

Manual de poscosecha de frutas

Manejo integrado de patógenos

Editores

Ricardo Murray

Ana Paula Candan

Daniel Vázquez



INTA Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN

Manual de poscosecha de frutas

Manejo integrado de patógenos

Editores

Ricardo Murray
Ana Paula Candan
Daniel Vázquez



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

INTA Ediciones
Buenos Aires
2019

634.1 Manual de poscosecha de frutas : manejo integrado de patógenos /editores:
M31 Ricardo Murray, Ana Paula Candan, Daniel Vázquez. – 2a ed rev. – Buenos
Aires : INTA Ediciones, 2019. 56 p. : il.

ISBN 978-987-8333-12-0 (digital)

i. Murray, Ricardo, ed. – ii. Candan, Ana Paula, ed. – iii. Vázquez, Daniel, ed.

FRUTAS – ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS – PLAGAS DE PLANTAS – CONTROL DE
PLAGAS – MANEJO INTEGRADO

INTA - DD

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:

Área de Comunicación Visual

Gerencia de Comunicación Institucional

2° Edición revisada.

Este libro cuenta con licencia:



Nómina de Autores por Orden Alfabético

Acuña, Luis Eduardo

Aguirre, Carlos

Burdyn, Lourdes

Carbajo Romero, María Soledad

Cocco, Mariángeles

Colodner, Adrián

Comerio, Ricardo Mario

Di Masi, Susana Noemí

Flores, Ceferino René

Frusso, Enrique

Garrán, Sergio Mario

Mitidieri, Mariel Silvina

Neuman, Miguel Ángel

Rodriguez Romera, Mariela Carmen

Rossini, Mirta

Scribano, Francisco Rolando

Torres Leal, Guillermo

Vázquez, Daniel Eduardo

Velázquez, Pablo Daniel

Vera Macaya, Diana Lorena

Ziaurriz, Sergio Adrián

Tabla de Contenidos

Prólogo	6
1. Introducción	7
2. Principales enfermedades de poscosecha de frutas	7
Cítricos.....	8
Frutas de pepita (manzana y pera).....	8
Frutas de carozo (durazno y ciruela).....	10
Uva de mesa.....	11
Banana.....	14
Palta, mango y papaya	15
Arándano	16
Nuez pecán	17
2.1. Proceso de infección	19
Cítricos	19
Frutas de pepita (manzana y pera)	20
Frutas de carozo (durazno y ciruela)	20
Uva de mesa	21
Banana	23
Palta, mango y papaya	23
2.2. Condiciones predisponentes	24
2.2.1. Condiciones climáticas y prácticas culturales	24
2.2.2. Condiciones de precosecha y cosecha	25
2.2.3. Condiciones de poscosecha	26
3. Control de alteraciones patológicas con fungicidas de síntesis	28
3.1. Fungicidas de poscosecha en cítricos	28
3.2. Fungicidas de poscosecha en fruta de pepita	28
3.3. Fungicidas de poscosecha en duraznero	29
3.4. Fungicidas de poscosecha en banano	29
4. Aplicación de fitosanitarios en poscosecha	30
4.1. Ducha de bines o “drench”	30
4.2. Ducha en la línea	31
4.3. Pulverización con boquillas	31
4.4. Baños	33
5. Resistencia a fungicidas	33
5.1. Cómo medir el grado de resistencia o sensibilidad de un hongo a un fungicida.....	34
5.2. Pruebas de sensibilidad base	34
5.3. Resistencia en el laboratorio	34
5.4. Resistencia en el campo	34

5.5. Resistencia práctica	35
5.6. Tipos de resistencia	35
-Resistencia cualitativa	35
-Resistencia cuantitativa	35
-Resistencia cruzada	36
-Resistencia cruzada negativa	36
-Resistencia múltiple	36
5.7. Mecanismo de resistencia de un hongo a un fungicida	36
5.8. Estrategias de manejo anti-resistencia	36
5.9. Pautas a seguir para reducir el desarrollo de resistencia	37
-No usar un producto exclusivamente	37
-Restringir el número de tratamientos aplicando solo cuando sea estrictamente necesario.....	37
-Mantener la dosis recomendada por el fabricante	37
-Manejo integrado de la enfermedad	37
-Diversidad química	37
6. Métodos de control alternativos a los fungicidas de síntesis	37
6.1. Métodos biológicos	37
6.2. Métodos físicos	39
6.2.1. Tratamientos térmicos	39
Curado	40
Agua caliente	40
6.2.2. Tratamientos con radiaciones	41
Radiación ultravioleta (UV)	41
6.3. Métodos químicos alternativos	42
6.3.1. Aditivos alimentarios y sustancias GRAS	42
6.3.2. Sustancias naturales	43
6.3.3. Otras sustancias	44
6.4. Inductores de resistencia	44
6.5. Combinación de estrategias para el manejo integrado de podredumbres en poscosecha	45
7. Bibliografía	46

Prólogo

La producción argentina de frutas alcanza los 6 millones de toneladas, mientras que la demanda interna estimada es de alrededor de 1.700.000 toneladas según datos publicados por el MAGPyA. Las frutas frescas ocupan el sexto lugar entre los complejos exportadores de la República Argentina con un monto de 1248 millones de dólares en el año 2008 y dentro de los complejos de origen agropecuario ostentan la cuarta posición.

El desarrollo de las tecnologías más adecuadas para el mantenimiento de la calidad de las frutas y la obtención de productos con mayor vida comercial, que además permitan acceder a mercados distantes, cumpliendo con los requerimientos de los mismos, dieron lugar a un Proyecto Integrado, con tres Proyectos Específicos. Estos proyectos abordaron el desarrollo de tecnologías de procesos y de gestión para el agregado de valor en origen en 18 subcadenas del complejo agroalimentario frutícola. Esta acción se realizó a través de la acción directa de 74 profesionales en colaboración con múltiples instituciones de los territorios vinculados a 25 unidades del INTA. Mediante estos proyectos se lograron conocimientos y tecnologías para agregar valor a frutas disminuyendo problemas que afectan la calidad de los productos durante todas las etapas entre la cosecha y el consumo. Este Manual busca integrar los conocimientos y tecnologías desarrolladas por estos proyectos con otros conocimientos y tecnologías que son del dominio público para ponerlas a disposición de los distintos actores, potenciales usuarios de estas tecnologías.

Este Manual contempla la entrega por fascículos atendiendo a temáticas generales, que incluyen información de múltiples subcadenas vinculadas a un eje disciplinario, y también por fascículos que tienen como eje a una subcadena o grupo de subcadenas afines (i.e. Frutas Cítricas, Frutas de Pepita, etc.). Esta primera entrega está dirigida a una temática general, como es el Manejo Integrado de Enfermedades de Poscosecha de Frutas. Después de la cosecha los frutos frescos son susceptibles de ser atacados por patógenos saprófitos o parásitos, debido a su alto contenido en agua y nutrientes y porque han perdido la mayor parte de la resistencia intrínseca que los protege durante su desarrollo en el árbol. Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha representan actualmente uno de los principales problemas de la fruticultura mundial. En este primer fascículo del Manual de Poscosecha de Frutas se analizan las principales enfermedades que las afectan y las tecnologías para su control observando criterios de manejo integrado que permiten realizarlo minimizando el impacto ambiental y los riesgos para la salud humana.

Ing. Agr. (MSc) Ricardo Murray y Dra. Ana Paula Candan
Editores del Manual de Poscosecha de Frutas.

1. Introducción

Después de la cosecha los frutos frescos son susceptibles de ser atacados por patógenos saprófitos o parásitos, debido a su alto contenido en agua y nutrientes y porque han perdido la mayor parte de la resistencia intrínseca que los protege durante su desarrollo en el árbol. Su contenido en ácidos orgánicos es suficiente para producir pH inferiores a 4,6 favoreciendo que las formas microbianas predominantes en el fruto sean de origen fúngico, principalmente mohos (Viñas, 1990).

Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha representan actualmente uno de los principales problemas de la fruti-horticultura mundial (Harvey, 1978; Kelman, 1989). La reducción de las unidades consumibles es la pérdida más evidente de las enfermedades de poscosecha. Sin embargo, otros aspectos del problema no han recibido suficiente atención en la estimación de las mismas, como ser los costos de acondicionamiento y reempaque, pérdidas de lo invertido en cosecha, empaque, transporte, pérdida de confiabilidad como exportador, entre otras (Janisiewicz, 1996; Torres Leal, 1996). En frutas, estas enfermedades son ocasionadas por hongos de diversos géneros (*Penicillium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Monilinia*, *Geotrichum*, entre otros).

Estas pérdidas varían en función de la zona de producción, de la especie y cultivar, edad del árbol, de las condiciones climáticas y del manejo pre y poscosecha (heridas y daños durante la cosecha, transporte y posterior manejo, efectividad de los tratamientos fungicidas y la conservación) (Eckert y Brown, 1986; Tuset, 1987; Smilanick *et al.*, 1997; 2006). En la zona de influencia de la Estación Experimental Agropecuaria Concordia, Sastre (1969) menciona altos porcentajes de pérdidas por podredumbres en algunas variedades cítricas. Evaluaciones realizadas más recientemente mostraron que las pérdidas ocasionadas por podridos en frutas cítricas conservadas pueden llegar al 3 % (Vázquez *et al.*, 1995). En la zona del Alto Valle de los ríos Negro y Neuquén, datos obtenidos durante los años 1990 y 1991 indican pérdidas de entre el 8 y 14 % solamente atribuidas a *Penicillium expansum* en manzanas Red Delicious conservadas en atmósfera controlada (Dobra y Rossini, 1993). En casos extremos, las afecciones producidas por hongos pueden llegar a afectar hasta un 25 % de la producción de frutas de pepita (Di Masi y Colodner, 2006). Dadzie y Orchard (1997) mencionan que las patologías de poscosecha pueden ocasionar serias pérdidas en banana tanto en términos de cantidad como de calidad. Se estima, que en algunos casos estas pérdidas superan el 30 %, lo cual refleja la importancia económica y social de las mismas (Laborem *et al.*, 1999). Si bien en nuestro país no se registran datos sobre las pérdidas en poscosecha en banana, se podría estimar que están alrededor de los valores mencionados anteriormente, teniendo en cuenta las condiciones deficitarias del manejo poscosecha de esta fruta.

2. Principales enfermedades de poscosecha de frutas

Cítricos

Son numerosos los agentes causales de enfermedades postcosecha de cítricos en nuestro país (Tabla 1). Las principales enfermedades que afectan a este grupo de frutas son el moho verde (*Penicillium digitatum*) y el moho azul (*P. italicum*), siendo el primero el patógeno más común y de mayor actividad reproductiva (Vázquez *et al.*, 1995; Garrán, 1996; Ragone, 1999). Estos hongos son patógenos de heridas y causan una podredumbre blanda y húmeda que deteriora rápidamente la forma del fruto (Tuset, 1987) (Fotos 1 y 2). En plantas de empaque de la provincia de Tucumán fue determinada la presencia del moho barboso (*P. ulaiense*) (Ramallo y Torres Leal, 1996).

En variedades cítricas de maduración temprana, como las naranjas de ombligo, que se deben desverdizar con etileno para presentar una coloración comercial, se determinó antracnosis o podredumbre causada por el patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* (Garrán y Meier, 2004).

En mandarina híbrido 'Nova' (Clementina x tangelo Orlando) sometida a desverdizado, se observó pudrición peduncular causada por *Fusarium proliferatum* y *F. oxysporum*. Esta afección puede observarse desde los 10 días posteriores al desverdizado, en etapa de almacenamiento y/o transporte (Acuña y Ramirez, 2011). El primer síntoma de podredumbre peduncular es un oscurecimiento de la cáscara alrededor del pedúnculo hasta alcanzar color marrón oscuro y de aspecto seco al inicio, aunque según las condiciones de almacenamiento puede tornarse húmeda, y desarrollar un micelio blanco sobre la mancha, como así también una invasión secundaria de *Penicillium* spp. (Acuña *et al.*, 2005). En Tucumán se observó en frutos de limón al-



Foto 1. Moho verde (*Penicillium digitatum*) en naranja.



Foto 2. Moho azul (*Penicillium italicum*) y moho verde (*P. digitatum*) en limones.

macenados, la presencia de un micelio blanco en la zona peduncular debida a *Fusarium* spp.; algunos frutos mostraron una pudrición de color castaño claro alrededor del pedúnculo (Fogliata y Muñoz, 2010).

Al comienzo del periodo de exportación de limones en Tucumán (meses de marzo, abril y mayo), en condiciones de clima lluvioso y húmedo, se presenta podredumbre marrón causada por *Phytophthora parasítica* y *P. citrophthora*, además de podredumbre peduncular (*Phomopsis citri*) y *Alternaria citri* (Torres Leal, 2001; 2005). La podredumbre amarga (*Geotrichum candidum*) tiene una incidencia altamente significativa a mediados del periodo de exportación, en los meses de junio y julio y esta directamente relacionada con las precipitaciones y humedad del suelo en las distintas áreas cítricas (Torres Leal y Ramallo, 1996).

TABLA 1 Enfermedades de poscosecha más importantes para cítricos

Nombre de la enfermedad	Agente causal
Moho verde	<i>Penicillium digitatum</i> Sacc.
Moho azul	<i>Penicillium italicum</i> Wehmer
Podredumbre amarga	<i>Geotrichum candidum</i> Link
Podredumbre negra	<i>Alternaria</i> spp.
Podredumbre peduncular	<i>Phomopsis citri</i> Fawcett
Podredumbre marrón	<i>Phytophthora citrophthora</i> (Smith et Smith) Leonian, <i>P. parasitica</i> Dastur
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Sacc.
Podredumbre por <i>Fusarium</i>	<i>Fusarium proliferatum</i> (Mat.) Nir., <i>F. oxysporum</i> Schlecht.

Fuente: Acuña y Ramirez, 2011; Bello *et al.*, 2011; Garrán, 1996; Torres Leal, 2001; 2005.

Frutas de pepita (manzana y pera)

En fruta de pepita se han registrado diferentes enfermedades de poscosecha (Tabla 2). Sin embargo, la podredumbre producida por *Penicillium expansum* es la enfermedad de poscosecha más importante en manzanas y peras en nuestro país y en todo el mundo (Dobra y Rossini, 1993; Xu y Berrie, 2005). El síntoma de esta enfermedad es una podredumbre blanda, acuosa y en general de color marrón claro, en la cual el tejido afectado se separa fácilmente del sano. En general comienza a desarrollarse a partir de una herida sobre la cual se manifiesta la presencia del hongo, primero el micelio de color blanco, recubriéndose luego de la

esporulación azul característica que le da el nombre a la enfermedad (Mondino *et al.*, 2009) (Foto 3). También se lo puede encontrar sobre el pedúnculo del fruto, principalmente en peras. Mucho menos frecuente es el desarrollo a partir de las lenticelas, esto ocurre en frutos sobremaduros o que han estado en conservación por períodos muy prolongados. Todas las variedades de manzana y pera que se cultivan en la región son susceptibles a este patógeno. A diferencia de otras especies, posee la característica de desarrollarse aún a -1 °C. Esta particularidad, más la capacidad de fructificar y producir nuevas infecciones en condiciones de alta humedad y en oscuridad, típicas de las cámaras de almacenamiento, lo convierten en el hongo más importante en conservación en la mayoría de las zonas productoras de fruta de pepita del mundo (Di Masi y Dobra, 1999).

La segunda enfermedad en importancia en frutas de pepita en nuestro país es *Botrytis cinerea*, comúnmente se la conoce como "podredumbre gris". Es una enfermedad importante mundialmente. La podredumbre comienza con áreas de color canela pálido, sin márgenes bien definidos. Luego estas áreas toman color oscuro, pero los bordes continúan claros y no se separan fácilmente del resto del fruto. Cuando el fruto está totalmente afectado presenta el típico aspecto de la fruta asada. En presencia de alta humedad desarrolla el micelio del hongo de color gris, sobre las partes afectadas (Foto 4). Generalmente las fructificaciones se pueden observar luego de unos días de colocar la fruta afectada fuera de la cámara frigorífica. Posee las formas invernantes resistentes que se denominan esclerocios, son órganos duros, de pocos milímetros de largo de color negro; éstos le permiten sobrevivir a períodos críticos de temperatura, humedad o falta de alimento y germinan cuando las condiciones vuelven a ser favorables (Di Masi y Dobra, 1999).



Foto 3. Moho azul (*Penicillium expansum*) en peras.



Foto 4. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en peras.

TABLA 2 Enfermedades de poscosecha más importantes para manzanas y peras

Nombre de la enfermedad	Agente causal
Moho azul	<i>Penicillium expansum</i> Link
Moho gris; Pudrición calicinal	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.:Fr.
Podredumbre por <i>Alternaria</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Corazón mohoso	<i>Alternaria</i> spp.; <i>Fusarium</i> spp.; <i>Penicillium</i> spp.
Podredumbre blanda	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenberg:Fries) Vuillemin; <i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl.; <i>Mucor</i> spp.
Podredumbre amarga	<i>Colletotrichum</i> spp.
Podredumbre negra	<i>Diplodia seriata</i> DeNot.(= <i>Botryosphaeria obtusa</i>)
Sarna del manzano	<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) G. Winter
Ojo de pescado	<i>Athelia epiphylla</i> Pers.
Podredumbre por <i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium</i> spp.

Fuente: Aragón *et al.*, 2010; Dobra y Rossini, 1993; Mondino *et al.*, 2009.

Frutas de carozo (durazno y ciruela)

Las podredumbres de poscosecha observadas en fruta de carozo se pueden clasificar en enfermedades de precosecha (causan daños en el campo y se mantienen durante la poscosecha) y enfermedades de poscosecha (su incidencia y severidad aumentan a partir de la cosecha) (Martinengo, 1994; Mitidieri, 2003).

La podredumbre morena causada por *Monilinia fructicola* es la enfermedad más importante en duraznos y ciruelos producidos en la Provincia de Buenos Aires, Cuyo y Alto Valle de Río Negro y Neuquén (Rossini *et al.*, 2007; Mitidieri *et al.*, 2008) (Fotos 5 y 6). En el caso de la región del Alto Valle, esta podredumbre solo se desarrolla a campo y no suele afectar a los frutos durante la vida postcosecha (Di Masi, Comunicación Personal).

En la Provincia de Buenos Aires, los principales agentes de podredumbres son hongos; de acuerdo a su distribución y frecuencia se han identificado en esta zona: *Monilinia fructicola*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Geotrichum* spp. (Martinengo, 1994; Martinengo y Garfi, 1999; Brambilla *et al.*, 2007; Mitidieri *et al.*, 2011) (Tabla 3). Los porcentajes de pérdidas causados por estos patógenos son variables, dependiendo de condiciones climáticas y del manejo de la fruta antes y después de la cosecha.

Las zonas de producción de frutas de carozo de Mendoza y del Alto Valle de Río Negro y Neuquén se caracterizan por tener condiciones climáticas desfavorables para el desarrollo de enfermedades a campo, principalmente por las escasas precipitaciones y la baja humedad relativa. En cambio, las podredumbres de poscosecha suelen producir importantes pérdidas. Los principales patógenos son *Monilinia fructicola* y *Rhizopus stolonifer*, ambos producen daños a campo en variedades de maduración tardía de duraznos y ciruelas. Ocasionalmente se ha determinado la presencia de *Monilinia laxa* en frutos podridos a campo y de *Penicillium* spp. (Rossini, 2008). *Botrytis cinerea* es un patógeno de postcosecha que produce pérdidas importantes durante el almacenamiento en la zona del Alto Valle luego de las podredumbres ocasionadas por *Rhizopus stolonifer* (Candan y Di Masi, 2003; Di Masi, Comunicación Personal). Asimismo es frecuente observar el desarrollo de *Penicillium* como patógeno secundario en frutos afectados por otras enfermedades.

Además del daño que produce *Monilinia fructicola* sobre la fruta, cabe destacar que es un patógeno cuarentenario en Europa, importante destino de la fruta de carozo que se produce en la provincia de Mendoza y en el Alto Valle. Por ello, el SENASA, mediante la Resolución 497/06, estableció el "Instructivo para la exportación de fruta de *Prunus* L. con destino a la Unión Europea". Esto es un procedimiento que asegura que la fruta fresca ingrese a la Unión Europea habiendo cumplido con las medidas necesarias para el control de la enfermedad. El mismo es realizado en conjunto con INTA y se basa en capacitación técnica, monitoreos de

montes comerciales previamente inscriptos en SENASA con el objetivo de exportar su fruta a este destino y determinación de infecciones latentes por *M. fructicola* (Giayetto et al., 2007; Rossini et al., 2007; Vera et al., 2008). La norma hace necesaria la adopción de tecnologías alternativas al cultivo en placa que generen un diagnóstico rápido y preciso de las especies de *Monilinia* presentes en Argentina (OEPP/EPPO, 2003). Ello obliga a usar al menos dos técnicas en donde los análisis moleculares mediante PCR (reacción en cadena de la polimerasa), sean confirmatorios a nivel específico.



Foto 5. Podredumbre morena (*Monilinia fructicola*) en duraznos.



Foto 6. Podredumbre morena (*Monilinia fructicola*) en ciruelas.

TABLA 3 Hongos causantes de podredumbres en frutos de durazno

Agente Causal	Síntomas	Condiciones en que se desarrolla
<i>Monilinia fructicola</i> (Wint.) Honey, M. Laxa (Aderhold & Ruhland) honey	Podredumbre de color marrón y consistencia firme	Produce podredumbre a campo y en el empaque
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Erhenb.:Fr.) Vuill	Podredumbre blanda y húmeda de evolución muy rápida de "nido"	Frecuente en plantas de empaque con falta de higiene.
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Sacc.	Podredumbre firme de evolución lenta.	Aparición esporádica.
<i>Penicillium</i> spp.	Podredumbre mohosa azul-verdosa.	Ataca fruta lastimada y sobremadura o conservada a bajas temperaturas

Fuente: Martinengo, 1994; Martinengo y Garfi, 1999.

Uva de mesa

La uva de mesa es susceptible al ataque por varios hongos fitopatógenos, que causan podredumbres tanto en precosecha como en poscosecha (Tabla 4. *Página siguiente*).

En las condiciones ecológicas de Cuyo, la podredumbre de los racimos es causada por un complejo etiológico, donde intervienen principalmente hongos, además de bacterias, levaduras e insectos. Las especies fúngicas que participan en orden de agresividad son: *Botrytis cinerea* Pers., *Aspergillus niger* Van Tiegh., *Penicillium expansum* (Lk) Tom., *Rhizopus stolonifer* (Erhenb.:Fr.) Vuill., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Cladosporium herbarum* (Pers) Lk., y *Mucor racemosus* Fres. Esta enfermedad produce pérdidas cualitativas (Foto 7). Cualitativamente los racimos pierden estética, lo que obliga en ataques leves a la eliminación manual de los granos afectados. Cuando la enfermedad se ha generalizado, se deben separar los racimos atacados, produciendo pérdidas cuantitativas. Si durante el almacenaje y el transporte quedan algunos granos afectados, la enfermedad rápidamente se generaliza y alcanza en poco tiempo la totalidad de los racimos.

