de heridas fue fundamental para la penetración del hongo, lo cual se comprobó en los diferentes períodos de almacenaje.

Para 50 días de almacenaje, Tecto fue el fungicida que logró el control más efectivo de *P. digitatum*. Le siguieron en orden decreciente Cercobin, Benlate y Topane. Este comportamiento fue similar al someter los limones a 10 días en condiciones ambientales, posteriormente al almacenaje en frío, excepto que Benlate ocupó el segundo lugar y Cercobin el tercero. Al dejar los limones en condiciones ambientales, se produjo un aumento significativo del porcentaje de pudriciones, especialmente en frutos inoculados por heridas.

Para cuatro meses en el almacenaje, se observó un aumento significativo en el porcentaje de pudriciones en frutos tratados con fungicidas. Por lo tanto, para almacenajes prolongados es fundamental un manejo cuidadoso. Para este período, Tecto se mostró como el mejor fungicida, seguido, en orden decreciente por Benlate, Cercobin y Topane. Estos mismos resultados se obtuvieron al someter los limones posteriormente a condiciones ambientales.

Ni el agua caliente a 48° C, aplicada durante tres minutos, ni la ceniza de soda ejercieron control de hongo.

RESUMEN

Se estudió el control físico-químico de *Penicillium digitatum* Sacc., en limones Génova almacenados durante 50 días y durante cuatro meses y luego sometidos a 10 días en condiciones ambientales. Los fungicidas se aplicaron mediante inmersión de la fruta en agua a 48° C, durante 2-3 minutos, que contenía ceniza de soda en dosis de 200 g/10 lt de agua. Se incluyó también tratamientos de frutos no inoculados y sumergidos en agua pura a 48° C; inoculados con heridas, sumergidos y sin sumergir en agua a 48° C; testigo de campo no inoculado e inoculado sin heridas. A estos dos últimos tratamientos se les dió un manejo cuidadoso durante la cosecha, evitando daños en la piel de los frutos.

Para 50 días en almacenaje, con y sin 10 días a temperatura ambiente, los fungicidas Tecto, Cercobin y Benlate fueron los más efectivos. Topane mostró el

mayor porcentaje de pudrición, entre los tratamientos con fungicida.

Con cuatro meses en almacenaje, seguido o no de 10 días a temperatura ambiente, hubo un aumento significativo en el porcentaje de pudriciones, incluyendo frutos tratados con fungicidas. Tecto mostró el mejor control seguido en orden decreciente por Benlate, Cercobin y Topane.

Se demostró, además, que los frutos manejados cuidadosamente tuvieron porcentajes de pérdida inferiores a aquéllos con heridas y sometidos luego a cualquier tratamiento químico.

Ni el agua caliente a 48° C ni la ceniza de soda ejercieron control del hongo.

SUMMARY

Physico — chemical control of *Penicillium digitatum* Sacc, in lemons

The physico—chemical control of *Penicillium digitatum* Sacc. was studied on Genova lemons cold stored during either 50 days or 4 months, before being subjected to room temperature. The fungicides were applied by dipping the fruit, during 2 to 3 minutes, in water at 48° C, containing soda ash in a dosis of 200 g/10 lt. Other treatments included were: non inoculated fruit dipped in pure water at 48° C; wounded and inoculated fruit, dipped and not dipped; a check, without inoculation, and check inoculated, without wounds. The 2 last treatments were handled with great care during harvest, to avoid damages on the fruit rind.

Tecto, Cercobin and Benlate proved to be the most effective fungicides for 50 days of cold storage, with and without 10 more days at room temperature. To-

pane exhibited the highest percentage of rotting, among the treatments with fungicides.

A significant increase of the percentage of rotting was found with the treatments with four months in cold storage, followed or not by 10 days at room temperature, including the fruit treated with fungicides. Tecto showed the best control followed by Benlate, Cercobin and Topane.

A careful post harvest handling gave lower loss percentages than treatments with wounded fruit, subjected later to any chemical treatment.

Neither hot water at 48° C nor soda ash, controlled the fungus.

LITERATURA CITADA

- BROWN, G. E. AND ABRIGO, L. G. 1972. Grove applications of benomyl and its persistances in orange fruits. *Phytopathology* 62: 1434—1439.
- CARVAJAL, A. P. 1970. Madurez de cosecha y lugar de origen en la conservación de limones al estado fresco. Tesis Facultad de Agronomía, U. Católica de Chile. 46 p.
- ECKER, J. W. 1969. Chemical treatments for control of postharvest diseases. *World Review of Pest Control*. 8: 116—137.
- _____ AND SOMMER, N. F. 1967. Control of diseases of fruits and vegetables by postharvest treatments. *Ann. Rev. of Phytopathology* 5: 391—431.
- FAWCETT, H. S. 1963. *Citrus diseases and their control*. 2nd ed. Mc. Graw Hill Book Company Inc. New York and London. 659 p.
- FUCHS, P. Y VIAL, A. 1971. Grado de madurez, tamaño y aditivos en el almacenaje de limones. Tesis Facultad de Agronomía, U. de Chile, Santiago, 67 p.
- HANS, I. R. 1968. Inhibiting action of sodium phenylphenate (Sopp) and biphenyl on specific reactions of the metabolism of microorganism. U. of California, Riverside. *Proceed. First Inter. Citrus Symp.*, Vol. 3: 1325—1332.
- IICA. 1974. Seminario Regional sobre insecticidas, fungicidas y herbicidas. Serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones N° 74, Managua, Nicaragua, 135 p.
- KLOTZ, L. I. 1973. *Color handbook of citrus diseases*. U. of California, Division of Agricultural Sciences. 122 p.
- PRATT, R. 1970. Guía de Florida sobre insectos, enfermedades y transtornos de la nutrición en los frutos cítricos. Est. de Agric. Gainesville, Florida, A. J. D. México. 198 p.
- ROSE, D. H.; WRIGHT, R. C. AND WHITEMAN, T. M. 1949. The commercial storage of fruits, vegetables and florist's stocks. USDA, Circular N° 278, Washington. 60 p.
- SEBERRY, J. A. 1968. Comparison of various fungicides for control of postharvest rots of Australian citrus fruits. U. of California, Riverside. *Proc. First Inter. Citrus Symp.*, Vol. 3: 1309—1315.