TABLA 4 Enfermedades de poscosecha más importante para uva de mesa

Nombre de la enfermedad	Agente Causal
Podredumbre de los racimos	<i>Botrytis cinerea</i> Pers., <i>Aspergillus niger</i> VanTiegh., <i>Penicillium expansum</i> (Lk) Tom., <i>Rhizopus stolonifer</i> (Erhenb.:Fr.) Vuill., <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl., <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers) Lk., y <i>Mucor racemosus</i> Fres
Podredumbre ácida	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Pichia membranifacies</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i> y <i>Pichia galeiformes</i> .
Podredumbre por Alternaria	<i>Alternaria alternata</i> (Fries) Keissler

Fuente: Rodríguez Romera *et al.*, 2011a;b; Dobra y Rossini, 1993; Mondino *et al.*, 2009.



Foto 7. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en uva de mesa.

Otra enfermedad de importancia es la podredumbre ácida. Los agentes causales de esta enfermedad son principalmente levaduras y bacterias. Entre las primeras, se han identificado para las condiciones climáticas de Cuyo, en orden de agresividad las siguientes especies: *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia membranifacies*, *Issatchenkia orientalis* y *Pichia galeiformes*. Las bacterias corresponden al grupo de las acéticas, de los géneros *Gluconobacter* y *Acetobacter* (Oriolani *et al.*, 2008; 2009; Rodríguez Romera *et al.*, 2011a). Esta enfermedad produce pérdidas de producción durante el cultivo por la destrucción de racimos, a lo que se suman las de poscosecha durante la conservación frigorífica (Fotos 8 y 9). Además origina cambios químicos en la pulpa de las bayas, ya que los azúcares se transforman en ácido acético, por acción de los distintos agentes causales.

Una enfermedad que no estaba citada para la Argentina en poscosecha de uva es *Alternaria alternata*, pero en estudios realizados en la EEA Mendoza en la temporada 2010 - 2012 se ha visto que es un patógeno presente en un alto porcentaje. Causa podredumbre de racimos y se caracteriza por lesiones firmes, superficiales, marrón oscuro a negro en bayas, cerca del pedicelo, y micelio gris en raquis y pedicelos (Foto 10). La



Foto 8. Podredumbre ácida en racimo de uva de mesa.



Foto 9. Podredumbre ácida en baya de uva de mesa.



Foto 10. Podredumbre por *Alternaria* (*Alternaria alternata*) en baya de uva de mesa.

enfermedad desarrolla en frutos almacenados en frío y su ocurrencia esporádica es un serio reto al almacenamiento prolongado de uva de mesa a baja temperatura. Estudios previos muestran que *A. alternata* coloniza bayas, pedicelos y raquis durante todo el período de desarrollo del racimo, pero que factores de estrés durante el almacenamiento en frío podrían predisponer los racimos al decaimiento por este patógeno (Rodríguez Romera *et al.*, 2011b).

Banana

La podredumbre de la corona es una de las enfermedades más importantes de poscosecha de bananas y plátanos (Fotos 11 y 12). Es un complejo de enfermedades causadas por varios hongos, algunas veces en asociación con otros microorganismos como bacterias (Lukezic *et al.*, 1967). Los patógenos más comunes asociados con la podredumbre de la corona son *Colletotrichum musae* (Berk y Curt) v. Arx (*Gloesporium musarum*), *Fusarium roseum*, *Fusarium semitectium*; otras especies incluyendo *Cephalosporium* spp., *Verticillium theobromae*, *Ceratocystis paradoxa* y *Phomosis* spp. han sido asociadas a esta patología (Ploetz *et al.*, 1994). Los organismos predominantes involucrados en la pudrición de corona varían de acuerdo a las localidades y la estación del año (Anthony *et al.*, 2004).



Foto 11. Podredumbre de la corona en banana.



Foto 12. Micelio blanco en corona de banana debido a *Fusarium* spp.



Foto 13. Fructificación de *Colletotrichum* en banana.



Foto 14. Antracnosis en frutos verdes de banano.

Otra enfermedad importante de la banana en poscosecha es la antracnosis, cuyo agente causal es el hongo *Colletotrichum musae* (Foto 13). Es común en las heridas, pero también es capaz de atacar las frutas sanas; ocasionalmente invade la zona del cuello de los dedos, cuando éstos están dañados (Soto Ballestero, 1992) (Foto 14). En este sentido Ploetz *et al.* (1994) mencionan que durante el proceso de climatización y maduración de la fruta de banano las fluctuaciones temperatura y humedad favorecen el desarrollo de la antracnosis.

Palta, mango y papaya

En estos tres cultivos, la enfermedad más importante en pre y poscosecha es la podredumbre denominada antracnosis, causada por especies del género *Colletotrichum* (Flores *et al.*, 2008). Este es un hongo cosmopolita y está presente en todos los países donde se cultivan estos frutales. La especie encontrada preponderantemente en palta y mango es *C. gloeosporoides*, no obstante, también se observa la presencia de *C. acutatum* Simmonds. Si bien *C. gloeosporoides* afecta tanto mango como palta y papaya, Hodson *et al.* (1993) proponen que las poblaciones que afectan al mango presentan una patogenicidad y un origen distinto a las demás poblaciones.

En palta, antracnosis es la enfermedad de poscosecha más importante en regiones con altas precipitaciones (Foto 15). También puede causar pérdidas importantes antes de la cosecha en algunos cultivares (Fitzell, 1987).

En mango, los síntomas de antracnosis se manifiestan en hojas, ramitas, inflorescencias y frutos, ocasionando sobre estos últimos severos daños, lo que repercute en la pérdida de valor comercial y disminución en los rendimientos por unidad de superficie (Foto 16). Sobre las panículas aparecen manchas o lesiones alargadas de coloración oscura que ocasionan la caída de las flores y frutos recién cuajados. Los frutos



Foto 15. Antracnosis (*Colletotrichum*) en palta.



Foto 16. Antracnosis (*Colletotrichum*) en mango.

cuajados al ser infectados toman una coloración oscura y se momifican con la posterior caída; en frutos inmaduros la enfermedad se expresa por medio de manchas de color pardo claro y de aspecto aceitoso, presentándose el mayor número de ellas en la zona cercana al punto de unión con el pedúnculo; generalmente estas manchas no se agrandan hasta que la fruta madura.

Cohen *et al.* (2001) citan a sarna y antracnosis como enfermedades de importancia en el cultivo de palta en Argentina. En fincas donde se realizan tratamientos de control, el porcentaje de fruta afectada por sarna y antracnosis varía entre el 1 y 5 %, mientras que en aquellas donde no se trata, estos valores se encuentran entre un 80 y 90 %. La sarna del palto es causada por *Sphaceloma perseae* Jenkins y fue reportada por primera vez en el cultivo en Florida en 1918; en la Argentina fue descrita en 1964 (Foguet y Oste, 1982). Los síntomas de esta enfermedad aparecen en ambas superficies de la hoja como lesiones marrones oscuras pequeñas; en el fruto se observan lesiones sobreelevadas de color marrón que al confluir forman áreas rajadas e irregulares que son puerta de entrada para otros patógenos como *Colletotrichum* spp. (Burnett, 1974).

En frutos de papaya fue detectado, además de *Colletotrichum* spp., *Asperisporium caricae* (Speg.) Maulbl. Por las características de este cultivo resulta de importancia la podredumbre por *Colletotrichum*.

Arándano

En la provincia de Tucumán, *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire es el agente causal de una de las podredumbres de poscosecha de mayor prevalencia en los cultivos de arándano (Velázquez *et al.*, 2008, 2009, 2010a) (Foto 17). Estudios realizados en los departamentos Monteros y Chicligasta, determinaron que los niveles de incidencia de enfermedades presentaron diferencias de acuerdo al momento de cosecha, incrementándose gradualmente desde mediados - fines de octubre hasta mediados - fines de noviembre. Dichos niveles dependerían tanto de las características epidérmicas del fruto como de las condiciones climáticas prevalecientes durante el período de cosecha, entre ellas las mayores precipitaciones (Velázquez *et al.*, 2009, 2010a).

Las variedades 'Blue Crisp' y 'Emerald' han demostrado ser las más tolerantes a *A. tenuissima*, mientras que 'Gulf Coast' y 'O'Neal' presentan una elevada susceptibilidad (Velázquez y Farías, 2009; Velázquez *et al.*, 2008; 2010a). En determinados años, podredumbres por *Colletotrichum* spp. y *Botrytis* spp. incrementan su incidencia, mientras que otros géneros fúngicos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus* se han manifestado siempre en muy baja frecuencia (Velázquez y Farías, 2009; Velázquez *et al.*, 2008; 2010a).



Foto 17. Podredumbre por *Alternaria* en arándano.

En condiciones de almacenamiento a baja temperatura (4 °C), los niveles de incidencia de podredumbres por *A. tenuissima* y *Botrytis* spp. se incrementaron en el tiempo (Velázquez y Farías, 2009). Variedades con epidermis menos firme ('O'Neal' y 'Millennia'), presentaron una mayor incidencia de podredumbres causadas por *A. tenuissima* y *Colletotrichum* spp., mientras que aquellas de epidermis más firme ('Blue Crisp' y 'Misty') fueron más tolerantes (Velázquez y Farías, 2009; Velázquez *et al.*, 2008; 2009; 2010a).

En Entre Ríos, *Alternaria* spp. es también el género que prevalece en las podredumbres de poscosecha. Otros géneros de menor importancia son *Botrytis* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Fusicoccum* spp. (Bello *et al.*, 2010; Heredia *et al.*, 2011a). Se observó un comportamiento diferencial entre variedades respecto a su susceptibilidad a podredumbres de origen fúngico, como así también en función de la época de cosecha. En estudios sobre el comportamiento de nuevas variedades patentadas, 'Springhigh' presentó una mayor incidencia de alteraciones patológicas respecto de 'Abundance' y 'Primadonna' (Vázquez *et al.*, 2010; Heredia *et al.*, 2011b).

En la provincia de Buenos Aires, en la zona de San Pedro, se han detectado podredumbres de poscosecha, siendo los patógenos más frecuentemente encontrados hongos de los géneros *Alternaria*, *Colletotrichum* y *Botrytis* (Mitidieri, 2012, Comunicación personal).

Nuez pecán

Las nueces de pecán suelen presentar alteraciones causadas por agentes fúngicos, que inciden negativamente sobre su calidad organoléptica y posibilidades de comercialización. En términos generales, el deterioro se vincula con patógenos que atacan al cultivo, o con saprófitos que se desarrollan durante el almacenamiento de los productos cosechados. Esta clasificación no es absoluta dado que algunos hongos que infectan a las plantas bajo condiciones de campo sin provocar síntomas, pueden permanecer como micelio latente y desarrollarse luego durante el almacenamiento.

La presencia de síntomas necróticos (estrías y manchas irregulares) como así también la manifestación de eflorescencias fúngicas se observa frecuentemente en la nuez de pecán. Algunos géneros (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichothecium*) han sido citados como causantes del "Kernel decay" de la nuez (Teviotdale *et al.*, 2002). Estos mismos autores citan a *Phomopsis* como posible causa de las manchas necróticas negras en el exterior del fruto ("stem-end blight") y vinculan a *Neofusicoccum*, anamorfo de *Botryosphaeria*, con el "black nut syndrome" en Australia y en la India, aunque su patogenicidad no ha sido concluyentemente demostrada. Otro género citado como patógeno es *Pestalotia* (Huang y Hanlin, 1975).



Foto 18. Estrías oscuras (*Pestalotia* spp.) en pecán.

Respecto del tipo de síntoma y su relación con el agente fúngico que lo causaría se observa que *Pestalotia* es aislada frecuentemente a partir de nueces con estrías oscuras (Foto 18) y *Trichothecium roseum* (Pers.) Link a partir de nueces con moteado (Foto 19). Por otra parte, las eflorescencias suelen relacionarse con *Colletotrichum gloeosporioides* y/o *Neofusicoccum ribis* (Slippers, Crous, & M.J. Wingf.) Crous, Slippers & A.J.L. Phillips (Larre, 2010) (Foto 20).



Foto 19. Moteado (*Trichothecium roseum*) en pecán.



Foto 20. Eflorescencias oscuras (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Neofusicoccum ribis*) en pecán.

2.1. Proceso de infección

Conocer los procesos de infección que posee cada patógeno es una herramienta básica para poder plantear estrategias de control. A continuación se detallan estos procesos para los principales patógenos de poscosecha de frutas.

Cítricos

En cítricos, *Penicillium digitatum* entra en actividad cuando los frutos se encuentran en período avanzado de maduración o completamente maduros (Figura 1). La contaminación con este hongo tiene lugar tanto en el campo, estando todavía el fruto en el árbol, como durante la cosecha y transporte, o en el empaque, o durante su manipuleo y conservación, o durante el período de distribución y venta en los mercados. La fuente principal de contaminación son los conidios, no obstante el micelio puede jugar un rol importante cuando los frutos infectados están en contacto con frutos sanos (Tuset., 1987). Los conidios, de color verde oscuro y pequeño tamaño son producidos en grandes cantidades y transportados por corrientes de aire a frutos sanos. Los mismos no germinan hasta que la piel es dañada por algún proceso biótico como lesiones de insectos, o abióticos (granizo, viento, envejecimiento de la piel por sobre maduración, heridas de cosecha, etc.) (Tuset, 1987; Cocco, 2005). Para la germinación de los conidios se requiere agua libre y nutrientes. En ausencia de nutrientes, los compuestos volátiles producidos por los frutos dañados, estimulan la germinación (Eckert *et al.*, 1984). Conidios ubicados en heridas que penetran 2 a 3 mm en el albedo llevan a infecciones irreversibles dentro de las 48 h entre 20 a 25 °C (Eckert y Eaks, 1989).

Otro patógeno de heridas de importancia en la poscosecha de cítricos es *Geotrichum candidum* causante de la podredumbre amarga. El hongo se encuentra en el suelo y la fruta ubicada en la parte baja del árbol es la más susceptible de contaminarse (Torres Leal y Ramallo, 1996). Invade la piel de la fruta a través de heridas producidas por insectos o daños de cosecha. Las artrosporas de *G. candidum* germinan solo cuando

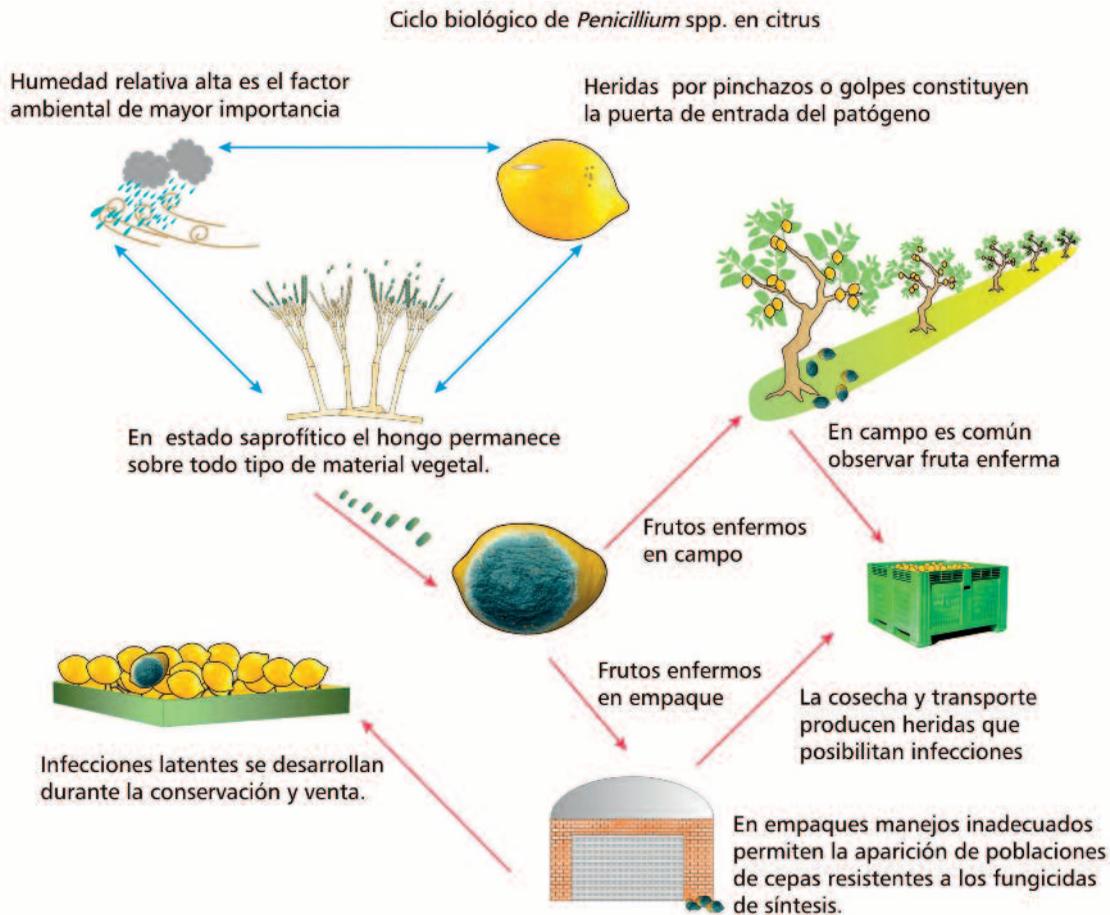


Figura 1. Ciclo biológico de *Penicillium* spp. en cítricos.

la actividad del agua es alta. La fruta afectada contagia por contacto a la sana, produciendo disolución de las membranas celulares por acción de enzimas pectolíticas y maceración de la fruta (Tuset, 1987).

La podredumbre marrón producida por *Phytophthora* se manifiesta como una decoloración de la piel de los cítricos, de forma redondeada que acaba tomando color marrón, bastante consistente, quedando la zona afectada al mismo nivel que la superficie sana del fruto. La infección se inicia en el campo debido a que el hongo se encuentra en los suelos, no siendo necesaria la existencia de heridas (Stein y Torres Leal, 1990; Torres Leal, 1996).

Un grupo numeroso de hongos de escasa capacidad patogénica es capaz de invadir los tejidos del fruto cítrico cuando estos envejecen. La penetración de estos hongos ocurre en el campo, incluso durante el período de cuaje y formación de los frutos. Los hongos permanecen latentes y sólo después de la cosecha, con el avance del proceso de envejecimiento de la fruta, pueden continuar su desarrollo en los tejidos e iniciar el proceso de podredumbre. La mayoría de las inoculaciones ocurren en el sector peduncular donde se brinda un ambiente protegido favorable para su deposición. Varios hongos actúan de esta forma produciendo podredumbres semi blandas a secas que se inician en la base del fruto, en la unión con el pedúnculo, y avanzan luego hacia el ápice por la cáscara y el eje central. El almacenamiento prolongado y las condiciones del desverdizado con etileno los favorecen. Entre estos patógenos se mencionan *Phomopsis citri*, *Alternaria citri*, *Colletotrichum gloeosporioides* (Garrán, 1996; Torres Leal, 2001; 2005; Garrán y Meier, 2004) y *Fusarium proliferatum* y *F. oxysporum* (Acuña *et al.*, 2005).

Frutas de pepita (manzana y pera)

Penicillium expansum, *Botrytis cinerea* y *Alternaria* spp., principales patógenos de frutos de pepita, sobreviven en el campo en los restos orgánicos del cultivo, en el suelo y quizás en la corteza muerta de los árboles. Los conidios están presentes también en el aire y sobre la superficie de la fruta (Dobra y Rossini, 1993). No obstante, se observa muy poca presencia de estas enfermedades en el campo (Mondino *et al.*, 2009). En las instalaciones del empaque, son fuentes de esporas el agua utilizada en el proceso, el aire y las superficies de la línea de empaque y las paredes y pisos de las cámaras de almacenamiento (Rosenberger, 1990). Debido a que son patógenos que ingresan esencialmente a través de las heridas, los daños que se producen en los frutos durante o después de la cosecha son la principal causa de podredumbres. Sin embargo, también pueden causar podredumbres a través de la infección por las lenticelas, principalmente en fruta demasiado madura, o cuando las lenticelas han sido dañadas (Rosenberger, 1990; Snowdon, 1990). Cuando las esporas de un hongo llegan a la superficie de un fruto y encuentran condiciones óptimas, pueden germinar y desarrollar la infección en un tiempo relativamente corto, desde unas pocas horas hasta algunos días. Teóricamente, un solo conidio sería capaz de iniciar una infección y desarrollar una podredumbre, sin embargo, esto en general no ocurre fundamentalmente debido a las condiciones de resistencia propias de la fruta, a la temperatura y a la humedad (Sommer, 1985; Dobra y Rossini, 1993; Nunes, 2001).

Botrytis cinerea inverna en el suelo en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición. También se encuentra en los empaques y cámaras frigoríficas en los que no se mantenga adecuadas prácticas de limpieza y desinfección. Las condiciones óptimas de desarrollo son entre 20 y 25 °C, pero también desarrolla a las temperaturas de almacenamiento de peras y manzanas. Penetra a la fruta por herida, pero también posee la característica de desarrollar sobre el fruto vecino, mediante una maceración previa de la epidermis del fruto sano, por desprendimiento de etileno y diversas enzimas pectolíticas por parte del fruto inicialmente afectado. Es así como logra la formación de los típicos "nidos de Botrytis". En peras es frecuente encontrar el desarrollo de este hongo a partir del pedúnculo (Di Masi y Dobra, 1999).

Frutas de carozo (durazno y ciruela)

En frutas de carozo, el agente causal de la podredumbre morena, *Monilinia fructicola*, sobrevive durante el invierno en frutos momificados y canchales formados en infecciones de años anteriores y luego de iniciada la floración en pedúnculos, anteras, flores y brotes muertos (Figura 2). Los primeros órganos atacados son las flores, luego de invadir el ovario y el pedúnculo la infección avanza sobre el brote. Las flores atacadas se vuelven pardas, se marchitan y suelen quedar envueltas en una masa gomosa. Los brotes y ramitas presentan canchales y la muerte de la porción distal. Las hojas ubicadas en los brotes afectados mueren quedando adheridas a los mismos (Martinengo, 1994; Ogawa *et al.*, 1995; Mitidieri, 2012). Los frutos pueden ser infectados inmediatamente después del cuajado, manifestándose la enfermedad antes o después de la cosecha. La infección del fruto se produce directamente a través de la cutícula, en la base de los tricomas o a través de rajaduras y heridas (Bleiger y Tanaka, 1980; Ogawa *et al.*, 1995; May de Mio *et al.*, 2004). Mari *et al.* (2003) identificaron tres etapas fenológicas de diferente predisposición de frutos de durazno a la infección

causada por *Monilinia laxa*, dos períodos de alta susceptibilidad, después del cuaje y 4-5 semanas antes de la cosecha, y uno más tolerante durante el período de endurecimiento del carozo. En este estudio, no se observaron diferencias entre frutos inoculados con y sin heridas. El síntoma característico de podredumbre morena es una lesión circular en el fruto, de color castaño, que aumenta de tamaño rápidamente. El fruto podrido queda adherido a la planta o cae al suelo y a medida que se seca se transforma en fruto momificado. El patógeno puede producir esclerocios que al germinar producen apotecios, dentro de los cuales son producidos los ascos. Las ascosporas son diseminadas por el viento y se constituyen en el inóculo primario de la enfermedad (Martinengo, 1994; Mitidieri, 2003). En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén el síntoma característico es la podredumbre del fruto próximo a la cosecha, principalmente en variedades tardías de duraznos, nectarines y ciruelas. Raramente suelen observarse tizón de las flores y canchales en brotes producidos por *Monilinia* spp. (Rossini, 2008).

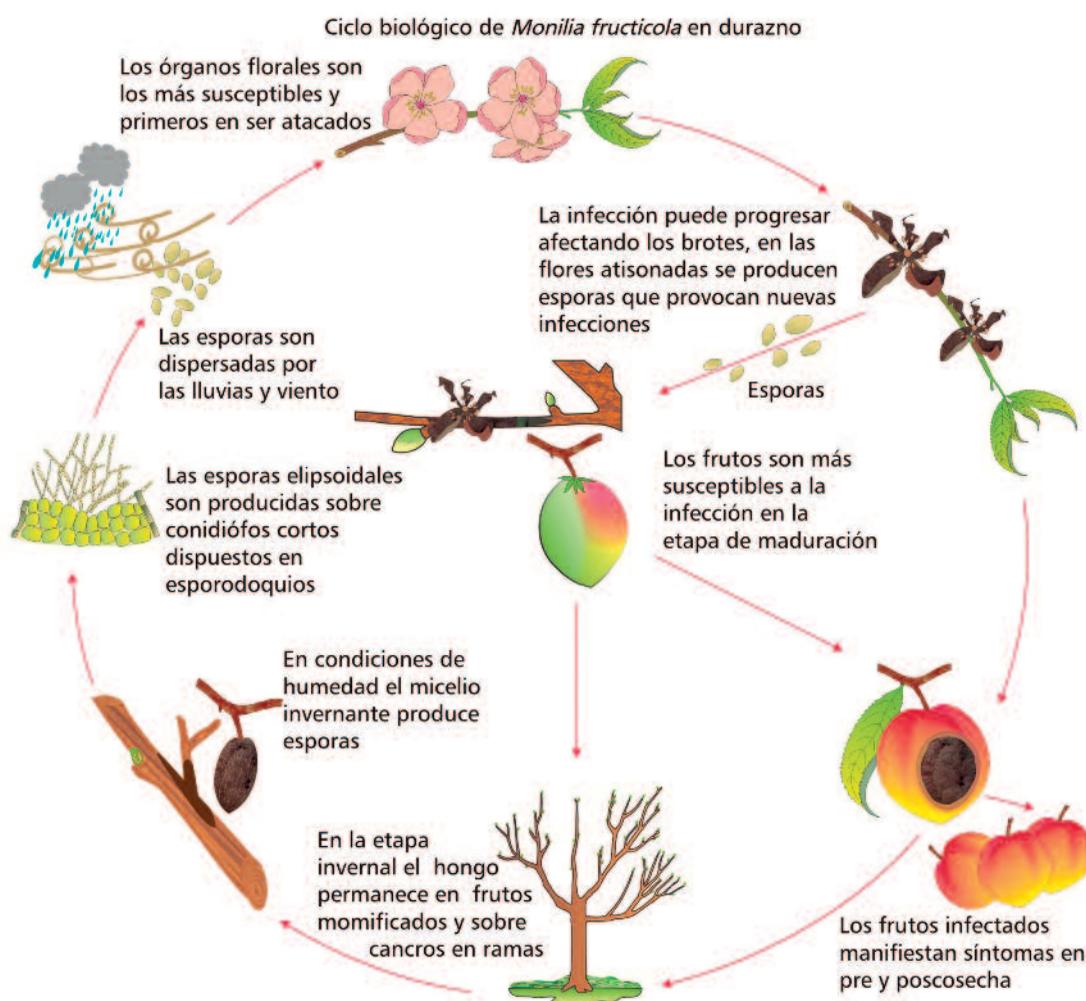


Figura 2. Ciclo biológico de *Monilia fruticicola* en durazno.

Uva de mesa

Botrytis cinerea, agente causal de la pudrición gris, es la enfermedad de mayor relevancia en uva de mesa (Figura 3). Este hongo pasa el invierno como micelio y esclerocios sobre sarmientos, hojas, frutos y residuos vegetales caídos al suelo. Ataca hojas, brotes, inflorescencias e infrutescencias. Provoca pérdida de flores; las flores infectadas no cuajan y sus restos favorecen la infección del pedicelo y raquis, los que toman un color castaño. Las bayas antes del estado de pinta no son receptivas al hongo, sin embargo, en condiciones excepcionalmente lluviosas y en contacto prolongado con restos florales, pueden ser infectadas. Estas bayas adquieren una coloración café y eventualmente pueden caer o permanecer en el interior del racimo actuando

más tarde como foco de pudrición gris cuando las bayas sanas pasan a un estado receptivo. A partir del estado de pinta, las bayas son infectadas a través de conidios traídos por el viento o por la reactivación de las que están en latencia en restos florales. A medida que la infección progresa, pero antes que aparezcan síntomas, las bayas caen fácilmente cuando la infección se ha producido en la unión al pedicelo, y la epidermis se desprende al roce de la mano. Más tarde estos frutos adquieren una coloración oscura y se agrieta la epidermis, cubriéndose con una masa gris aterciopelada de conidios del hongo. La zona afectada del racimo se cubre con eflorescencias de distintas tonalidades (grisácea, castaño oscura, verde azulada). La infección se propaga rápidamente a las bayas vecinas, principalmente en cultivares de racimo compacto y hollejo sutil pudiendo abarcar al racimo entero, convirtiéndolo en una masa cubierta de moho gris. Las infecciones que se producen en forma saprófita sobre restos florales o directamente sobre la baya permanecen latentes y se expresan durante la cosecha o en poscosecha. La etapa desde el envero en adelante es altamente riesgosa, por el aumento en la susceptibilidad de la baya y el riesgo de lluvia. La incidencia durante el almacenaje es debida mayoritariamente a bayas infectadas en precosecha. Temperaturas de almacenaje de 0 °C no detienen completamente el avance de la enfermedad a las bayas sanas, siendo necesario una emisión de anhídrido sulfuroso de $1,5 \text{ nmol Kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ para asegurar la contención de ésta sólo a las bayas infectadas.

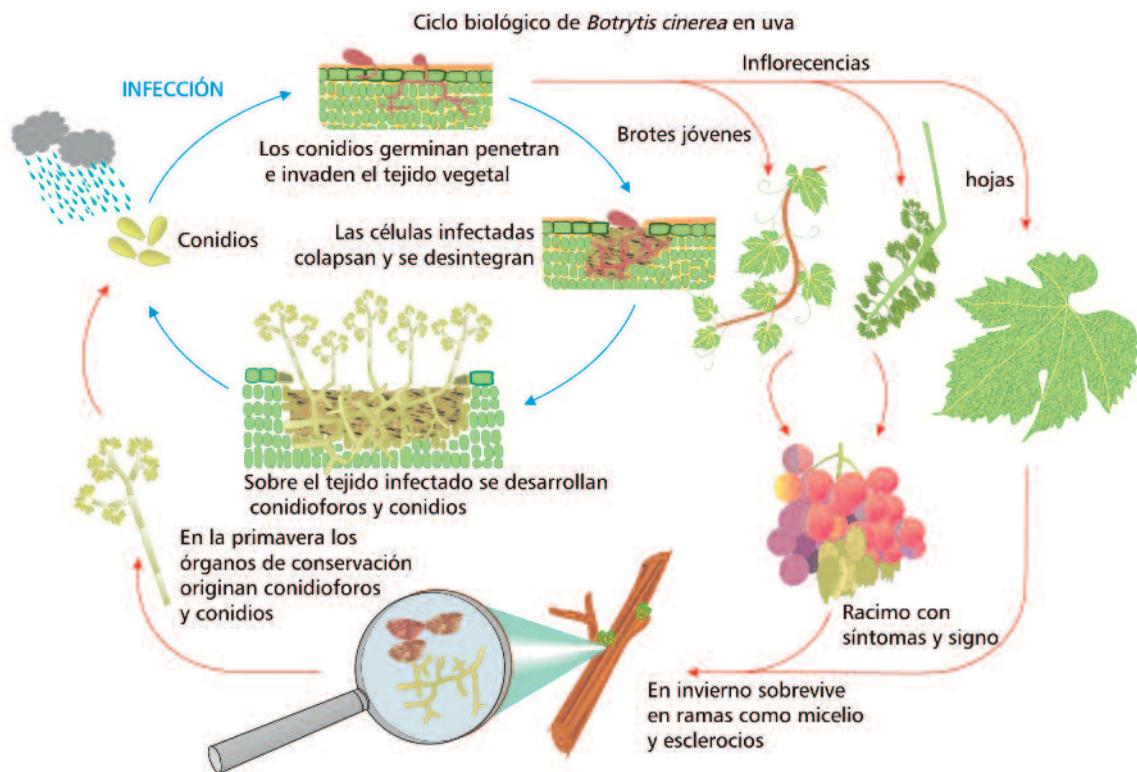


Figura 3. Ciclo biológico de *Botrytis cinerea* en uva.

la podredumbre ácida es otra enfermedad que afecta a este fruto. Los síntomas de la enfermedad comienzan a manifestarse en el racimo después del envero, en bayas aisladas o en grupos y se caracterizan por una fuerte oxidación de la cutícula u hollejo, ablandamiento y maceración de la pulpa, pérdidas de mosto y vaciamiento de la baya, acompañado por un fuerte olor a ácido acético y presencia de larvas y adultos de la mosquita del vinagre (*Drosophila melanogaster*), las que diseminan los agentes patógenos de la enfermedad. La presencia de fisuras o microheridas en el hollejo es el factor desencadenante de la podredumbre ácida, dado que las mismas permiten la entrada de levaduras y bacterias propias de la microflora del viñedo. Las levaduras producen alcohol por degradación de los azúcares de las bayas, y las bacterias oxidan el alcohol a ácido acético. La pérdida de mosto permite el desarrollo de las colonias de hongos filamentosos, principalmente *Aspergillus* y en menor proporción *Penicillium* y en último término *Botrytis*, los cuales actúan como patógenos secundarios (Rodríguez Romera *et al.*, 2011a).

Alternaria alternata es considerado como patógeno oportunista, que entra en los tejidos vegetales por heridas o aberturas naturales. No hay evidencia de que la penetración de *A. alternata* sea directa en racimos de uva de mesa. Las hifas entran en las bayas, pedicelos y raquis por estomas, lenticelas y microheridas de la epidermis. Permanecen localizadas en la cavidad subestomática o lenticelas, también son capaces de crecer en células epidérmicas adyacentes a microheridas, en este caso parecen restringirse a pocas células sin causar necrosis celular. Los conidios del hongo germinan rápidamente. La formación de hifas bajo la capa de cera y colonización de estomas y lenticelas puede ayudar a *A. alternata* a sobrevivir por largos períodos bajo condiciones no favorables. Estudios previos indican que el almacenamiento a baja temperatura y el tratamiento con SO₂ puede predisponer a la uva de mesa a la enfermedad. La fumigación con SO₂ puede matar las esporas o micelio superficial de *Alternaria*, pero no mata micelios que han invadido las bayas, que probablemente están protegidos por la cera epidérmica. Éstos emergerán y desarrollarán en la superficie del tejido infectado bajo condiciones de humedad y temperatura (Swart *et al.*, 1995).

Banana

La característica de la cáscara de la banana, en su estado natural, protege la fruta contra las enfermedades fungicas. Pero cuando las manos son cortadas de los tallos (raquis) en el proceso de empaque, la gran herida abierta es un punto débil ideal para que entren y se desarrollen los hongos que ocasionan la podredumbre de la corona (*Colletotrichum musae*, *Fusarium roseum*, *Fusarium semitectum*, entre otros) (Dadzie y Orchard, 1997). Estos hongos son comúnmente encontrados en las hojas, flores y brácteas. Estos esporulan en los rastros y son diseminados por el viento y las gotas de lluvia (Llomtop, 2008), siendo luego encontrados sobre la fruta en el campo en forma de pequeñas esporas microscópicas que son llevadas (después de cortar los racimos) al lugar de empaque, trasladándose posteriormente con las mismas hacia los tanques de lavado, donde penetran profundamente en las heridas de la corona (debido al desmane). Las esporas también permanecen en el exterior de la fruta y son empacadas junto con ésta (Dadzie y Orchard, 1997). Estos patógenos causan el ablandamiento y ennegrecimiento de los tejidos en la superficie del corte de la corona, pudiendo formarse en la superficie cortada, moho de color blanco, gris o rosado. Los tejidos infectados se tornan negros pudiendo avanzar la podredumbre al pedúnculo del dedo y finalmente cuando la infección es severa, los dedos se desprenden de la corona si ésta es colgada (Snowdon, 1990).

En el caso de la antracnosis, causada por *Colletotrichum musae*, la infección ocurre en pequeñas heridas, empezando desde la cosecha y continuando hasta desarrollarse luego en la etapa de maduración. Este hongo produce dos tipos de infección, la no latente y la latente. La primera ocurre en frutos verdes a partir de la cosecha, avanza sin período de dormancia y se desarrolla durante la maduración de los frutos. La infección latente, se inicia cuando el fruto está en la planta, pero el patógeno permanece dormido en una hifa subcuticular hasta que el fruto llega a la madurez de cosecha (Arcila, 2002). Al momento de la cosecha la infección no se manifiesta pero se desarrolla durante la vida de poscosecha (Mangione, 1990).

Palta, mango y papaya

Los conidios de *Colletotrichum gloeosporioides* se producen dentro de acérvulas, en gran número, en las hojas muertas y ramitas y frutos que permanecen en la copa de los árboles. Son la principal fuente de inóculo y diseminación de la enfermedad (Fitzell, 1987). Los conidios son arrastrados por el viento y en condiciones de tiempo lluvioso por el agua, siendo ésta última la principal forma de diseminación. La infección ocurre principalmente durante días de temperaturas moderadas (28 a 30 °C), y largos periodos de tiempo lluvioso. La fruta es susceptible en todos sus estadios hasta la cosecha (Coates *et al.*, 1993). En la germinación del conidio es importante la presencia de agua libre; la mayoría de ellos, depositados en la superficie de la fruta, germinan dentro de las 6 a 7 h. Cada conidio germinado produce un tubo germinativo de 10 a 20 µm de longitud. Aproximadamente 5 a 6 h después del surgimiento del tubo germinativo se inicia el desarrollo del apresorio, al principio como un hinchamiento del tubo germinativo. Posteriormente, las paredes del apresorio se engrosan surgiendo desde el centro un poro germinativo desde donde desarrolla una hifa de infección que penetra la capa exterior de cera y cutícula. El crecimiento de la hifa de infección es detenido en la región cuticular, donde permanece inmóvil hasta que la fruta madura (Prusky *et al.*, 1990; Coates *et al.*, 1993). Se piensa que el hongo es incapaz de colonizar tejido verde debido a la presencia de compuestos antifúngicos en la cáscara de la fruta (Prusky *et al.*, 1983). Durante la maduración del fruto los compuestos antifúngicos declinan, permitiendo el crecimiento del hongo que coloniza la cáscara y pulpa. En una fase avanzada de desarrollo de la lesión, se producen acérvulas, que al romper la cutícula y paredes de las células epidérmicas, liberan los conidios en una matriz mucilaginosa. Los conidios se dispersan por el agua iniciando el ciclo nuevamente (Figura 4).

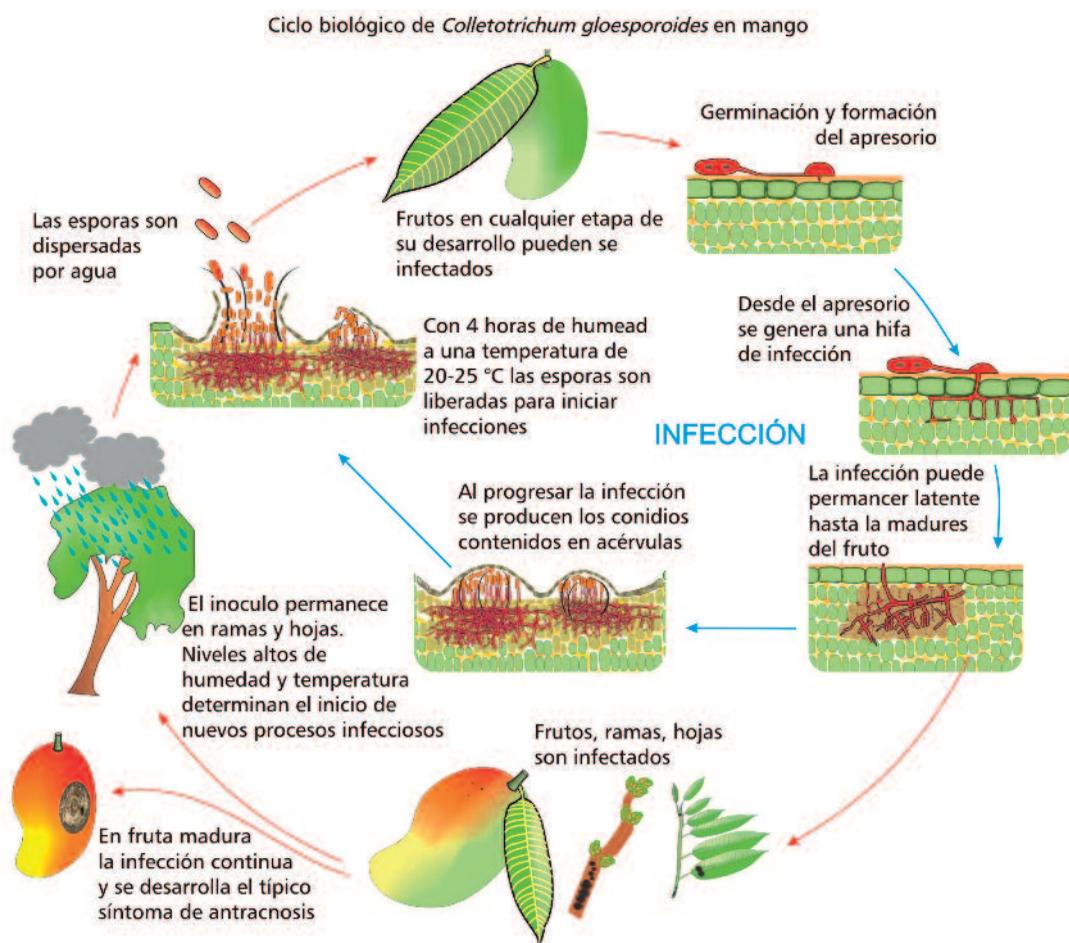


Figura 4. Ciclo biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* en mango.

Figura 1, 2, 3 y 4 realizadas por Ceferino René Flores (Ing. Agr. EECT Yuto).

2.2. Condiciones predisponentes

2.2.1. Condiciones climáticas y prácticas culturales

Las condiciones climáticas y las prácticas culturales tienen una marcada influencia en la ocurrencia de podredumbres de poscosecha.

En inviernos lluviosos y con elevada humedad relativa y neblinas es frecuente observar **cítricos** aún en planta con podredumbres causadas por el moho verde. Las condiciones de humedad también favorecen a la podredumbre marrón, podredumbre peduncular y podredumbre amarga de los cítricos (Garrán, 1996; Smilnick *et al.*, 2006). El desarrollo de la podredumbre amarga no es solamente limitado por la resistencia de la fruta inmadura sino también por la temperatura ya que por debajo de 10 °C se suprime su crecimiento. La podredumbre marrón se desarrolla durante prolongados periodos de lluvia y días nublados con temperaturas de 18 a 25 °C (Tuset, 1987). La poda de ramas secas y la remoción de la fruta cítrica del suelo es una práctica recomendada para reducir la cantidad de inoculo de *Penicillium spp.* y *Phomopsis citri* (Hough, 1970). En Tucumán se implementó la poda de ramas secas con buenos resultados para el control de esta última enfermedad (Torres Leal, 2010). La podredumbre marrón, cuya infección comienza en el campo por las zoosporas de *Phitophthora spp.*, se controla pulverizando el follaje con cobre y con fosetil aluminio (Pelser, 1975; Torres Leal, 2010).

En **fruta de pepita**, una incorrecta nutrición nitrogenada implica que los frutos sean más susceptibles a algunas enfermedades fúngicas. Estudios realizados por Sugar (1994) demostraron que se redujo el desarrollo de podredumbres en fruta con relaciones nitrógeno/calcio relativamente bajas. Por otra parte, frutos que pre-

sentaban una alta relación potasio/calcio alcanzaron más rápidamente el pico climatérico y resultaron consecuentemente más susceptibles al ataque fúngico. Según Conway (1991), mayores concentraciones de calcio en manzanas inhiben o retrasan el desarrollo de síntomas por *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*.

La podredumbre morena en **duraznero** se manifiesta con mayor intensidad en primaveras y veranos húmedos, pudiendo ocasionar importantes pérdidas de producción y serios problemas de comercialización (Martinengo, 1994). La temperatura óptima para el desarrollo de *Monilinia fructicola* es de 25 °C. A 20 °C son suficientes de 3 a 5 h de exposición a alta humedad para que tenga éxito la infección. Después de 24 h de alta humedad la infección es independiente de la temperatura, entre valores de 5 a 30 °C. *Monilia laxa* requiere temperaturas mayores a 13 °C (óptimo 24 °C) (Ogawa *et al.*, 1995; May de Mio *et al.*, 2004). En Alto Valle de Río Negro y Neuquén un factor que favorece el desarrollo de enfermedades es el riego por aspersión empleado como método de defensa activa contra heladas primaverales. Este sistema ampliamente usado en la región, sobre todo en cultivos de ciruelo, crea condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de procesos infecciosos por *Xanthomonas* spp., *Monilinia* spp. y otros. Además se incorpora agua en cantidades importantes que dificultan el paso de la maquinaria para realizar las pulverizaciones adecuadas (Rossini, 2008).

En **uva de mesa** los factores climáticos influyen en forma importante en las infecciones de *Botrytis*. La humedad relativa superior al 80 %, como la presencia de agua libre, lluvia o rocío son indispensables para el mismo. Las temperaturas pueden variar de 0 a 40 °C, aunque las temperaturas óptimas están comprendidas entre 15 y 18 °C. El granizo o el ataque de oidio, que causan heridas a los granos, favorecen la entrada de este patógeno. Los ataques graves se producen con lluvias finas y persistentes que provocan rajaduras en el hollejo y permiten la entrada del microorganismo, incrementándose esta posibilidad con la cercanía a la madurez. Temperaturas elevadas y humedad relativa alta, superior al 70 %, durante el periodo de maduración de los racimos de uva favorecen también el desarrollo de podredumbre ácida. La aplicación de productos a base de cobre durante el envero resulta promisorio para el control de esta podredumbre. La excesiva fertilización nitrogenada en este cultivo, puede provocar microlesiones, que son puerta de ingreso al hongo causal de la pudrición gris y a la podredumbre ácida. Se recomienda asegurar una buena ventilación de los racimos realizando los deshojes en el momento oportuno, luego del cuaje, y sistemas de conducción abiertos que eviten la condensación de agua para reducir la incidencia de esta última enfermedad.

Las acciones preventivas, incluyendo los cuidados culturales y un adecuado manejo fitosanitario, durante el lapso de desarrollo del racimo de **banana** son imprescindibles si se quiere llegar a la cosecha con frutos de óptima calidad (Laborem *et al.*, 1999). En este sentido lotes con deficiencias en el control de malezas y en la eliminación de hojas viejas favorecen la aparición de antracnosis a campo.

La temperatura influye directamente en el desarrollo de la antracnosis en **palta y mango**. Las lesiones no progresan a temperaturas menores de 8 °C o mayores de 30 °C, siendo el rango óptimo de 10 a 26 °C. Las condiciones de alta humedad (mayor al 80 %) y la presencia de conidios, favorecen la etapa de infección y desarrollo de la enfermedad. Las lesiones producidas por trips constituyen además factores determinantes del incremento de la enfermedad. Para el control de antracnosis en palta y mango se recomiendan prácticas culturales como podas de aclaración, recolección de frutos caídos y eliminación de frutos enfermos, ya que estos son la fuente de inóculo primario. Ensayos para el control de esta enfermedad, realizados en la provincia de Jujuy, en palta variedad 'Fuerte', determinaron que aplicaciones secuenciales de fungicidas generan un excelente control de la enfermedad (Flores *et al.*, 2009). En mango, aplicaciones a campo de oxiclورو o hidróxido de cobre cada 25 días, desde fruto "tamaño aceituna" hasta la cosecha poseen un adecuado control de la expresión de síntomas causados por *Colletotrichum* spp. (Aguirre *et al.*, 2011a;b).

2.2.2. Condiciones de precosecha y cosecha

La cosecha es un momento crítico en **cítricos**, ya que es cuando se produce gran parte de las heridas a los frutos; dichas heridas pueden ser colonizadas por hongos. Es por eso que la recolección debe ser realizada en forma cuidadosa, evitando golpes (Eckert y Brown, 1986). El uso correcto de alicates por parte de los cosecheros, evitando dañar la cáscara y cortando el pedúnculo al ras, reduce la incidencia de podredumbres. La fruta debe estar seca para evitar que golpes o roces produzcan la ruptura de las glándulas de aceites esenciales. Estos aceites producen quemaduras o manchado de la fruta, daño conocido como oleocelosis, que es puerta de entrada de los mohos (Torres Leal, 1996; Meier y Cocco, 2008). Resulta muy importante

mantener la limpieza y desinfección de los elementos de cosecha (alicates, guantes, canastos, bines, etc.) (Meier y Cocco, 2008). En la región del río Uruguay se determinó que el nivel de contaminación superficial de los frutos **cítricos** con *Penicillium digitatum* y *P. italicum* aumentó después de la cosecha y en el momento de volcado en la línea de empaque. La superficie de los bines resultó ser uno de los puntos críticos detectados dentro de esta etapa (Burdyn *et al.*, 2010).

En **frutas de pepita** las podredumbres de poscosecha se desarrollan principalmente por daños en los frutos que se producen fundamentalmente durante o después de la cosecha (Dobra y Rossini, 1993). Los daños mecánicos son la vía de ingreso más importante de los principales hongos y por lo tanto las responsables de los principales problemas en poscosecha. Las mismas dejan los tejidos frescos totalmente desprotegidos facilitando la entrada de las esporas. En estas heridas, el patógeno comienza a desarrollarse según el nivel de inóculo, la susceptibilidad de la fruta y las condiciones ambientales (Sommer, 1985; Dobra y Rossini, 1993). El estado de madurez de la fruta al momento de la cosecha resulta fundamental en el desarrollo de podredumbres. Las manzanas y peras deben cosecharse antes del pico climatérico, con lo cual los frutos son más firmes y resistentes a daños mecánicos. Además, la resistencia interna de los frutos contra enfermedades fúngicas disminuye con la madurez (Sommer, 1985; Tian, 2007).

La podredumbre morena en **duraznero**, es una enfermedad que se origina en la precosecha. La incidencia de la misma en etapas tempranas del cultivo influirá directamente en las pérdidas que se registren luego de la cosecha. Las mejoras en el control del tizón de flores y brotes se trasladan a etapas más tardías del ciclo de producción, debido a la reducción de la presión de inóculo (Mitidieri *et al.*, 2005). Dado que los golpes y heridas que sufre la fruta durante la cosecha también contribuyen a predisponer a la misma al ataque de *Monilinia* spp., el mayor cuidado durante la recolección ha demostrado ser muy efectivo para reducir el porcentaje de pérdidas (Budde *et al.*, 2002). Otras lesiones que son vía de entrada del patógeno son las ocasionadas por insectos, o por otros patógenos como *Xanthomonas campestris pv pruni* (Ogawa, 1995; Mitidieri, 2012).

Los daños mecánicos son unos de los principales factores que conllevan al deterioro poscosecha de la **banana**, pudiendo ocurrir en cualquier momento desde el punto de cosecha hasta el punto de consumo, restando valor a la apariencia del producto y creando el potencial para la penetración de patógenos (Dadzie y Orchard, 1997). Las infecciones ocurren, ante todo, en la superficie cortada durante el desmane con cuchillos contaminados y durante el lavado con agua contaminada (Llomot, 2008). La antracnosis es una enfermedad común sobre la cáscara lesionada, que se agrava debido a las rozaduras y heridas provocadas durante la manipulación posterior (Snowdon, 1990). Normalmente la banana se comercializa en grupos de dedos unidos que conforman la mano, si los dedos individuales se desprenden de la misma, ellos tienen un menor valor en el mercado y también pueden predisponer la fruta a los patógenos. Los cultivares del grupo 'Cavendish' son susceptibles a la podredumbre de corona debido al daño mecánico realizado por el corte al separar la corona del raquis (Dadzie y Orchard, 1997). En la región bananera de la provincia de Formosa, este factor es el de mayor relevancia en el proceso de infección de la podredumbre de corona y es debido, en la mayoría de los casos, a que no se realiza la desinfección y lavado de la fruta en el momento del empaque.

En el caso de frutos secos como el **pecán**, la humedad de la nuez se debe disminuir después de la cosecha tan pronto como sea posible, ya que con ello se evita el enmohecimiento, la decoloración y la descomposición del aceite (Herrera, 2004).

2.2.3. Condiciones de poscosecha

Ciertas prácticas de manejo poscosecha pueden favorecer el desarrollo de enfermedades. La limpieza y sanitización de las plantas de empaque, las condiciones de almacenamiento frigorífico de la fruta y la aplicación de etileno exógeno son algunos ejemplos de manejo poscosecha, que si no son realizados adecuadamente, pueden tener efectos adversos en la calidad de la fruta.

Para que la infección pueda llevarse a cabo, si el fruto se halla susceptible al patógeno, es necesaria una cantidad mínima de inóculo, ya que cuantas más esporas haya presentes, existen más posibilidades de que el patógeno logre vencer las barreras naturales e infecte al tejido susceptible (Dobra y Rossini, 1993). Para disminuir la cantidad de inóculo presente y por lo tanto la posibilidad de una infección, se deben implementar distintas medidas sobre el ambiente, objetos o superficies en contacto con la fruta, como así también sobre la superficie de la misma. Entre estas medidas se pueden mencionar las tareas para mantener una adecuada higiene de los equipos e instalaciones y el control químico.

Respecto de las tareas de higiene de las plantas de empaque, resultan de importancia las operaciones de limpieza y sanitización de las mismas para la obtención de un producto final de calidad. La limpieza tiene por objetivo la eliminación de todo tipo de suciedad adherida o no a las superficies, mediante métodos físicos o mecánicos (barrido, aspirado, trapeado). En este proceso, los detergentes ocupan un rol fundamental. Esta operación si bien no destruye los microorganismos, reduce su número mediante la eliminación de la suciedad que los contiene. Por ejemplo, la eliminación de los frutos podridos del área de empaque, ya que un solo fruto afectado puede tener miles de millones de esporas en su superficie, posibles de ser redistribuidas a nuevos sitios de infección (Kupferman, 1986). Luego de la limpieza, se debe realizar la sanitización de los objetos y las superficies en contacto con la fruta, para reducir la carga microbiana a niveles que no comprometan la calidad e inocuidad de la fruta. Para realizar la sanitización se utilizan los productos desinfectantes, representados por una amplia gama de productos químicos con actividad antimicrobiana variable (CYTED, 2010).

En empaques **cítricos** de la región del río Uruguay se determinó que la superficie donde se realiza el volcado presenta los mayores niveles de contaminación y que los programas de limpieza y desinfección aplicados reducen el nivel de microorganismos patógenos (Burdyn *et al.*, 2010; Almirón *et al.*, 2011). Similarmente, en las plantas de empaque de **fruta de pepita** de la región del Alto Valle, la mayor concentración de inóculo se encuentra en la zona de vaciado de bins, sobre todo en el agua del hidromersor (Dobra y Rossini, 1993).

El almacenamiento refrigerado es el medio de defensa más utilizado y constituye la base de toda la tecnología de conservación y protección de los productos frutihortícolas frescos. La temperatura de almacenamiento es tan importante para el control de enfermedades de poscosecha, que los otros métodos de control pueden considerarse como suplementos a la refrigeración (Tian, 2007). Las bajas temperaturas no solamente retardan el crecimiento de los hongos y el desarrollo de las podredumbres, sino que retrasan la senescencia y por lo tanto, mantienen la resistencia del fruto (Tian y Bertolini, 1999).

En **cítricos**, el moho verde crece más rápidamente que el moho azul entre 15 a 20 °C, por lo que es observado más frecuentemente en la fruta que se comercializan en los mercados. En general, a medida que disminuye la temperatura, el desarrollo de este hongo es más lento y por lo tanto los daños menos evidentes. El moho azul predomina en cítricos almacenados a bajas temperaturas por un período prolongado de tiempo (Eckert y Eaks, 1989; Tuset, 1987). En el caso de **fruta de pepita**, cuando la fruta llega al empaque se debe preenfriar lo más rápidamente posible para eliminar el calor de campo. Esto tiene un efecto positivo sobre la calidad de la fruta y la reducción de enfermedades durante el almacenamiento (Kupferman, 1986).

El desverdizado es una práctica habitual en **cítricos** de maduración temprana con el objeto de poder comercializar, en momentos óptimos de mercado, una fruta que no ha alcanzado el grado de coloración exigido por el consumidor y que interiormente cumple con los requisitos de madurez apropiados para el consumo (Cuquerella, 1997; Meier *et al.*, 2008). Este proceso se realiza en cámaras con posibilidades de control de la temperatura y la humedad relativa, dosificación de etileno, movimiento y renovación de aire. El etileno causa la destrucción de la clorofila pero tiene efectos indeseables en la calidad de los frutos ya que produce su envejecimiento prematuro, un aumento de la transpiración y favorece el desarrollo de algunos hongos como *Colletotrichum gloeosporioides* (Tuset, 1987; Roger Amat, 1991), *Fusarium proliferatum* y *F. oxysporum* (Acuña *et al.*, 2005).

La **banana** adquiere mejor sabor y color cuando es sometida previamente al proceso forzado de madurez (climatización). Para ello la fruta debe someterse a una determinada concentración de etileno y a temperaturas entre 18 y 19 °C y humedad relativa del 98 % (Soto Ballester, 1992). Estas condiciones favorecen el desarrollo de enfermedades como antracnosis, pudiendo llegar a pudriciones destructivas de los dedos de las frutas verdes durante el almacenamiento (Soto Ballester, 1992). Durante este período el fruto envejece y los tejidos se debilitan por la degradación gradual de la estructura e integridad celular, en este estado el fruto es menos capaz de soportar la invasión de organismos patógenos (Mangione, 1990).

En el caso de **arándanos** exportados a los Estados Unidos se exige la aplicación de tratamientos cuarentenarios contra mosca de los frutos (*Ceratitis capitata* Wied.). Dicho tratamiento consiste en la fumigación de los frutos con bromuro de metilo. Sin embargo este tratamiento puede tener un efecto adverso en la calidad de los mismos. En estudios realizados en Concordia se determinó un aumento en la incidencia de podredumbres en los frutos fumigados con respecto a los frutos sin fumigar (Heredia *et al.*, 2010).

3. Control de alteraciones patológicas con fungicidas de síntesis

Si bien las enfermedades causadas por parásitos fúngicos pueden ser disminuidas mediante la utilización de diferentes prácticas, tales como la cosecha en el momento oportuno, la higiene de equipos e instalaciones, el almacenamiento de la fruta a bajas temperaturas, etc., no siempre son suficientes para proteger la fruta del ataque de los hongos, especialmente cuando se requiere un almacenamiento prolongado o durante todo el período de comercialización. Por lo que en algunas oportunidades, resulta necesario recurrir a un programa de control integrado incluyendo el uso de algunos fungicidas de síntesis.

Los fungicidas de síntesis continúan siendo el método más utilizado debido fundamentalmente a su relativo bajo costo, facilidad de aplicación y efectividad. Dada la utilización masiva de los mismos, y en muchos casos la falta de conocimiento y conciencia sobre su correcto uso se han generado problemas como son la aparición de cepas resistentes. Además, la creciente necesidad de disponer de métodos de bajo impacto ambiental y riesgo mínimo para la salud humana reclama el desarrollo constante de productos y formas de aplicación que cumplan con esos requisitos.

3.1. Fungicidas de poscosecha en cítricos

En cítricos los fungicidas sintéticos son la base en el control de podredumbres de poscosecha. Entre los fungicidas autorizados se menciona el tiabendazol, producto derivado del bencimidazol. Estos productos interfieren en la mitosis y en el movimiento nuclear de la célula fúngica. Esta acción produce la desorganización de la estructura de la hifa y con ello se paraliza su crecimiento. Las ventajas de este producto es su gran efectividad sobre los hongos de heridas, su sistemía que le permite penetrar a través de la cutícula y epidermis en el interior de la corteza y poder así detener las infecciones inactivas o el joven desarrollo miceliar, su gran actividad antiesporulante frente a *Penicillium* spp. y su baja toxicidad. Sin embargo, dado que la actividad fungitóxica no se ejerce directamente en el conidio, sino en el tubo germinativo o en los ápices de las hifas jóvenes en crecimiento, se producen con relativa facilidad cepas resistentes (Tuset, 1987; Garrán, 1996). Burdyn *et al.* (2010) determinaron que el 100 % de los aislamientos de *P. digitatum* y *P. italicum* estudiados en la región del río Uruguay fueron resistentes a este fungicida.

Diplodia natalensis, causante de la podredumbre del pedúnculo, es controlada eficientemente con bencimidazoles (Ramallo *et al.*, 2011).

El imazalil, perteneciente al grupo del imidazol, es ampliamente utilizado en las plantas de empaques cítricos del mundo para el control de los mohos verde y azul (Tuset., 1987; Muller, 2005). Este producto altera la síntesis de esteroides afectando la estructura de las membranas celulares. A pesar de ello, diversos autores citan la aparición de biotipos resistentes al mismo (Eckert, 1987; Fogliata *et al.*, 2000; Torres Leal *et al.*, 2000; Muller, 2005; Burdyn *et al.*, 2010).

Guazatina es una diguanidina de amplio espectro que controla *Geotrichum candidum* y tiene una acción incipiente en moho verde y azul. No es efectivo en el control de *Alternaria* y *Phomopsis*.

Recientemente se han registrado nuevos fungicidas para el control del moho verde de los cítricos como son el pirimetanil y el fludioxonil. Dichos fungicidas pertenecen a un grupo de nueva generación que han sido calificados como de "bajo riesgo" en 1998 por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Su eficacia es similar a la de los fungicidas en uso pero no presentan los problemas de resistencia anteriormente mencionados. El modo de acción del pirimetanil es el bloqueo de la síntesis de proteínas a través de la inhibición de la biosíntesis de la metionina. El fludioxonil bloquea la proteína kinasa, inhibiendo el crecimiento y desarrollo de los hongos (Muller, 2005; Smilanick *et al.*, 2008; Velázquez *et al.*, 2010b; Cocco *et al.*, 2011).

3.2. Fungicidas de poscosecha en fruta de pepita

Existen diversos principios activos registrados y disponibles en nuestro país para su utilización en poscosecha de fruta de pepita (Tabla 5). Los productos recientemente registrados, pirimetanil y fludioxonil demostraron ser muy efectivos para el control de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* en manzanas y peras (Adaskaveg, 2007; Colodner y Di Masi, 2010).

TABLA 5 Principios activos disponibles para su utilización en poscosecha de fruta de pepita

Ingrediente activo	Grupo químico
Captan	Ftalamida
Carbendazim	Benzimidazol
Fludioxonil	Fenilpirrol
Imazalil	Imidazol
Iprodione	Dicarboximida
Metil tiofanato	Benzimidazol
Pirimetaniil	Anilino pirimidina
Tiabendazol	Benzimidazol

Fuente: CIATI, INTA y CAFI, 2010.

3.3. Fungicidas de poscosecha en duraznero

Según la Res. 934/2010 de SENASA y disposiciones posteriores, los dos fungicidas registrados para su uso en poscosecha en duraznero son iprodione y fludioxonil. Este último ha demostrado alta efectividad en el control de *Monilinia* spp. y *Rhizopus* spp. (Northover y Zhou, 2002; Mitidieri *et al.*, 2010). Ambos fungicidas ofrecen muy buen control de *Botrytis cinerea* (Di Masi, Comunicación Personal). En un trabajo realizado en INTA Alto Valle se evaluó la efectividad del tratamiento con captan+benomil (Captan: 180g/hl + Benlate: 100g/hl) y con iprodione (Rovral: 100g/hl) sobre el control de podredumbres en duraznos O Henry con o sin inocular con *Botrytis spp.* después de 30 días de almacenamiento a 0 °C. Los resultados indicaron que el desarrollo de podredumbres ocurre durante el periodo de maduración a 20 °C posterior al almacenamiento frigorífico donde pudo observarse que ambos tratamientos fungicidas fueron efectivos en reducir el porcentaje de podredumbres tanto en frutos sin inocular como en frutos inoculados con *Botrytis*. También se observó que en los controles, el porcentaje de frutos con podredumbres fue de 6.67% y 36.67% en frutos sin inocular y de 65% y 100% en los inoculados luego de 3 y 7 días a 20 °C respectivamente, lo cual sugiere que la alta presencia de inóculo es un factor determinante del desarrollo de podredumbres (Candan y Di Masi, 2003). En general, las podredumbres se iniciaron por la herida del pedúnculo de algunos frutos y se extendieron luego a otros frutos debido a la infección por contacto entre frutos sanos y frutos infectados por pedúnculo. Esto implica que una reducción de las infecciones por pedúnculo, disminuiría el número final de frutos infectados, debido a que disminuye la formación de nidos (Candan y Di Masi, 2003).

3.4. Fungicidas de poscosecha en banano

En la región bananera de la provincia de Formosa el uso de fungicidas de síntesis para la desinfección de la fruta en poscosecha es escaso. No obstante, en el país están autorizados los productos utilizados para este efecto a nivel mundial.

En el caso de banano el tratamiento se inicia con el lavado para la eliminación del látex de las coronas, provocado por los cortes durante la selección. Para ello se utilizan dispersantes y precipitantes del látex e hipoclorito de sodio, que a su vez reduce el nivel de inóculo en el agua de lavado. De no trabajar adecuadamente en la remoción del látex, se impediría la acción efectiva de los fungicidas utilizados en poscosecha. El paso siguiente consiste en someter las coronas y todos los cortes realizados durante el proceso de selección a una aspersión con fungicidas sistémicos, combinado con un cicatrizante. Para ello es utilizado como cicatrizante el sulfato de aluminio y amonio y como fungicidas mayoritariamente los derivados de benzimidazoles, como el tiabendazol (Laborem *et al.*, 1999).

4. Aplicación de fitosanitarios en poscosecha

La tecnología de aplicación de los productos fitosanitarios es un proceso de gran complejidad y uno de los factores que determinan del éxito en el control de enfermedades. La aplicación requiere articular las variables físicas, químicas y biológicas intervinientes en el proceso. Según algunos autores, es un proceso particularmente ineficiente, ya que solo un bajo porcentaje del producto aplicado toma contacto y tiene efecto sobre las enfermedades. Además, en el período que transcurre entre la preparación del producto y su acción biocida, ocurren transformaciones y pérdidas que pueden afectar negativamente la acción de los agroquímicos (Magdalena *et al.*, 2010).

A diferencia de lo que ocurre para el caso de tratamientos fitosanitarios realizados en la etapa de producción a campo, existe muy poca información científica respecto de la tecnología de aplicación de los productos fitosanitarios en la etapa de poscosecha. Si bien algunos fungicidas de poscosecha pueden atravesar la cutícula de los frutos y penetrar unos pocos milímetros en la pulpa, la mayoría de ellos no tienen esta capacidad, por lo que permanecen y ejercen su acción biocida en el lugar donde fueron depositados (Cabras *et al.*, 2000). Además, como se ha mencionado anteriormente, las enfermedades más importantes en los frutos de pepita y cítricos son provocadas por hongos que se desarrollan en las heridas. Considerando estos dos aspectos se podría inferir que un sistema de tratamiento más efectivo sería aquel que logre colocar el fungicida dentro de las heridas de los frutos, para exponer directamente las esporas de los hongos patógenos al efecto biocida del agroquímico (Colodner, 2011).

Diferentes factores podrían contribuir al ingreso del fungicida en las heridas. Adaskaveg (2007) y Förster *et al.* (2007) observaron que tratamientos realizados con un sistema de ducha de alto volumen (42 L por cada 10.000 kg de fruta) resultaron significativamente más efectivos que tratamientos realizados mediante aplicadores de gota controlada (CDA) de bajo volumen (6,7 L por cada 10.000 kg de fruta), para controlar enfermedades de poscosecha. Similarmente, Colodner (2011) obtuvo un control más efectivo de *Penicillium expansum* en manzanas mediante un sistema de aplicación de ducha en la línea con alto volumen (29 L/min), respecto de los tratamientos realizados con boquillas de pulverización (0,3 a 0,6 L/min). Por otra parte, el tiempo durante el cual la fruta es sometida al tratamiento podría influir en el ingreso del fungicida en las heridas. Tiempos de tratamiento de entre 12 y 15 s podrían ser necesarios para un buen mojado y cubrimiento de la fruta (Förster *et al.*, 2007). La aplicación de productos fitosanitarios en poscosecha puede realizarse cuando llega la fruta al establecimiento, mediante una ducha de bins o “drench”, o bien durante su procesamiento en la línea mediante un sistema de ducha, pulverización con boquillas o baños (Colodner, 2011).

4.1. Ducha de bins o “drench”

Mediante este método la fruta cosechada y dispuesta dentro de los cajones o bins es tratada mediante una ducha, antes de su conservación frigorífica (Foto 21). En general, en fruta de pepita, mediante este método se trata la fruta con productos fungicidas para el control de podredumbres durante el almacenamiento, y con antiescaldantes para el control de escaldadura superficial. Dependiendo del método utilizado la ducha puede aplicarse a un camión completo, a cargas de bins de un remolque con fruta o a unos pocos bins por vez circulando a través de una cinta transportadora (Janisiewicz *et al.*, 2005).

Este método permite tratar una gran cantidad de fruta en un período de tiempo relativamente breve. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes. El líquido de tratamiento es recirculado para tratar bins adicionales. Durante este proceso, los conidios de hongos responsables de podredumbres se desprenden de la superficie de los frutos, bins y tierra contenida en la base de los bins o en el camión y se acumulan en el líquido de tratamiento (Janisiewicz *et al.*, 2005; Rosenberg, 2010). Asimismo, el líquido de tratamiento podría representar un peligro potencial para la inocuidad de la fruta, debido a la contaminación proveniente de la suciedad de los bins y del camión (Rosenberg, 2010). Por ello, resulta importante realizar un muy buen lavado de toda la carga (fruta, bins y camión) previo a la realización del tratamiento fitosanitario. Asimismo, en algunos casos, puede resultar necesaria la realización de refuerzos del fungicida para mantener constante la concentración en el líquido de tratamiento. Por otra parte, para realizar este tipo de tratamiento es necesario un volumen elevado de caldo y la disposición final del mismo puede representar un considerable problema (Rosenberg, 2010). Por último, el inadecuado manejo técnico del método de ducha, sobre todo en establecimientos pequeños donde no se cuenta con los recursos o instalaciones adecuadas, puede resultar en un tratamiento deficiente (Rosenberg, 2010).



Foto 21. Ducha de bines o "drench".

4.2. Ducha en la línea

En la línea de procesamiento, la aplicación de fitosanitarios se puede realizar utilizando un sistema de ducha, con algunas características similares al tratamiento mediante ducha de bines. Pero, en este caso, la fruta es preclasificada, lavada con detergente y enjuagada con agua limpia sobre los cepillos del módulo de lavado antes de su tratamiento. Esta situación representa una diferencia importante que permitiría minimizar el problema de contaminación del caldo que fue mencionado anteriormente para el sistema de ducha de bines. Sin embargo, se considera importante mencionar que ambos tipos de tratamiento no son excluyentes entre sí y la aplicación de uno u otro depende de la estrategia técnica y comercial de cada empresa (Colodner, 2011). El sistema de ducha en la línea permite tratar la fruta mediante una lluvia de caldo a presión atmosférica. Esta lluvia se genera por el pasaje del líquido a través de perforaciones en una bandeja, un tubo, o bien por rebalse desde canales formando una especie de cascada sobre la fruta, tal como en el caso de algunos empaques de frutas cítricas.

4.3. Pulverización con boquillas

El sistema de aplicación en la línea de procesamiento más utilizado es el realizado mediante la pulverización con boquillas. Se denomina pulverización al proceso de subdivisión de los líquidos en gotas mediante la utilización de energía. De acuerdo a la energía utilizada para romper el líquido, puede clasificarse la pulverización en: hidráulica, neumática, centrífuga, térmica, electrodinámica o ultrasónica, según se utilice presión de un líquido, presión de aire, rotación de dispositivos, evaporación de líquidos, campos eléctricos

o vibración mecánica de superficies, respectivamente. Asimismo, pueden combinarse dos o más de los métodos mencionados, obteniéndose nuevos mecanismos de pulverización. Para la pulverización de productos fitosanitarios en las líneas de empaque, el método más difundido es el que utiliza energía hidráulica (presión). Mediante este método, el líquido en forma de chorro o corriente, se introduce bajo presión en un orificio calibrado o boquilla (Foto 22). El rompimiento ocurre cuando el líquido sale de la boquilla a un medio gaseoso en reposo (aire de la atmósfera) (Castillo, 2010).



Foto 22. Pulverización con boquillas.

Las boquillas son el componente más importante de todo equipo pulverizador. Las mismas determinan el caudal aplicado, el tamaño de las gotas y la distribución del líquido en la superficie bajo tratamiento (Masiá y Cid, 2010). El comportamiento de las boquillas depende de sus características constitutivas y de la interacción dentro de un sistema dinámico complejo. La altura de trabajo, el ángulo de las boquillas, la distancia entre las mismas, la presión de servicio y las características del blanco biológico, son algunas de las variables que se deben tener en cuenta para lograr una aplicación exitosa. Los materiales más utilizados actualmente para la fabricación de boquillas son plástico y cerámica. La distribución característica de las gotas producidas por las boquillas puede ser en forma de cono hueco, cono lleno o abanico plano (Figura 5) (Masiá y Cid, 2010).

De acuerdo a trabajos realizados con fruta de pepita, para tratamientos realizados con boquillas de pulverización en la línea de empaque, el uso de una sola barra de boquillas de tipo abanico plano trabajando a una presión baja dentro del rango recomendado por el fabricante, resulta la mejor opción para controlar las enfermedades de poscosecha minimizando la deriva, el consumo de producto y de energía (Colodner, 2011).

En muchos casos los fungicidas son aplicados mezclados con ceras. Las ceras son distribuidas a través de boquillas y su impregnación y distribución se facilita por la acción de cepillos rotatorios sobre los cuales avanza la fruta. La aplicación de fungicidas por este método, en general, no resulta ser tan eficaz como la suspensión en agua. La falta de disponibilidad del fungicida en los sitios de infección y la variable cobertura



Fig. 5. Patrones de distribución de las boquillas de cono hueco, cono lleno y abanico plano (Fuente: Masiá y Cid, 2010).

de los frutos con el fungicida son los motivos de esta reducción de la eficacia fungitóxica, lo que conlleva a tener que elevar la concentración de los mismos (Tuset, 1987). Además, se debe considerar la compatibilidad de la mezcla entre el fungicida y la cera. Por ejemplo, un elevado pH, como el que presentan comúnmente las ceras utilizadas sobre las frutas, puede producir la degradación o la ruptura de la molécula de varios fungicidas. En el caso del captan, se ha estimado que se pierde el 50% de la dosis inicial en 10 min cuando se encuentra a pH 8 (Ferrel, 2002).

4.4. Baños

Los frutos son volcados en tanques conteniendo el líquido de tratamiento, donde permanecen generalmente entre uno y tres minutos. Resulta imprescindible efectuar cambios periódicos del líquido, como también mantener la limpieza del tanque (Ragone, 1999). Esta técnica requiere grandes volúmenes de líquido. Similarmente a lo que sucede con los sistemas de ducha, para mejorar la calidad del tratamiento, es importante efectuar un prelavado de los frutos (Tuset, 1987). Torres Leal *et al.* (2011) determinaron, en cítricos, que el sistema de aplicación de fungicidas por inmersión fue más eficaz que el de aspersión en el control del moho verde, si bien presenta como desventaja el aumento en el nivel de residuos.

5. Resistencia a fungicidas

La problemática de la resistencia de los hongos a los fungicidas ha pasado a constituir en la actualidad, un tema central dentro de las estrategias del control químico e integrado de las enfermedades (Brent, 1995; Fogliata *et al.*, 1998; Palou *et al.*, 2008). En términos biológicos la resistencia puede ser definida como un ajuste estable y hereditario de un hongo a un fungicida. De este ajuste, resulta una reducción considerable de la sensibilidad al fungicida tanto en laboratorio y en el invernáculo como a campo (Carmona *et al.*, 2011).

Existen dos tipos de resistencia, la resistencia natural y la adquirida. La primera se da cuando una determinada especie fúngica es naturalmente menos sensible a un fungicida que otras especies. Esta resistencia está basada en varias diferencias puntuales en el material genético de los hongos (Vero *et al.*, 2009). La resistencia adquirida ocurre cuando una población de hongos (no una especie) se vuelve insensible a determinado fungicida en el campo o en el empaque. Tarde o temprano, durante los años de uso comercial de un fungicida, puede surgir una población de patógenos que ya no sea lo suficientemente sensible como para ser controlada satisfactoriamente. En general, la resistencia surge en respuesta al uso repetido de un fungicida, o al uso repetido de fungicidas relacionados por el mecanismo bioquímico de acción (Carmona *et al.*, 2011). En este capítulo nos referiremos básicamente a la resistencia adquirida.

La resistencia se asocia a la falla total o casi total en el control de la enfermedad. Las primeras manifestaciones de resistencia se presentan como una pérdida repentina del efecto del fungicida. Sin embargo, en algunas ocasiones la falla de control puede deberse a otras causas como por ejemplo la mala calidad de

aplicación, producto deteriorado, identificación errónea del patógeno (mal diagnóstico) o presión inusualmente alta de la enfermedad.

5.1. Cómo medir el grado de resistencia o sensibilidad de un hongo a un fungicida

La metodología a seguir para evaluar la acción de un fungicida sobre un hongo dependerá del tipo de relación hospedante-parásito y del modo y mecanismo de acción del fungicida considerado. La metodología más común consiste en la realización de pruebas *in vitro* en laboratorio, o *in vivo* en invernáculo y/o a campo denominadas pruebas de sensibilidad o estudios sobre la dosis respuesta (FRAC, 2011). Generalmente en hongos que pueden cultivarse *in vitro*, las determinaciones de sensibilidad se realizan en base a valores de EC (concentración efectiva), donde EC 50, EC 90, EC 99 y EC 100 se refieren a las concentraciones de fungicida en el medio de cultivo, generalmente expresadas en partes por millón (ppm), que restringen la magnitud de la variable por evaluar (crecimiento, esporulación y/o germinación) en un 50, 90, 99 y 100 % respecto del valor de referencia registrado en medio de cultivo sin fungicida, respectivamente. En hongos que no pueden cultivarse *in vitro*, estos valores de EC no se pueden calcular, sino que hay que medir el efecto de distintas dosis fungicidas sobre la enfermedad propiamente dicha, es decir en planta o en fruta. Por ello, en estos casos, los valores de sensibilidad se refieren a ED (dosis efectiva), donde ED 50, ED 90, ED 99 y ED 100, se refieren a las dosis de aplicación que restringen los valores de incidencia o severidad de las infecciones en un 50, 90, 99 y 100 % respecto del valor de referencia registrado sin la aplicación fungicida, respectivamente. Los conceptos de EC 50 y ED 50 son más utilizados que el de LD 50 (dosis letal para el 50 % de los individuos) como ocurre en los estudios sobre control de plagas.

5.2. Pruebas de sensibilidad base

Consiste en el sondeo o monitoreo a nivel regional de los valores de EC 50 o ED 50 para una colección de aislamientos considerada representativa de la población de una determinada especie fúngica de la zona. Es particularmente importante conocer estos valores cuando aún no se han comenzado a utilizar los fungicidas en la región. De este modo, monitoreos periódicos realizados con posterioridad, permitirán detectar cambios en la sensibilidad de la población base, verificando si está ocurriendo o no una evolución hacia los biotipos más resistentes y poder así prever con anticipación el riesgo de ocurrencia de resistencia práctica (ver punto 5.5) e incluso, poder actuar preventivamente (Brent, 1995; 1998).

5.3. Resistencia en el laboratorio

Consiste en la detección de aislamientos obtenidos en el laboratorio que se comportan como menos sensibles a las concentraciones estándares del fungicida ensayado (Brent, 1995). Generalmente estos aislamientos son obtenidos con fines experimentales durante la fase de desarrollo de los fungicidas, mediante diversas técnicas, entre ellas, la inducción de mutaciones, con el objeto de anticiparse a la aparición a campo de biotipos resistentes y poder estudiar los distintos aspectos de la resistencia y realizar análisis de riesgos acerca de la aparición de resistencia en estos principios activos nuevos (Brent, 1995; 1998). El hallazgo de resistencia en el laboratorio sólo indica una primera evidencia experimental de que es posible la aparición de resistencia, pero generalmente no es evidencia suficiente como para poder emitir juicios acerca del riesgo de aparición de resistencia a nivel de campo ni de la durabilidad o futura "vida efectiva" del nuevo fungicida en desarrollo (Brent, 1995; 1998).

5.4. Resistencia en el campo

Es la detección *in vitro* de aislamientos resistentes (menos sensibles a las concentraciones estándares de ensayo del fungicida en cuestión) y obtenidos a partir de muestras recogidas directamente del campo, pero sin que ello vaya necesariamente acompañado por una reducción en la eficacia del control químico (Brent, 1995). Es una evidencia experimental de la existencia de individuos resistentes en el campo. Si la efectividad del control químico con ese fungicida no se ve aún afectada, ello se debe a que los biotipos resistentes están aún en una proporción demasiado baja, insuficiente como para poder competir por los sitios de infección con el inóculo de los individuos sensibles.

5.5. Resistencia práctica

Es la verificación conjunta de:

1. Resistencia en el campo, o sea la detección *in vitro* de aislamientos resistentes obtenidos a partir de muestras recogidas directamente del campo.
2. Fallas en el control químico (Brent, 1995). Es el caso en que los niveles de inóculo que han alcanzado los individuos resistentes es tal que ya compiten ventajosamente con los sensibles por los sitios de infección. Dado que con los métodos comunes de detección de resistencia a campo se trabaja con solo 10 a 100 aislamientos, normalmente cuando se detecta alguno resistente ya estamos en presencia de frecuencias muy altas de individuos resistentes (1 a 100 %) y por consiguiente, con alguna falla en el control químico (Eckert, 1994; Brent, 1995; Garrán *et al.*, 2001).

5.6. Tipos de resistencia

Resistencia cualitativa

También es llamada monogénica y es caracterizada por la pérdida repentina y marcada de la eficacia del fungicida, acompañada por la existencia de poblaciones del patógeno netamente sensibles así como resistentes. Una vez desarrollada es estable y puede permanecer en la población de patógenos durante muchos años aunque se retire el fungicida o se lo utilice en menor medida. La recuperación de la sensibilidad al mismo en caso de ocurrir, transcurre en forma gradual (Carmona *et al.*, 2011; Vero *et al.*, 2009).

La resistencia de *Penicillium digitatum* y *P. italicum* a tiabendazol, un fungicida de poscosecha perteneciente al grupo de los benzimidazoles es un ejemplo típico de resistencia cualitativa o monogénica (Ma y Michailides, 2005). En estos casos, la curva de distribución de frecuencias de los aislamientos sensibles y resistentes es de tipo bimodal. En las poblaciones silvestres, llamadas así a las poblaciones sobre las que todavía nunca se realizó aplicación alguna de este tipo de fungicidas, la frecuencia de individuos resistentes es extremadamente baja, del orden de uno cada 105 a 108 individuos, dependiendo esta frecuencia del fungicida, del patosistema considerado y del triángulo de la enfermedad (condiciones del ambiente, sensibilidad del hospedero y patogenicidad del patógeno) (Brent, 1995; Delp, 1994). Sin embargo, ante reiteradas aplicaciones de un mismo grupo de fungicidas de acción específica y con resistencia monogénica como es el caso de los benzimidazoles, el incremento de las frecuencias de las subpoblaciones resistentes puede ser muy rápido. Por las características del proceso, la aparición de fallas en el control no ocurre en forma paulatina sino drástica (Eckert, 1994; Garrán *et al.*, 2001).

Una característica de *P. digitatum* y *P. italicum* que les otorga una gran capacidad para el crecimiento de subpoblaciones resistentes a partir de frecuencias muy bajas de las mismas, es el enorme potencial de inóculo de ambos hongos, basta comentar que la cantidad de inóculo que se produce en una sola fruta podrida es tal que tiene el potencial para generar más de un mutante resistente a tiabendazol.

Resistencia cuantitativa

En algunos casos la resistencia no se ha desarrollado tan repentinamente sino que ha sido un proceso gradual y continuo. Este tipo de resistencia se denomina también poligénica y se caracteriza por una declinación gradual en la sensibilidad de los patógenos a la molécula y por consiguiente una disminución en el control de la enfermedad. Un ejemplo representativo es el que ha ocurrido con los fungicidas inhibidores de la síntesis de esteroides (bitertanol, etaconazol, flusilazol, hexaconazol, miclobutanil, penconazol, tebuconazol, triadimefon, triforine). En aquellos casos en los que, en ausencia del fungicida en cuestión, los biotipos resistentes tienen menor capacidad competitiva que los biotipos silvestres, la alternativa de suspender el uso de ese fungicida, permite revertir la población del patógeno hacia los biotipos sensibles.

A diferencia de lo que ocurre con el tiabendazol, la resistencia de *P. digitatum* y *P. italicum* a imazalil, un fungicida de poscosecha perteneciente al grupo de los imidazoles es un ejemplo típico de resistencia cuantitativa o poligénica. En este caso, el desarrollo de la resistencia es un proceso gradual, debido a que el incremento de las subpoblaciones resistentes es paulatino, a medida que los alelos que confieren resistencia van reemplazando en los genes participantes de la resistencia a aquellos sensibles (FRAC, 2011). Este tipo de selección hacia biotipos menos sensibles al imazalil se denomina direccional. En este caso, a corto plazo, la eficacia fungicida del imazalil puede reestablecerse aumentando la dosis aplicada. Ante un aumento suficiente de la dosis, las subpoblaciones predominantes son inhibidas por las dosis más elevadas; sin embargo, ante esa presión de selección, se van seleccionando combinaciones alélicas menos sensibles de

modo tal que a mediano plazo, éstas se vuelven predominantes y resistentes a dosis aún más altas. Si la presión de selección continúa en el tiempo con incrementos cada vez mayores de la dosis fungicida, llega un punto en que todos los alelos que confieren resistencia son “fijados” y se alcanza así un nivel de resistencia máximo (FRAC, 2011).

En estos casos de resistencia cuantitativa como lo es el del imazalil, es posible cuantificar estos cambios graduales en los niveles de resistencia mediante la medición de la EC 50 de una muestra de la población a diferentes intervalos a partir del comienzo de las aplicaciones fungicidas.

Resistencia cruzada

Se da cuando la resistencia a un fungicida confiere al patógeno resistencia a otros principios activos relacionados con el primero por su modo bioquímico de acción. A este fenómeno se lo denomina resistencia cruzada y es siempre recíproco. Un patógeno resistente a un determinado producto será resistente a otro relacionado con el mismo si ambos presentan resistencia cruzada. Por lo general este tipo de proceso ocurre con fungicidas pertenecientes a un mismo grupo químico (relacionados por el modo químico de acción). Este tipo de resistencia es frecuente entre los benzimidazoles.

Resistencia cruzada negativa

Es el fenómeno inverso al anterior en el cual un cambio en la resistencia a un fungicida confiere automáticamente un cambio en la sensibilidad a otro, siendo este un proceso recíproco. Por ello cuando se utiliza una combinación de fungicidas con distinto modo de acción y relacionados por resistencia cruzada negativa, un compuesto A eliminará las razas resistentes al compuesto B y B eliminará las razas resistentes a A. En la práctica el fenómeno se da entre benzimidazoles y n-fenilcarbamatos, por ejemplo el uso de diethofencarb y carbendazim para el control de *Botrytis cinerea* en vid (Kato, 1994).

Resistencia múltiple

La misma puede verificarse en aquellas razas de patógenos que exhiben resistencia a dos o más fungicidas sin relación, siendo los mismos de resistencia independientes entre sí. Un ejemplo es la ocurrencia de razas de *Botrytis cinerea* con resistencia múltiple a benzimidazoles y dicarboximidazoles (mepronil, fenfuram, carboxin, entre otros). Otro caso es el de aislamientos de moho verde resistentes a tiabendazol e imazalil.

5.7. Mecanismo de resistencia de un hongo a un fungicida

La resistencia es un comportamiento de menor sensibilidad a la toxicidad ejercida por una sustancia fungicida hacia alguna de las características de sobrevivencia, crecimiento y/o reproducción del hongo considerado. Diversos mecanismos están involucrados, de los cuales seis son los más citados: 1. Modificaciones en el hongo que reducen la afinidad del fungicida por su sitio de acción; 2. Reducción en la capacidad de absorción del fungicida o incremento en la capacidad de eliminación del mismo por parte del hongo; 3. Procesos de destoxificación; 4. Compensación (aumento en la capacidad de síntesis de las proteínas afectadas por la acción fungicida); 5. Desarrollo de pasos bioquímicos alternativos que pueden reemplazar ventajosamente los pasos bloqueados por la acción fungicida y 6. Incapacidad de conversión del fungicida aplicado en el ingrediente activo (Sisler, 1994).

Los fungicidas más antiguos actúan como inhibidores enzimáticos generales (inhibidores multi-sitio), por lo cual muchos sitios en el hongo tendrían que cambiar simultáneamente para que el fungicida no tenga efecto. Es prácticamente imposible la ocurrencia de este fenómeno y en el caso de que sucediera, el organismo posiblemente no sería viable debido al gran número de alteraciones genéticas que portaría. Salvo raras excepciones no se ha encontrado generación de resistencia y su ocurrencia podría deberse a otros mecanismos. En contraposición, los fungicidas modernos sitio-específicos actúan sobre un solo sitio blanco por lo cual en muchos de los nuevos productos se han encontrado casos de resistencia.

5.8. Estrategias de manejo anti-resistencia

El argumento teórico, la evidencia experimental y la experiencia práctica indican que la aparición de resistencia es ampliamente favorecida por el uso sostenido y aislado de fungicidas con mecanismos específicos de acción. Por el contrario, el uso ocasional alternado con el uso de otro producto no relacionado retrasaría el proceso de desarrollo de resistencia. Sin embargo, en la práctica, el manejo de las estrategias de resis-

tencia debe combinar la conservación de la efectividad del fungicida a largo plazo con una cantidad y patrón de uso que sean favorables tanto para el fabricante como para el agricultor. No es una tarea fácil diseñar e implementar programas tan bien balanceados (Brent y Hollomon, 2007).

5.9. Pautas a seguir para reducir el desarrollo de resistencia

No usar un producto exclusivamente

La alternancia en el uso de tratamientos fungicidas con distinto modo de acción retrasará la evolución de los biotipos resistentes. En la práctica, también el uso de mezclas fungicidas con distinto modo de acción parece prolongar la “vida útil” de los fungicidas utilizados. El compuesto “compañero” puede ser un compuesto multi-sitio o conocido por tener un bajo riesgo de inducir resistencia. Alternativamente, también puede ser un fungicida de sitio único que es conocido por no estar relacionado a su “compañero” por resistencia cruzada o por un modo de acción similar. El uso de una mezcla de dos fungicidas de sitio único acarrea el riesgo de seleccionar cepas dualmente resistentes, aunque el riesgo es bajo. Además de disminuir el riesgo de generación de resistencia, las mezclas persiguen otros propósitos como aumentar la gama de patógenos controlables o el tiempo de protección.

Restringir el número de tratamientos aplicando solo cuando sea estrictamente necesario

Similarmente a la rotación de productos, la reducción en el número total de aplicaciones de un fungicida de riesgo ayuda a reducir la selección de poblaciones resistentes en cierta medida. Asimismo, un menor número de aplicaciones de un fungicida determinado también puede favorecer la disminución de cepas resistentes deficientemente aptas con menor éxito reproductivo, ante una mayor competencia de cepas sensibles con mayor éxito reproductivo.

Mantener la dosis recomendada por el fabricante

Por muchos años los productores han usado dosis bajas de aplicación de fungicidas, principalmente para reducir los costos en condiciones donde la presión de las enfermedades es usualmente baja, o donde el riesgo de pérdida económica no es alto. Sin embargo, en algunas circunstancias, esta práctica puede no lograr los efectos deseados y favorecer la evolución de los biotipos resistentes. Las dosis recomendadas en los marbetes incluyen un factor de seguridad que garantiza el buen funcionamiento del producto bajo una amplia gama de condiciones.

Manejo integrado de la enfermedad

El uso integrado de medidas contra las enfermedades no solo es altamente deseable desde el punto de vista económico y ambiental sino como una estrategia mayor para evitar la resistencia a fungicidas. El uso de variedades resistentes a enfermedades, agentes de control biológico y prácticas higiénicas apropiadas reduce la incidencia de enfermedades y permite un menor uso de fungicidas. Ello también contribuye a disminuir la presión de selección de formas resistentes a los mismos.

Diversidad química

La disponibilidad de un gran número de diferentes tipos de fungicidas para el control de cada enfermedad es altamente beneficioso tanto ambientalmente como para evitar los problemas de resistencia. El uso continuado de uno o algunos tipos de compuestos por muchos años presentan un riesgo mayor o efectos colaterales y favorecen la resistencia en los organismos blanco. Por ello es crucial que la invención de nuevos químicos o el desarrollo de nuevos productos sean sostenidos. Un nuevo fungicida no necesariamente tiene que ser superior a los existentes, debe ser efectivo y trabajar contra cepas que sean resistentes a los fungicidas en uso.

6. Métodos de control alternativos a los fungicidas de síntesis

6.1. Métodos biológicos

En un sentido estricto, el control biológico de enfermedades vegetales se restringe a la utilización controlada de microorganismos que antagonizan con los microorganismos patógenos. Se lo puede definir como la ma-

nipulación directa o indirecta, por parte del hombre, de los agentes vivos (antagonistas) que de forma natural presentan capacidad de control de los agentes patógenos (Palou, 2007; Palou *et al.*, 2008).

El área de control biológico en poscosecha es incipiente y se encuentra en sus etapas iniciales (Janisiewicz y Korsten, 2002; Sharma *et al.*, 2009). Sin embargo, tiene un gran desafío por delante ya que el uso de los fungicidas químicos de síntesis es cada vez más cuestionado debido a sus efectos cancerígenos, teratogénicos, a la contaminación ambiental que implica su uso y a otros efectos negativos en alimentos y humanos (Tripathi y Shukla, 2007).

El ambiente de poscosecha es propicio para la implantación de un sistema de control biológico y juega un importante rol en la adopción de estas medidas (Janisiewicz y Korsten, 2002). A diferencia de las aplicaciones a campo, es un ambiente restringido, lo que permite llegar de manera más eficaz al sitio blanco de acción con condiciones ambientales estables y generalmente manejables (Janisiewicz y Korsten, 2002; Spadaro y Gullino, 2004; Viñas *et al.*, 2006; Tripathi y Shukla, 2007).

En los recientes años se han realizado numerosas investigaciones con diferentes microorganismos antagonistas, solos o combinados con otros tratamientos como los físicos (termoterapia, curado, radiaciones, etc.) a fin de hallar un método de control apropiado para sustituir los fungicidas de síntesis química o bajar las dosis de los mismos (Janisiewicz y Korsten, 2002). Sin embargo, actualmente son muy pocos los productos biológicos disponibles que controlen eficazmente las enfermedades de poscosecha bajo condiciones comerciales (Janisiewicz y Korsten, 2002; Usall *et al.*, 2005; Tripathi y Shukla, 2007).

Existen en el mercado biocontroladores comerciales formulados a base de microorganismos antagonistas, que son una herramienta para el control biológico en poscosecha. Dichos productos son formulaciones a base de levaduras como *Candida oleophila* (Aspire®, EEUU; Israel) y *Cryptococcus albidus* (Yield Plus®, Sudáfrica) y de bacterias como *Pseudomonas syringae* (Biosave®, EE UU) y *Bacillus subtilis* (Avorgreen) (El-Ghaouth, 1997; Janisiewicz y Korsten, 2002; Viñas *et al.*, 2006; Tripathi y Shukla, 2007;). Asimismo, la cepa QST 713 del *Bacillus subtilis* (Serenade®) es un biofungicida que está incluido en la lista de productos de biocontrol desarrollados para el control de enfermedades de poscosecha de frutas y vegetales (Sharma *et al.*, 2009).

En IRTA de Lleida (España), a partir de 3000 microorganismos se han seleccionado una colección de potenciales agentes de biocontrol a utilizar en diferentes productos vegetales. Entre los promisorios se menciona a *Candida sake* CPA-1, una levadura aislada de la superficie de manzanas, e indicada para el control de las principales enfermedades en poscosecha de fruta de pepita y de *Botrytis cinerea* en vid. Otro microorganismo estudiado es *Pantoea agglomerans* CPA-2, una bacteria aislada de la superficie de manzanas e indicada para el control de las principales enfermedades en poscosecha de fruta de pepita y de cítricos. La misma, fue patentada en España (2001) y en Europa (2003) y están cedidos los derechos de explotación a DOMCA S.A. (Viñas, 1990; Viñas *et al.*, 1998; Teixidó *et al.*, 2000; Usall *et al.*, 2008).

En ciertos casos, resta evaluar en mayor profundidad aspectos tales como la seguridad tanto para los consumidores como para los operarios que manipulen los bioproductos, el efecto sobre la calidad y sobre la fisiología del hospedero, los mecanismos de acción involucrados, la estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales, la compatibilidad con las distintas prácticas comerciales de poscosecha y los costos de producción (Janisiewicz y Korsten, 2002; Bautista Baños, 2006; Viñas *et al.*, 2006; Tripathi y Shukla, 2007; Droby *et al.*, 2009). También resulta imprescindible el desarrollo y evaluación local de los biocontroladores ya que, si bien existen numerosas investigaciones a nivel mundial en esta temática, el comportamiento de cada patosistema es variable y dependiente de condiciones ecológicas locales, modalidad del manejo de poscosecha, tipos de cepas patógenas, microflora antagonista, etc.

En la EEA Famaillá, Tucumán, se evaluaron distintos productos como potenciales métodos alternativos para el control de las enfermedades de poscosecha en limón. Entre ellos el biocontrolador Serenade®, cuyo ingrediente activo es la bacteria *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, cepa QST 713, producido por AgraQuest, Inc. en Davis, California (EEUU). Este producto aplicado *in vitro* mostró una marcada acción antifúngica sobre *Penicillium digitatum* y cuando fue evaluado en condiciones *in vivo*, sobre los frutos de limón, los resultados sugirieron que esta alternativa, por sí sola no es capaz de controlar al patógeno, dado los altos valores de incidencia de la enfermedad (Carbajo *et al.*, 2007; 2009; Geréz *et al.*, 2007; 2008; 2010). En otros estudios se observó que cuando se aplica Serenade®, 48 h previas a la inoculación con el patógeno, mejora su acción y previene parcialmente la enfermedad (Carbajo, 2011). En los tratamientos con este biocontrolador (1 % p/v) se detectó la presencia e incremento de la fitoalexina escoparona (Carbajo, 2011), confirmando los reportes previos de investigadores, de que en la fruta ocurren procesos bioquímicos que contribuyen a la defensa de la misma frente al ataque de patógenos (Afek y Szejnberg, 1988; Kim *et al.*, 1991; Ben-Yehoshua *et al.*, 1992; 1995; 2000; Ortuño *et al.*, 1997; Arras y Sanna, 1999; Arras *et al.*, 2005; 2006; Ballester, 2007).

En la EEA Alto Valle se estudió el control de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* con Serenade® en **frutos de pepita**. *In vitro* se observó el desarrollo de halo de inhibición a las concentraciones de 0.5 a 9 %. Sin embargo, cuando fue evaluado *in vivo* en frutos de manzanas y peras inoculados con los patógenos, en forma preventiva o curativa durante la conservación frigorífica, se determinaron valores de incidencia y severidad superiores a los testigos. Ello sugeriría que las condiciones de conservación frigorífica fueron más desfavorables para el antagonista, que para los hongos patógenos evaluados (Ziaurriz, 2011).

Existen antecedentes sobre el uso de antagonistas biológicos para el control de podredumbre morena en **frutos de carozo**. Algunos ejemplos son el uso de *Penicillium frequentans* en alternancia con captan (May de Mio, 2004), y la aplicación de esporas de *Epicoccum nigrum*, solo o en combinación con el mismo fungicida (Madrigal *et al.*, 1994; Larena *et al.*, 2007), ambos para el control de *Monilinia laxa* en duraznero. Hong *et al.* (1998) redujeron las pérdidas de poscosecha causadas por *Monilinia fructicola* en duraznero y ciruelo utilizando tres cepas de *Trichoderma spp.* Martinengo (1998) obtuvo control de *M. fructicola* en durazno con una mezcla que contenía un formulado de esporas más metabolitos de *Bacillus subtilis*. Karabulut y Baykal (2004) obtuvieron buenos resultados en el control de infecciones naturales de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* en duraznos, combinando el uso de levaduras antagonistas (*Candida oleophila*), agua caliente 55 °C por 10 s y almacenamiento en atmósfera modificada a 0 °C. Northover y Zhou (2002), obtuvieron porcentajes de control entre 75 -100 % para *Monilinia fructicola* y *Rhizopus stolonifer* en tratamientos preventivos con suspensiones de *Pseudomonas syringae*, mientras que en tratamientos curativos estos porcentajes se redujeron a menos del 20 %.

En INTA San Pedro, se evaluó el efecto de dos cepas comerciales de *Trichoderma harzianum* y *T. viride* sobre el crecimiento *in vitro* de 29 cepas de *M. fructicola* obtenidas a partir de frutos de durazno que mostraron síntomas de podredumbre morena provenientes de montes de la zona. Se observaron diferencias en la reacción de las cepas de *M. fructicola* frente a los antagonistas. *T. viride* mostró mayor capacidad de reducir el crecimiento de cepas *in vitro*. El 5 % de las cepas del patógeno redujo el tamaño de la colonia en un 50 % en cultivos enfrentados con *T. harzianum*, mientras que este valor fue del 40 % para *T. viride* (Mitidieri *et al.*, 2011). Por otra parte *T. harzianum* presentó mayor capacidad de crecer *in vitro* en presencia de los fungicidas como captan, tebuconazole, carbendazim y pyraclostrobina + buscalid que *T. viride* (Mitidieri *et al.*, 2012).

Se realizaron aplicaciones de ambas especies de *Trichoderma*, en pre y poscosecha para conocer el efecto sobre la incidencia de podredumbres que afectan al duraznero, en condiciones de infección natural. Las aplicaciones en el monte se realizaron 15 y 7 días antes de la cosecha y los resultados fueron aleatorios. También se realizaron ensayos aplicando un producto comercial a base *T. viride* en floración y alternando con fungicidas en precosecha. En esta última experiencia se obtuvieron buenos resultados en la reducción de la incidencia de podredumbre morena en tratamientos que combinaban el biocontrolador con tratamientos posteriores con fungicidas (Mitidieri *et al.*, 2012). Los tratamientos de poscosecha se realizaron sumergiendo a los frutos 2 min en la suspensión comercial de cada antagonista, empleando 150 g de formulado comercial por cada 100 L. En estas experiencias no se obtuvieron resultados consistentes en el control de *Monilinia spp.* Se observó una reducción de daños ocasionados por *Geotrichum spp.* en los ensayos donde se probó las suspensiones de *T. harzianum* y *viride* después de la cosecha (Mitidieri *et al.*, 2011).

En la EEA Alto Valle – INTA, se realizó una experiencia de control de podredumbre morena con Sonata® (QST 2808), producto biológico consistente en una formulación de *Bacillus pumilus*, elaborado por Agra-Quest Inc., EEUU. El producto fue aplicado a campo en tres momentos antes de cosecha, con pulverizadora de alto volumen y la evaluación de incidencia y severidad de la podredumbre, fue realizada a cosecha y tras dejar los frutos 10 días a temperatura ambiente. La aplicación realizada dos días antes de la cosecha controló eficientemente la enfermedad en comparación con el tratamiento testigo. Además se probó la eficacia del producto en poscosecha lográndose en este caso disminuir la incidencia de la podredumbre morena (Rossini, 2011).

6.2. Métodos físicos

6.2.1. Tratamientos térmicos

Entre las estrategias físicas de control de podredumbres se encuentran los tratamientos térmicos. Los mismos se han utilizado en el pasado como medio de control de las podredumbres antes del desarrollo de los fungicidas de síntesis. Actualmente, las recientes exigencias de reducción del uso de fungicidas de síntesis, el desarrollo de resistencia y el creciente costo de desarrollar nuevos productos han hecho que los tratamientos térmicos vuelvan a ser considerados como un procedimiento respetuoso con el medio ambiente para controlar podredumbres (Schirra *et al.*, 2000). Los tratamientos térmicos pueden aplicarse me-

dian­te ba­ños o asper­si­ón de agua ca­lien­te (Smilanick *et al.*, 1997; Tuset, 1999; Larrigaudiere *et al.*, 2002; Palou *et al.*, 2002; Meier *et al.*, 2004a) o a través de aire ca­lien­te húme­do (Lurie, 1998; Tuset, 1999).

Su ac­ción puede de­ber­se a efec­tos di­rec­tos e in­di­rec­tos sobre los pa­tó­ge­nos. Los efec­tos di­rec­tos con­si­sten en la in­hi­bi­ción de la ger­mi­na­ción de los conidios o del cre­ci­mien­to del tubo ger­mi­na­ti­vo, o en da­ños sobre las hi­fas en cre­ci­mien­to (Lurie, 1998). De­pen­den de fac­to­res in­trín­se­cos del pa­tó­ge­no como la es­pe­cie, la edad, la ac­ti­vi­dad me­ta­bó­lica, la den­si­dad de inócu­lo, el con­te­ni­do de agua de las esporas, etc. y de fac­to­res ex­trín­se­cos como la tem­pe­ra­tu­ra del aire o el agua o la du­ra­ción del tra­ta­mien­to. El calor puede causar cam­bios en el nú­cleo y las pa­re­des ce­lu­la­res, des­truir mi­to­con­dri­as y va­cuo­las y pro­vo­car la pér­di­da de ci­to­plasma a las esporas (Barkai-Golan y Phillips, 1991). Los efec­tos in­di­rec­tos se ori­gi­nan por la in­duc­ción de la re­sis­ten­cia del hos­pe­dan­te a la in­fec­ción. Los tra­ta­mien­tos térmicos es­ti­mu­lan los me­ca­nis­mos de de­fen­sa del pro­pio fru­to a la in­fec­ción y co­lo­ni­za­ción de los hongos (Brown *et al.*, 1978), con­tri­buyen­do a man­te­ner o pro­lon­gar la ac­ti­vi­dad an­ti­fún­gi­ca de com­pues­tos pre­sen­tes de forma na­tu­ral en he­ri­das. Otro de los efec­tos es la in­duc­ción de la bio­síntesis de lignina y de ma­te­ri­ales aná­lo­gos en las he­ri­das, las que ac­tu­an como una bar­re­ra fí­si­ca a la pen­e­tra­ción de las hi­fas del pa­tó­ge­no (Ben-Yehoshua *et al.*, 1995; Lanza, 1997). Ade­más el agua ca­lien­te puede pro­vo­car cam­bios en la es­truc­tu­ra de las ce­ras epi­cu­tu­la­res del flave­do, ta­pan­do mi­cro­he­ri­das, con­sti­tu­yen­do así una bar­re­ra fí­si­ca a la in­va­si­ón del pa­tó­ge­no. Por otra parte, los tra­ta­mien­tos térmicos in­ducen en los fru­tos la sín­te­sis de com­pues­tos con acen­tuada ac­ti­vi­dad an­ti­fún­gi­ca, las fi­toalexinas. Otro de los me­ca­nis­mos de in­duc­ción de re­sis­ten­cia es el in­cre­men­to de la bio­síntesis de pro­teí­nas como la qui­ti­nasa o la β -1,3-glucanasa que son con­sti­tu­yen­tes de la piel y que jue­gan un pa­pel im­por­tante en la de­gra­da­ción de las hi­fas. Se cree que al­gunas de las pro­teí­nas de es­trés térmico, cono­ci­das como “heat shock proteins” (HSP), tam­bién pueden estar im­pli­ca­das en al­gunos de los me­ca­nis­mos de de­fen­sa (Schirra *et al.*, 2000).

Curado

El cu­ra­do se re­a­li­za tra­tan­do los fru­tos en cáma­ra con aire a tem­pe­ra­tu­ras su­pe­rio­res a 30 °C y hu­me­dad re­la­ti­va ele­va­da (ma­yor a 90 %) (Ben-Yehoshua *et al.*, 1987; Lanza, 1997; Torres *et al.*, 2002). Con este tra­ta­mien­to se han log­ra­do ex­ce­lentes con­tro­les de po­dredumbres en cítricos, con 2 ó 3 días de tra­ta­mien­to, ob­te­ni­en­do buenos con­tro­les in­clu­si­ve con 24 h de cu­ra­do o me­nos (Lanza, 1997). Tem­pe­ra­tu­ras de cu­ra­do en­tre 30 y 37 °C du­ran­te 48 a 72 h han si­do efec­ti­vas en la re­duc­ción de po­dredumbres en limones, na­ran­jas, po­me­los y man­da­ri­nas (Del Río *et al.*, 1992; Plaza *et al.*, 2004; Schirra *et al.*, 2000; Torres *et al.*, 2002).

En man­da­ri­nas ‘Nova’ se es­tu­dió el efec­to del cu­ra­do a 37 °C du­ran­te 24 a 48 h pre­vio al des­ver­di­za­do con etileno. Se ob­ser­vó un con­tro­l del mo­ho verde del 71% con los ma­yo­res tie­mpo­es de cu­ra­do y del 47 % con tra­ta­mien­tos de 24 h. El tra­ta­mien­to térmico no afec­tó la evo­lu­ción del co­lor de los fru­tos, aun­que pro­vo­có ma­yo­res pér­di­das de peso y del con­te­ni­do de vo­lá­ti­les, ob­ser­ván­do­se en man­da­ri­nas cu­ra­das por 48 h al­te­ra­cio­nes fi­si­oló­gi­cas (Cocco *et al.*, 2008a). Re­sul­ta­dos si­mi­la­res se ob­ser­va­ron en na­ran­jas de om­bli­go cu­ra­das y des­ver­di­za­das (Cocco *et al.*, 2009a).

A pesar de la e­vi­den­cia de sus efec­tos be­ne­fi­ciosos, el cu­ra­do de los cítricos no se está uti­li­zan­do a nivel co­mer­cial en forma ge­ne­ra­li­za­da, de­bi­do a que pre­sen­ta la di­fi­cul­dad de re­que­rir mu­cho tie­mpo (en ge­ne­ral va­rios días), un con­su­mo en­er­gé­ti­co al­to, y de­bi­do a que puede al­te­rar la ca­li­dad tanto ex­ter­na como in­ter­na de los fru­tos, de­pen­di­en­do de las con­di­cio­nes de apli­ca­ción, con pér­di­das de peso y de tex­tu­ra mu­chas ve­ces im­por­tantes (Plaza *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 2005) y ge­ne­ra­ción de vo­lá­ti­les cau­san­tes de malos sa­bo­res (Schirra *et al.*, 2002). En ex­pe­ri­en­cias re­a­li­za­das en na­ran­jas ‘Valencia late’ acon­di­cio­na­das a 36 °C du­ran­te 24 a 48 h se de­ter­mi­na­ron in­cre­men­tos en el nivel de etanol desde 323 ppm al mo­men­to de cose­cha hasta 602 ppm lue­go de 24 h de cu­ra­do y 900 ppm al fi­nalizar las 48 h de tra­ta­mien­to (Meier *et al.*, 2004b).

En un es­tu­dio eco­nó­mico re­a­li­za­do en el año 2010, don­de se com­pa­ra­ba el tra­ta­mien­to de cu­ra­do con la apli­ca­ción de fun­gi­ci­das con­ven­cio­na­les, en el caso de ce­pas re­sis­ten­tes a di­chos fun­gi­ci­das, se pu­do ob­ser­var que, a pre­cios re­ales, el cu­ra­do au­men­ta el re­sul­ta­do in­cre­men­tal por to­ne­la­da de fru­ta, si­en­do de \$ 42,4 con­tra \$ 35,5 del tra­ta­mien­to con im­za­li­l (Meier *et al.*, 2010). La com­bi­na­ción de cu­ra­do con otros tra­ta­mien­tos, tanto fun­gi­ci­das de sín­te­sis como al­te­rna­ti­vas a los mis­mos, puede fa­vo­re­cer su in­cor­po­ra­ción a las prác­ti­cas con­ven­cio­na­les de las plan­tas de em­pa­que, me­diante el in­cre­men­to de la efi­ca­cia de los tra­ta­mien­tos apli­ca­dos in­di­vi­dual­mente y la re­duc­ción de los tie­mpo­es de ex­po­si­ción de los fru­tos a las al­tas tem­pe­ra­tu­ras (Lanza, 1997; Plaza *et al.*, 2003).

Agua ca­lien­te

En **kumquats** se es­tu­dió el efec­to de ba­ños con agua a tem­pe­ra­tu­ra am­bie­n­te y ca­lien­te (45 °C, 50 °C y 53 °C) du­ran­te 1 a 2 min con y sin el a­gre­ga­do de bi­car­bo­na­to de so­dio (1 al 2 %) sobre el con­tro­l del

moho verde. Se observó un mayor control de este patógeno cuando se calentó el agua del baño. En cambio, la incorporación de bicarbonato de sodio al mismo no mejoró mayormente su control. El uso de agua caliente no provocó mayores pérdidas de peso ni daños en la piel de los de los frutos (Vázquez *et al.*, 2011).

Casals *et al.* (2010) obtuvieron un control satisfactorio de *Monilinia laxa* en **duraznero** sumergiendo los frutos a 60 °C durante 40 s. Estos tratamientos además mejoraron la acción de *Bacillus subtilis* (10⁷ UFC por mL). Jemric *et al.* (2011) también lograron reducir las infecciones ocasionadas por este patógeno usando tratamientos con agua caliente a 48 °C durante 12 y 6 min en duraznos y nectarinas, respectivamente.

López Cabrera y Marrero Domínguez (1998) estudiaron el efecto de la inmersión del fruto de **banano** en agua caliente sobre el crecimiento del micelio y la germinación de las esporas de *Fusarium proliferatum* y *Colletotrichum musae*, dos de los hongos involucrados en la pudrición de corona de la banana. Sus resultados indican que con temperaturas de 45 a 47 °C y con un tiempo de inmersión de 15 a 30 min se logra un excelente control de estos patógenos. Temperaturas y tiempos menores ejercen también un control positivo, mientras que temperaturas superiores causan oscurecimiento de la piel y acumulación incompleta de sólidos solubles.

6.2.2. Tratamientos con radiaciones

Radiación ultravioleta (UV)

La radiación ultravioleta tiene mayor energía que la luz visible y es considerada radiación no ionizante. El espectro ultravioleta puede ser subdividido en tres regiones: longitud de onda corta (UV-c: 200 a 280 nm); longitud de onda media (UV-b: 280-320 nm); y longitud de onda larga (UV-a: 320 a 400 nm). Los tratamientos UV-C en poscosecha consisten en la exposición del producto por un cierto periodo de tiempo bajo un banco de lámparas UV-c con una emisión máxima a 254 nm, que es la longitud de onda más eficiente para dañar al ácido desoxiribonucleico (Civello *et al.*, 2007).

La radiación ultravioleta es altamente energética y puede ser fácilmente absorbida por los organismos vivos, pudiendo dañar a los microorganismos de forma directa mediante reacciones bioquímicas en enzimas o ácidos nucleicos o activando moléculas específicas que se transforman en fototoxinas capaces de interferir con procesos fisiológicos esenciales del organismo. Estos principios se han utilizado para intentar inactivar las esporas de los patógenos más importantes de poscosecha de **cítricos** como *Penicillium digitatum* y *P. italicum*, *Fusarium oxysporum* y *F. solani*, pero se observó que en muchos casos los conidios presentan pigmentos que los protegen de la acción de la radiación UV-c (Palou, 2002). Sin embargo, la radiación ultravioleta ha mostrado efectividad en la inhibición del desarrollo de colonias *in vitro* de *P. digitatum* y *Geotrichum candidum* a dosis de 0,4 y 0,8 kJ.m⁻², respectivamente (Fernández y Hall, 2004).

A pesar de los efectos germicidas directos de la radiación con UV-c a 254 nm en los conidios y micelios tanto de *P. digitatum* como de *P. italicum*, el modo de acción más importante de este tratamiento en frutos cítricos es la estimulación de respuesta benéfica en el hospedante (Palou *et al.*, 2008). La irradiación a dosis bajas de UV-c sobre los cítricos ya recolectados puede inducir resistencias en la piel del fruto contra enfermedades de poscosecha (Ben-Yehoshua *et al.*, 1992; D´hallewin *et al.*, 1999). El modo de acción está relacionado con la inducción de la biosíntesis de fitoalexinas, habiéndose demostrado que en frutos cítricos sometidos a irradiación UV-c (dosis de hasta 4,5 kJ.m⁻²) se sintetizaron dos fitoalexinas, escoparona y escopoletina, en cantidades variables y simultáneamente aumentó su resistencia a podredumbres (Ben-Yehoshua *et al.*, 1992; Rodov *et al.*, 1992; D´hallewin *et al.*, 1999, 2000). A diferencia de los tratamientos con calor que sólo inducen esta síntesis en heridas y en presencia del patógeno, la radiación UV-c también la induce en frutos no inoculados (Ben-Yehoshua *et al.*, 1992).

Se ha comprobado que en frutos tratados se produce un notable incremento de la actividad de las enzimas PAL y peroxidasa, enzimas relacionadas con la biogénesis de ligninas y materiales análogos, también la acumulación de proteínas relacionadas con la patogénesis como la quitinasa o β-1,3-endoglucanasa (Palou *et al.*, 2008). Así, el efecto de la irradiación UV-c puede deberse además de la síntesis de fitoalexinas, a la aceleración de cicatrización de heridas (D´hallewin *et al.*, 2000).

La irradiación UV-c ha presentado inhibición de podredumbres en frutos cítricos no inoculados (Ben-Yehoshua *et al.*, 2005; D´hallewin *et al.*, 1999, 2000), pero no ha mostrado efecto curativo en inoculaciones ya existentes. El resultado final de la interacción fruto-patógeno depende de las velocidades relativas de crecimiento fúngico y desarrollo de la resistencia por los frutos. La inoculación de la fruta previa al tratamiento

UV-c da una adecuada ventaja al patógeno, mientras que el tratamiento de los frutos previo a la inoculación les permite resistir la infección (Ben-Yehoshua, *et al.*, 1992; 2005).

Cabe destacar que las dosis de UV-c elevadas pueden provocar alteraciones en la calidad de los frutos cítricos ocasionando daños superficiales como pardeamiento o quemado (Ben-Yehoshua *et al.*, 1992; D'hallewin *et al.*, 1999, 2000), sin embargo en otras variedades como naranja 'Valencia', no se observaron daños (Rodov *et al.*, 1992; D'hallewin *et al.*, 1999).

En estudios realizados en Concordia exponiendo frutos de mandarina 'Nova' a radiación UV-c a dosis de hasta 60 kJ.m⁻², con inoculaciones previas y posteriores al tratamiento, no se observaron diferencias significativas en la incidencia de podredumbres en función de la dosis aplicada y el momento de inoculación. Además, dosis superiores a 40 kJ.m⁻² favorecieron el desarrollo de alteraciones fisiológicas (Cocco *et al.*, 2010a). En otros estudios llevados a cabo en naranja 'Valencia late' tampoco se observó control del moho verde, al mismo tiempo que las dosis superiores a 80 kJ.m⁻² determinaron alteraciones fisiológicas, cambios en el color de los frutos, disminución de la acidez e incrementos en el nivel de acetaldehído del jugo (Cocco *et al.*, 2010b).

En el Área Poscosecha del INTA Alto Valle se evaluó el efecto de la luz UV-c (6,6 KJ.m⁻²) en peras William's inoculadas con *Penicillium expansum*, previo y posteriormente al tratamiento. De acuerdo con los resultados obtenidos, el tratamiento no afectó el porcentaje de heridas podridas ni produjo síntomas de fototoxicidad (Candan y Colodner, 2011). Actualmente se continúan los estudios en ésta y otras variedades de peras.

6.3. Métodos químicos alternativos

Los productos químicos alternativos a los fungicidas de síntesis deben ser naturales o de síntesis con efectos residuales y toxicológicos conocidos y muy bajos (Palou, 2007). Entre ellos se incluyen las sustancias presentes en forma natural en plantas, animales o microorganismos o en el caso de productos sintetizados artificialmente los aditivos alimentarios permitidos.

6.3.1. Aditivos alimentarios y sustancias GRAS

El carbonato y bicarbonato de sodio son aditivos alimentarios comunes, con pocas barreras regulatorias a su uso y reconocidos como seguros por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) para muchas aplicaciones. En 1997, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) declaró a los bicarbonatos exentos de tolerancias de residuos en todos los productos agrícolas (Smilanick *et al.*, 1999; Ahmed *et al.*, 2007). Por otro lado su uso no posee restricciones para muchas aplicaciones en Europa (Palou *et al.*, 2001).

Estas sales han mostrado efectividad para el control de *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *Monilinia laxa*, tanto *in vitro* como *in vivo* (Smilanick *et al.*, 1999; 2005; Palou *et al.*, 2001; Schirra *et al.*, 2008; Casals *et al.*, 2010). La efectividad de los tratamientos con sales de sodio depende básicamente de tres factores: la temperatura de las soluciones, la concentración de sal y los tiempos de inmersión de los frutos (Smilanick *et al.*, 1997). La capacidad de control de las dos sales a temperatura ambiente resulta muy similar y varía con la susceptibilidad de los frutos a la infección (Palou *et al.*, 1999). El efecto de las sales de sodio es principalmente fungistático y no proveen de una protección persistente (Plaza *et al.*, 2004).

En **mandarinas** se han observado controles de podredumbres provocadas por *P. digitatum* de hasta 40 % con soluciones de bicarbonato de sodio a dosis del 1 a 3 %, dependiendo de la variedad y las condiciones de inoculación (Palou *et al.*, 1997; Larrigaudiere *et al.*, 2002; Cocco *et al.*, 2009b). En **naranjas** el control es mayor que en mandarinas (Palou *et al.*, 1997), llegando a 94 % con concentraciones de 2 a 4 % (Palou *et al.*, 1997; 1999; 2001; Schirra *et al.*, 2008; Cocco *et al.*, 2010c). En **limones** se obtuvo un buen control de *P. digitatum* con bicarbonato de sodio entre el 2 a 3 %, aplicado en agua a temperatura ambiente siendo este tratamiento más eficiente con el agregado de hipoclorito de sodio (Torres Leal *et al.*, 2008; Carbajo, 2011).

Si bien las sales de sodio presentan buen control de patógenos de cítricos, no alcanzan la eficiencia de los tratamientos como el curado (Meier, 2005), por lo que su única aplicación no es suficiente para el control de podredumbres en poscosecha. Cabe mencionar que dependiendo de la clase de suelo y el pH del agua, pueden aparecer problemas de índole medioambiental en el vertido de estas soluciones después de su uso debido a la gran cantidad de sodio y el elevado pH de las mismas (Palou *et al.*, 1999). Por otra parte, estos

productos pueden causar fitotoxicidad superficial al acumularse los depósitos de sales en frutos no enjuagados y se debe considerar el efecto de las sales sobre la deshidratación con pérdidas económicas por peso (Larrigaudiere *et al.*, 2002). Teniendo en cuenta esto el bicarbonato de sodio ofrece ventajas respecto del carbonato de sodio, ya que a peso equivalente presenta menos sodio y menor pH (Smilanick *et al.*, 1999). Otra ventaja del bicarbonato es que en empaques cítricos puede combinarse con hipoclorito de sodio en el hidroinmersor según exigencias de exportación de la UE.

A diferencia de lo observado en cítricos, baños de bicarbonato de sodio (a una concentración de 3 a 5 % durante 30 s y posterior enjuague), aplicados a **frutos de pepita**, inoculados artificialmente con *P. expansum* y *B. cinerea*, no redujeron en forma significativa la incidencia ni severidad de la enfermedad respecto al testigo sin tratar (Ziaurriz, 2011).

Palou *et al.* (2009) ensayaron 20 aditivos alimenticios que podrían ser utilizados como alternativas a los fungicidas para el control de *Monilinia fructicola*, *Botrytis cinerea*, *Geotrichum candidum*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Mucor piriformis*, y *Rhizopus stolonifer* en **duraznos, nectarinas y ciruelos**. Los mejores resultados se obtuvieron con tratamientos de 60 s en sorbato de potasio 200 mM, benzoato de sodio 200 mM, sorbato de sodio 200 mM, 2-deoxy-D-glucosa 100 mM, carbonato de sodio 400 mM y carbonato de potasio 250 mM. La única enfermedad para la cual no se obtuvo control fue podredumbre morena. El molibdato de sodio o amonio, el ácido láctico y el peróxido de hidrógeno redujeron la incidencia de *Monilinia fructicola* pero provocaron fitotoxicidad y daños a la piel de los frutos. La eficacia de estos tratamientos aumentó al calentar las soluciones a 55 ó 60 °C. La aplicación de bicarbonato entre 3 y 5 % en **cerezas** tampoco redujo la aparición de podredumbres poscosecha (Colodner y Candan, 2011).

En INTA San Pedro se evaluó el efecto del bicarbonato de sodio en baños al 3 % en el control de enfermedades de poscosecha en **duraznero**. Esta sustancia se la combinó con un desinfectante a base de PHMG polihexametilén guanidina. Luego los duraznos fueron tratados con fungicidas de síntesis (fludioxonil o iprodione). Estos tratamientos redujeron en forma significativa la incidencia de podredumbre morena (Brambilla *et al.*, 2007; Mitidieri *et al.*, 2008). A pesar de que estas alternativas al hipoclorito parecen ser promisorias tienen la desventaja de producir manchas sobre la superficie de los frutos que desmerecen la calidad, por lo que se deberían evaluar otras concentraciones o tiempos de exposición. Por ejemplo, Casals *et al.* (2010), obtuvieron valores satisfactorios de control de *Monilinia laxa* en duraznero con tratamientos de bicarbonato al 2 % durante 40 s.

6.3.2. Sustancias naturales

Se conoce que una de las características de las plantas superiores es su capacidad de sintetizar una amplia variedad de sustancias denominadas metabolitos secundarios, estos son todos aquellos compuestos que no son esenciales para la vida del vegetal pero sin embargo son claves en numerosos mecanismos de interacción entre la planta y el medio (Quiroga *et al.*, 2001; Salgado de Morais, 2009). En el fruto los compuestos naturales, pueden provocar una mejora en el sistema de defensa natural del hospedero, que incluye defensas bioquímicas (proteínas relacionadas con la patogénesis, compuestos antifúngicos) y barreras físicas (lignificación) para evitar la invasión del patógeno (Sanzani *et al.*, 2010).

En **limón**, se evaluó un extracto de frutilla y un biofungicida-bactericida natural (Biocitrus®) obtenido a partir extractos de cítricos (compuesto por polifenoles, bioflavonoides y ácidos orgánicos) en el control del moho verde. Estos compuestos mostraron *in vitro* actividad antifúngica a las mayores dosis (30 y 4 %, respectivamente). Sin embargo, evaluados *in vivo* mostraron sólo una reducción en la severidad de la enfermedad (Carbajo, 2011).

En Alto Valle se evaluó *in vitro* un extracto metabólico derivado de frutilla para el control de *P. expansum* y *B. cinerea* en **manzanas y peras**, no observándose la formación de halo de inhibición a las concentraciones estudiadas. *In vivo* se observó una moderada inhibición del desarrollo de los patógenos a las mayores dosis del extracto (50 y 100 %), ya sea por una reducción de la severidad o retraso de la incidencia (Ziaurriz, 2011).

En San Pedro se probó en **durazno**, un producto comercial elaborado a partir de un extracto natural obtenido de la planta de té *Melaleuca alternifolia* a la concentración de 0,5 y 1%. En los ensayos realizados *in vitro* se observaron reducciones de crecimiento de las colonias de *Penicillium digitatum* y *Monilinia fructicola*. Sin embargo, en aplicaciones de pre y poscosecha no se lograron resultados consistentes en el control. Otras sustancias ensayadas en tratamientos de drench en durazno fueron extractos de aceite de neem y de gel de *Aloe saponaria*, sin obtenerse resultados satisfactorios hasta el momento (Mitidieri, comunicación personal).

6.3.3. Otras sustancias

Se evaluaron ácidos orgánicos (ácido láctico, acético, propiónico y fenil láctico) en pruebas *in vitro* para el control de *Penicillium digitatum* en **limón**, encontrándose el máximo porcentaje de inhibición con las concentraciones de 511,1 mM de ácido láctico, 52,5 mM de ácido acético, 3,5 mM de ácido propiónico y 0,8 mM de ácido fenil láctico. Sin embargo, estos ácidos orgánicos aplicados en los frutos de limón no controlaron la enfermedad (Carbajo, 2011).

En aplicaciones de ácidos grasos (*in vitro* e *in vivo*) realizadas en **frutos de pepita** para el control de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*, se observó que no hubo formación de halo de inhibición, ni control en los frutos inoculados artificialmente a las concentraciones evaluadas (Ziaurriz, 2011).

Abreu (2006) evaluó el uso de cloruro de benzalconio, dióxido de cloro, hipoclorito de calcio y gas ozono en forma curativa y preventiva para el control de *Monilinia fructicola* y *Rhizopus spp.* en **frutas de carozo**. El cloruro de benzalconio a la concentración de 1000 ppm inhibió totalmente el crecimiento de *M. fructicola* en los tests *in vitro*. Aplicado en forma preventiva y curativa controló la enfermedad en frutos sin heridas, a las dosis de 2 %. El hipoclorito de calcio (0,1 a 0,3 g/L) y el dióxido de cloro (2 a 3 mL/L) también inhibieron el crecimiento del patógeno aplicados como curativos en frutas sin heridas. Ninguno de los productos probados controló *Rhizopus spp.* *in vitro* o *in vivo*. Tampoco se obtuvieron buenos resultados en los tratamientos curativos para el control de podredumbre morena cuando la inoculación se realizó sobre heridas. El gas ozono a la dosis de 0,1 ppm no fue eficiente para controlar estas enfermedades.

6.4. Inductores de resistencia

La inducción de resistencia en una planta frente a un patógeno se basa principalmente en transformar una interacción compatible en incompatible, es decir, que la planta susceptible de enfermar sea resistente. En 1971 se demostró que plantas de tabaco tratadas exógenamente con partículas del virus del mosaico del tabaco, se volvieron más resistentes a una nueva infección del virus (Van Loon y Dijkstra, 1976). Estas partículas del virus actúan como elicitores poniendo en marcha los mecanismos de activación de resistencia sistémica adquirida (RSA) en toda la planta. Los elicitores no tienen un efecto directo sobre el patógeno, sino que protegen a la planta desencadenando las cascadas de señales que activan la RSA, actuando así de forma diferente a los fungicidas químicos convencionales. Los elicitores empleados pueden ser bióticos y abióticos. Los elicitores bióticos simulan el ataque de un hongo patógeno; los abióticos son compuestos análogos a las sustancias señalizadoras que la planta sintetiza induciendo la síntesis de proteínas (PR) de defensa. Es por eso que a los elicitores abióticos se les denomina más correctamente como señalizadores de defensa.

La posibilidad de acelerar la respuesta de la planta mediante la aplicación de señalizadores de resistencia sistémica (bióticos o abióticos, respetuosos con el medio ambiente) constituye una alternativa biológica y ambiental a los métodos actuales de control de patógenos de poscosecha (Riveros Angarita, 2001). En general, los inductores son moléculas de bajo peso molecular, sin una actividad antimicrobiana específica que muestran acción de protección local inducida y, en otros casos, se vuelven sistémicos e incluso pueden ser de amplio espectro, protegiendo contra enfermedades causadas por diversos microorganismos (hongos, bacterias, micoplasmas, virus y nematodos, entre otros). Es válido aclarar que el inductor de resistencia no reemplaza al fungicida, pero debe tenerse en cuenta como una alternativa adicional dentro de un programa de manejo integrado de enfermedades para una determinada variedad, y que debe emplearse como un producto de acción preventiva no curativa (Piccoli, 2010).

Se han realizado ensayos tendientes a evaluar el comportamiento de diferentes sustancias consideradas como elicitoras de resistencia sistémica a enfermedades que afectan a los **cítricos** en el campo como en poscosecha, como la podredumbre causada por *Penicillium digitatum* en mandarinas de híbrido 'Nova' (Acuña *et al.*, 2009). Se aplicaron a campo fertilizantes foliares como inductores de resistencia, tales como NO_3Ca [15,5-0-0-(19)]; NO_3K [13-0-37] y $\text{P}_2\text{O}_5\text{K}_2\text{O}$ [0-30-20]. Los porcentajes de frutas afectadas con moho verde fueron menores que en el testigo, aunque no se alcanzó un control tan contundente como el que se obtiene con fungicidas normalmente usados en poscosecha de frutas.

6.5. Combinación de estrategias para el manejo integrado de podredumbres en poscosecha

Debido a la dificultad de alcanzar altos niveles de control de podredumbres con una sola de las alternativas mencionadas, sin afectar la calidad de los frutos, resulta imprescindible combinar varias estrategias para lograr los resultados deseados a nivel comercial (Palou *et al.*, 2008), buscando o bien reducir dosis o tiempos de aplicación, o bien intentando ampliar el espectro de control de un tratamiento a más de una especie patógena, ofreciendo soluciones económicamente viables y a su vez, amigables con el medio ambiente.

Se ha dedicado considerable atención a la integración de diferentes tratamientos a fin de alcanzar alguno de los siguientes objetivos: obtener efectos aditivos o sinérgicos para incrementar la efectividad o la persistencia de los tratamientos individuales; efectos complementarios para combinar actividad preventiva y curativa, e implementación comercial de tratamientos efectivos que son poco prácticos, costosos o riesgosos como tratamientos individuales, por ejemplo con la finalidad de reducir el tiempo de curado o las dosis y riesgo de fitotoxicidad en los tratamientos de irradiación (Palou *et al.*, 2008). Una adecuada asociación de tratamientos será aquella que permita un buen control de las podredumbres sin alterar otros parámetros de calidad de los frutos y siendo al mismo tiempo aplicable comercialmente adaptándose al manejo convencional de las plantas de empaque.

Dentro de la integración de alternativas, se ha evaluado la combinación de tratamientos térmicos con sales de sodio (carbonato y bicarbonato), especialmente mediante el calentamiento de las soluciones de estas sales hasta temperaturas de alrededor de 45 °C, observándose muchas veces un efecto sinérgico (Cocco *et al.*, 2008b; Larrigaudiere *et al.*, 2002; Palou *et al.*, 1999; 2001; 2002; Smilanick *et al.*, 1997; 1999). El uso de agentes de biocontrol también se ha sumado a estos tratamientos (Teixidó *et al.*, 2001; Torres *et al.*, 2007; Usall *et al.*, 2008; Casals *et al.*, 2010; 2012). Además se ha estudiado la combinación de fungicidas de síntesis con sales de sodio (Smilanick *et al.*, 2005; 2006).

En **naranjas** y **mandarinas** se han obtenido controles del moho verde con tratamientos de curado (37 °C, 95 % HR) de no más de 9 h de duración, seguidos por baños con soluciones de bicarbonato de sodio (1 ó 2 %) sin alterar la calidad interna de los cítricos (Cocco, 2011; Cocco *et al.*, 2008b). El fungicida fluodioxonil fue combinado con bicarbonato de sodio para controlar moho verde en mandarinas, con buenos resultados (Cocco *et al.*, 2011). Asimismo, estos tratamientos fueron efectivos en **duraznos** para reducir la incidencia de podredumbre morena (Brambilla *et al.*, 2007; Mitidieri *et al.*, 2008).

7. Bibliografía

- Abreu, F. M. 2006. Quantificação de danos e contole pós-colheita de podridao parda (*Monilinia fructicola*) e podridao mole (*Rhizopus spp.*) em pêssegos. Tesis de Maestría. Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz.
- Acuña, L.E.; Ramirez, L. 2011. Pudrición peduncular de mandarina Nova causado por *Fusarium proliferatum* y *Fusarium oxysporum* en la provincia de Misiones. En: CD Congreso Argentino de Micología, Posadas, Misiones.
- Acuña, L.E.; Agostini, J.P.; Haberle, T.J.; Dummel, D.M. 2005. Podrido peduncular en postcosecha de frutas mandarina Nova. En: Libro de Resúmenes V Congreso Argentino de Citricultura. p.19.
- Acuña, L.E.; Kornowski, M.V.; Agostini, J.P.; Haberle, T.J.; Dummel, D.M. 2009. Eficiencia del uso de Inductores de resistencia sistémica a podredumbres de poscosecha en frutas cítricas. En Libro de Resúmenes XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta. p. 175.
- Adaskaveg, J. 2007. Management of gray mold and blue mold of stored pears in California. Jornada Evento lanzamiento Scholar®. General Roca, Argentina.
- Afek, U.; Szejnberg, A. 1988. Accumulation of scoparone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora citrophthora*. Phytopathol., 78, 1678-1682.
- Aguirre, C.; Flores, C.; Bejarano, S.; Rueda, N.; Rueda, E. 2011a. Control de *Colletotrichum* spp. en mango: Principios activos. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, Buenos Aires. p. 542.
- Aguirre, C.; Flores, C.; Bejarano, S.; Rueda, N.; Rueda, E. 2011b. Control de *Colletotrichum* spp. en mango: Momento de producción de inóculo. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, Buenos Aires. p. 549.
- Ahmed, D.M.; Hafez, O.M.; Fouad, A.A. 2007. Sodium bicarbonate application as an alternative control of postharvest decay of blood orange fruits. Research J. of Agric. and Biol. Sci., 3 (6): 753-759.
- Almirón, N.; Bello, F.; Meier, G.E.; Cocco, M.; Vázquez, D.E. 2011. Determinación de contaminación ambiental en empaques cítricos de Entre Ríos. En: Libro de Resúmenes 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 193.
- Anthony, S.; Abeywicrana, K.; Dayananda, R.; Wijeratnam, S.; Arambewelw, L. 2004. Fungal Pathogens With banana fruit in Sir Lanka, and their treatment with essential oil. Mycopathologia 157 (1) 91-97.
- <http://www.springerlink.com/content/v4x3113852693374> [23/08/2011].
- Aragón, J.; Barnes, N.; Colodner, A.; Di Masi, S.; Franco, C.; Giambelluca, A.; Miracca, C.; Salvador, E.; Sánchez, D.; Sannoner, C.; Sosa, M.C. 2010. Enfermedades de postcosecha. Pera William's: Manual para el productor y empacador / coord. Enrique E. Sánchez. 1ra. ed. Gral. Roca, Río Negro AR : Erregé. Cap. 13:138-157.
- Arcila, M.I. 2002. Poscosecha, industrialización y usos de subproductos del plátano, Modulo IX. Capacitación tecnológica para el mejoramiento del agronegocio del plátano en el eje cafetero. Armedia, Colombia. p. 21.
- Arras, G.; Sanna, P. 1999. Resistance of citrus fruits to *Penicillium italicum*. Proc. 51st National Symp. Crop Protection, Gent. Bélgica, 64, 527-530.
- Arras, G.; D'hallewin, G.; Petretto, A.; Marceddu, S.; Loche, M.; Agabbio, M. 2005. Biological and physical approaches to improve induced resistance against green mold of stored citrus fruit. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. 70, 391-397.
- Arras, G.; D'hallewin, G.; Molinu, M.G.; Dore, A.; Venditti, T.; Fois, M.; Lima, G.; Agabbio, M. 2006. Induction of phytoalexins biosíntesis in orange fruit by the biocontrol yeast *Rhodotorula glutinis*. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. 71, 915-921.
- Ballester, A.R. 2007. Resistencia frente a la infección por *Penicillium digitatum* durante la postcosecha de los frutos cítricos. Bases moleculares y metabolismo de fenilpropanoides. Tesis para obtener el título de Doctor. Universidad de Valencia, España, 282 pp.
- Barkai-Golan, R.; Phillips, D.J. 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Plant Dis., 75 (11):1085-1089.
- Bautista Baños, S. 2006. El control biológico en la reducción de enfermedades de postcosecha en productos hortofrutícolas: usos de microorganismos antagónicos. Rev. Iber. Tecnología Postcosecha, 8:1-6.
- Ben-Yehoshua, S.; Shapiro, B.; Moran, R. 1987. Individual seal-packaging enables the use of curing at high temperatures to reduce decay and heal injury of citrus fruits. HortSci., 22 (5):777-783.
- Ben-Yehoshua, S.; Rodov, V.; Kim, J. J.; Carmeli, S. 1992. Preformed and induced antifungal materials of citrus fruits in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatments. J. Agric. Food Chem., 40 (7):1217-1221. Abstr.
- Ben-Yehoshua, S.; Rodov, V.; Fang, D.Q.; Kim, J.J. 1995. Preformed antifungal compounds of citrus fruit: effect of postharvest treatments with heat and growth regulators. J. Agric. Food Chem., 43:1062-1066.
- Ben-Yehoshua, S.; Rodov, V.; Nafussi, B.; Peretz, J.; Porat, R. 2000. Biotic and abiotic induction of resistance against pathogens in citrus fruits. En: Proc. Int. Soc. Citricult. IX Congr., Orlando, Florida. 2,1107-1112.

- Ben-Yehoshua, S.; Rodov, V.; D'hallewin, D.; Dore, A. 2005. Elicitation of resistance against pathogens in citrus fruits by combined UV illumination and heat treatments. *Acta Horticulturae*, 682:2013-2019.
- Bello, F., Vázquez, D.E., Heredia, A.M., Almirón, N. 2010. Influencia del momento de cosecha sobre la calidad de frutos de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L) en la región de Salto Grande, Entre Ríos. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p.131.
- Bello, F.; Almirón, N.; Meier, G.E. 2011. Guía para la identificación de daños en postcosecha de frutos cítricos. Serie de Extensión N° 8. 29 pp.
- Bleiger, J.; Tanaka, H. 1980. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. Boletim Técnico No. 4. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. Florianópolis. 51 pp.
- Brambilla, V.; Saliva, V.; Piris, E.; Miranda, A.; Mancuso, N., Valenzuela, A.; Mitidieri, M. 2007. Evaluación de un nuevo desinfectante en el control de enfermedades postcosecha en duraznero. En: Libro de Resúmenes XXX Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, Buenos Aires.
- Brent, K. 1995. Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed? FRAC, Monograph N1.. St Raphael, Norton Lane, Chew Magna, Bristol BS18 8RX, Reino Unido. 52 pp.
- Brent, K. 1998. Fungicide Resistance: the Assessment of Risk. FRAC Monograph N2. GCPF. 48 pp.
- Brent, K.; Hollomon D. W. 2007. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? 2 nd edition. Monography 1: Fungicide Resistance Action Committee. 56 pp.
- Brown, G.E.; Ismail, M.A.; Barmore, C.R. 1978. Lignification of injuries to citrus fruit and susceptibility to green mold. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 91:124-126.
- Budde, C. O. ; Pagani, M.A. ; Mitidieri, M. S. ; Fussi, M.O. ; Polenta, G. A. ; Murray, R. E. 2002. La cosecha cuidadosa de duraznos controló mejor las enfermedades postcosecha causadas por hongos. En: XXV Congreso Argentino de Horticultura. 1er. Encuentro Virtual de las Ciencias Hortícolas. ASAGO. 26 de noviembre al 13 de diciembre de 2002, t. 62. www.asago.com.ar/inscriptos/fruticultura/trabajo62/r1.htm.
- Burdyn, L.; Garrán, S.M.; Avanza, M.M.; Almirón, N. 2010. Resistencia de *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum* a los fungicidas de uso corriente en poscosecha. En: Libro de Resúmenes VI Congreso Argentino de Citricultura, San Miguel de Tucumán. p.112.
- Burnett, H.C. 1974. Avocado scab. Plant Pathology Circular No. 141. Fla. Dept. Agr. & Consumer Serv. Division of Plant Industry.
- Cabras, P.; Angioni, A.; Caboni, P.; Garau, V. L.; Melis, M.; Pirisi, F. M.; Cabitza, F. 2000. Distribution of folpet on the grape surface after treatment. *J. Agric. Food Chem.* 48: 915-916.
- Candan, A.P.; Di Masi, S. 2003. Control de podredumbre gris (*Botrytis* sp.) en postcosecha de duraznos cv. O'Henry con diferentes fungicidas. Informe Técnico INTA Alto Valle, 7pp.
- Carbajo, M.S. 2011. Sistemas alternativos a los fungicidas químicos para el control de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. en limón. Trabajo de tesis para optar al grado de Magíster en Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 124 pp.
- Carbajo, M.S.; Geréz, C.L.; Rollan, G.; Font de Valdez, G.; Torres Leal, G.J. 2007. Bacterias (2007) "Potenciales Alternativas Biotecnológicas para el Control de Enfermedades de Postcosecha en Cítricos". En: Libro de Actas IV Jornadas de Biología y Tecnología de Postcosecha y Primeras Jornadas de Postcosecha del Cono Sur. 86 pp.
- Carbajo, M.S.; Díaz Ricci, J.C.; Torres Leal, G.J. 2009. Actividad antifúngica in vitro de diferentes alternativas biológicas para el control de *Penicillium digitatum* Sacc. En: Libro de Resúmenes XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. PV 13.
- Carmona, M.; Abello, A.; Sautus, F. 2011. Resistencia de los hongos a los fungicidas. En: Guía de productos fitosanitarios 2011. Casafe Argentina. 158-165.
- Casals, C.; Teixidó, N.; Viñas, I.; Silvera, E.; Lamarca N.; Usall, J. 2010. Combination of hot water, *Bacillus subtilis* CPA-8 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. *Eur. J. Plant Pathol.*, 128(1):51-63.
- Casals, C.; Elmer, P.A.G.; Viñas, I.; Teixidó, N.; Sisquella, M.; Usall, J. 2012. The combination of curing with either chitosan or *Bacillus subtilis* CPA-8 to control brown rot infections caused by *Monilinia fructicola*. *Postharvest Biol. and Technol.*, 64(1):126-132.
- Castillo, B. 2010. Formación de gotas en la aplicación de plaguicidas. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. Red "PULSO" (107RT0319). Cap. 4:55-65.
- CIATI, INTA, CAFI. 2010. Productos químicos para poscosecha de peras y manzanas: temporada 2010/2011. Gacetilla de prensa / INTA EEA Alto Valle, enero 2011. <http://www.inta.gov.ar/altovalle/novedades.htm> [26/07/2011].

- Civello, P.M.; Vicente, A.R.; Martínez, G.A. 2007. UV-C technology to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Recent Advances in Alternative Postharvest Technologies to Control Fungal Diseases in Fruits & Vegetables. 71-102.
- Coates, L. M.; Doogan, V. J.; Gardiner, S. 1993. Postharvest diseases control in lychees using sulphur dioxide treatment. Australasian Postharvest Conference, Gattton, Australia, September. 73-76.
- Cocco, M. 2005. Determinación de resistencia a fungicidas tradicionales en cepas de *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum* en distintas quintas y empaques de la región. En: Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos. Vázquez, D. E.; Meier, G. E. y Cocco, M. Ediciones INTA. 104-107.
- Cocco, M. 2011. Control del moho verde (*Penicillium digitatum*) en postcosecha de naranjas y mandarinas, mediante la combinación de curado, luz ultravioleta y bicarbonato de sodio, manteniendo su calidad. Trabajo de tesis para optar al grado de Magíster en Producción Vegetal, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 75 pp.
- Cocco, M., Meir, G.E., Bello, F. 2008a. Combinación de desverdizado con curado para el control de *Penicillium digitatum* en mandarina Nova. En: Libro de Resúmenes XXXI Congreso Argentino de Horticultura, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 192.
- Cocco, M.; Vázquez, D.E.; Albors, A.; Cháfer, M.; Meier, G. E.; Bello, F. 2008b. Combinación de tratamientos térmicos y bicarbonato de sodio para el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos. Rev. Iber. Tecnología Postcosecha, 9 (1):55-62.
- Cocco, M.; Meir, G.E.; Bacigalupo, R. 2009a. Incorporación de tratamientos de curado al desverdizado tradicional para el control de podredumbres provocadas por *Penicillium digitatum* en naranjas Navel. En: Libro de Resúmenes XXXII Congreso Argentino de Horticultura, Salta. p. 163.
- Cocco, M.; Meier, G.E.; Bello, F.; Vázquez, D.E. 2009b. Evaluación de la efectividad de distintas concentraciones de bicarbonato de sodio en mandarinas para maximizar el control de podredumbres sin alterar la calidad de los frutos. En: Libro de Resúmenes XXXII Congreso Argentino de Horticultura, Salta. p. 164.
- Cocco, M.; Plaza, P.; Vázquez, D.E.; Meier, G.E.; Bello, F. 2010a. Aplicación de radiación ultravioleta (UV-C) como tratamiento preventivo para evitar podredumbres en postcosecha de mandarinas. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p. 129.
- Cocco, M.; Plaza, P.; Vázquez, D.E.; Meier, G.E.; Bello, F. 2010b. Evaluación de tratamientos con radiación ultravioleta (UV-C) para el control de podredumbres en postcosecha de naranjas. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p. 130.
- Cocco, M.; Vázquez, D.E.; Meier, G.E.; Bello, F. 2010c. Optimización de tratamientos con bicarbonato de sodio para el control de podredumbres en naranjas. En: Libro de Resúmenes VI Congreso Argentino de Citricultura, San Miguel de Tucumán. p. 113.
- Cocco, M.; Vázquez, D.E.; Meier, G.E.; Bello, F.; Almirón, N. 2011. Evaluación de la combinación de fungicida y bicarbonato de sodio para el control del moho verde en mandarinas. En: Libro de Resúmenes IV Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha, Mendoza, Argentina. p. 24.
- Cohen, G.; Aguirre, C.; Fernandez Vera, B. 2001. Cultivos subtropicales: palta y mango. Producción y análisis del mercado. Buenos Aires, septiembre de 2001. <http://www.sagpya.gov.ar/new/0>
- Colodner, A. 2011. Optimización de las técnicas de aplicación de productos fitosanitarios en la línea de empaque de manzanas (*Malus domestica*, Borkh). Tesis de Maestría, Universidad de Bologna.
- Colodner, A.; Candan, A.P. 2011. Control de podredumbres poscosecha en cerezas. Revista Fruticultura & Diversificación N° 66, 40-45.
- Colodner, A.; Candan, A.P. 2012. Efecto de la aplicación de radiación UV-c en peras Williams inoculadas con *Penicillium expansum*. Informe técnico INTA Alto Valle. 5 pp.
- Colodner, A.; Di Masi, S. 2010. Determinación de la efectividad de Penbotec™ 40 SC (pyrimethanil) frente a *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*, en tratamientos de poscosecha de fruta de pepita. Informe técnico INTA Alto Valle. 100 pp.
- Conway, W.S. 1991. Postharvest calcium treatment of apple fruit to provide broad-spectrum protection against postharvest pathogens. Plant Dis., 75: 620-622.
- Cuquerella, J. 1997. Técnicas y prácticas del desverdizado de cítricos producidos en condiciones mediterráneas. Phytoma, 90:106-110.
- CYTED. 2010. Guía de higiene para establecimientos manipuladores de frutas frescas. INTA. p. 30.
- Dadzie, B.K.; Orchard, J.E. 1997. Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. Guías técnicas INIBAP 2. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia.

- D'hallewin, G.D.; Schirra, M.; Manueddu, E.; Piga, A.; Ben-Yehoshua, S. 1999. Scoparone and scopoletin accumulation and Ultraviolet-C induced resistance to postharvest decay in oranges as influenced by harvest date. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(6):702-707.
- D'hallewin, G.; Schirra, M.; Pala, M.; Ben-Yehoshua, S. 2000. Ultraviolet C irradiation at 0.5 kJ. m⁻² reduces decay without causing damage or affecting postharvest quality of star ruby grapefruit (*C. paradisi* Macf.). *J. Agric. Food Chem.*, 48: 4571-4575.
- Delp, C. J. 1994. Fungicide Resistance in North America. The American Phytopathological Society Press. 1-114.
- Del Rio, M.A.; Cuquerella, J.; Ragone, M.L. 1992. Effects of postharvest curing at high temperature on decay and quality of "Marsh" Grapefruits and "Navel" Oranges. En: *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 3:1081-1083.
- Di Masi, S.; Colodner, A. 2006. Control de enfermedades patológicas de frutas de pepita en poscosecha. *Revista Fruticultura & Diversificación*, 51:16-21.
- Di Masi, S.; Dobra, A. 1999. Enfermedades de poscosecha. *Fruticultura Moderna*. 121-125.
- Dobra, A.; Rossini, M. 1993. Patógenos de poscosecha: Aspectos epidemiológicos, resistencia a fungicidas y su control. Curso internacional de sanidad en frutales de pepita / INTA EEA Alto Valle. Cap. 11:22.
- Droby, S.; Wisniewski, M.; Macarisin, D.; Wilson, G. 2009. Twentyy years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biol. and Technol.*, 52:137-145.
- Eckert, J.W. 1987. Resistance of *Penicillium digitatum* to imazalil treatments in California packinghouses. *Int. Soc. Plant. Pathol. Chem. Control Newsletter*, 8:24-28.
- Eckert, J.W. 1994. Dynamics of benzimidazole-resistant *Penicillium* in the development of postharvest decays of citrus and pome fruits. En: *Fungicide Resistance in North America*. Delp, C.J., ed. Cap. 12: 31-35.
- Eckert, J.W.; Brown, G.E. 1986. Postharvest citrus diseases and their control. En: *Fresh Citrus Fruits*. Wardowski, W., Nagy, S., Grierson, W., eds. p. 315-360.
- Eckert, J.W.; Eaks, I.L. 1989. Postharvest Disorders and Diseases of Citrus Fruits. En: *The Citrus Industry*. Vol. V. Reuther, W.; Calavan, E. C.; Carman, G. E., eds. University of California. Cap 3:179-260.
- Eckert, J.W.; Ratnayake, M.; Gutter, Y. 1984. Volatiles from wounded citrus fruits stimulate germination of *Penicillium digitatum* conidia. *Phytopathol.*, 74:793. Abstr.
- El-Ghaouth, A. 1997. Biologically-based alternatives to synthetic fungicides for the control of postharvest diseases. *J. Ind. Microbiol. Biot.*, 19, 160-162.
- Fernandez, Y. J.; Hall, D. J. 2004. In vitro response of *Penicillium digitatum* and *Geotrichum candidum* to Ultraviolet (UV-C) exposure. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 117: 380-381.
- Ferrel, M.A. 2002. Effect of water pH on the chemical stability of pesticides. Pesticide Education Program Fact Sheet. Universidad de Wyoming.
- Fitzell, R.D. 1987. Epidemiology of anthracnose disease of avocados. *South African Avocado Growers' Association Year-book* 10, 113-116.
- Flores, C. R.; Rivadeneira, M.; Buono, S.; Flores Alzaga, D.; Rueda, N.; Bejarano, S.; Rueda, E.; 2008. Patógenos presentes en cultivos de Papaya y mango de las provincias de Salta y Jujuy. 1° Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. p.131.
- Flores, C. R.; Aguirre, C.; Rivadeneira, M.; Rueda, N.; Bejarano, S.; Rueda, E.; Gonzáles Navarro, H.; Luque, J. 2009. Evaluación de productos fungicidas para el control de antracnosis y sarna en palto variedad Fuerte. XXXI Congreso Argentino de Horticultura, Salta. p.193.
- Fogliata, G.M.; Torres Leal, G.J.; Ploper, L.D. 1998. Detección de cepas resistentes de *Penicillium digitatum* a los fungicidas de uso corriente en plantas de empaque de Tucumán. *Avance Agroindustrial* N° 73. p. 19.
- Fogliata, G.M.; Muñoz, M.L. 2010. Podredumbre por *Fusarium* sp. en frutos de limón en Tucumán. En: *Libro de Resúmenes VI Congreso Argentino de Citricultura*, San Miguel de Tucumán. p. 74.
- Fogliata, G.M.; Torres Leal, G.J.; Ploper, L.D. 2000. Behavior of imazalil-resistant strains of *Penicillium digitatum* Sacc. against fungicides currently employed in citrus packinghouses and alternative fungicides in Tucuman Province, Argentina. En: *Proc. Int. Soc. Citriculture*, IX Cong. Orlando, Florida. p. 1006.
- Foguet, J.L.; Oste, C.A. 1982. Manual técnico: El cultivo de palto. Plagas y enfermedades. *Avance Agroindustrial* N° 8.
- Förster, H.; Driever, G.F.; Thompson, D.C.; Adaskaveg, J.E. 2007. Postharvest decay management for stone fruit crops in California using the "reduced-risk" fungicides fludioxonil and fenhexamid. *Plant Dis.*, 91: 209-215.
- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). 2011.
- <http://www.frac.info/frac/publication/anhang/monograph3.pdf> [03/04/11].

- Garrán, S.M. 1996. Enfermedades durante la postcosecha. En: Manual para productores de naranjas y mandarinas de la región del río Uruguay. INTA. Cap. 12: 173-240.
- Garrán, S.M., Meier, G. 2004. Control de alteraciones de poscosecha en naranjas de ombligo de maduración temprana. *Todo Citrus*, 26:13-21.
- Garrán, S. M.; Montangie, G.; Mika, R. 2001. La resistencia de los hongos a las enfermedades, Un tema central en la estrategia del control químico e integrado. *IDIA XXI*. 1:36-38.
- Geréz, C.L.; Carbajo, M.S.; Rollan, G.; Torres Leal, G.J.; Font de Valdez, G. 2007. Bacterias lácticas antifúngicas: una alternativa biotecnológica para el control de enfermedades de poscosecha en cítricos. En: Libro de Resúmenes XI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires. p.33.
- Geréz, C.L.; Carbajo, M.S.; Rollan, G.; Font de Valdez, G., Torres Leal, G.J. 2008. Evaluation of the biofungicides effects of lactic acid bacteria against *Penicillium digitatum*. En: Proc. Int. Soc. Citriculture, XI Congr., Wuhan, China. p.1271.
- Geréz, C.L.; Carbajo, M.S.; Rollan, G.; Torres Leal, G.J.; Font de Valdez, G. 2010. Evaluation 2010. Inhibition of citrus fungal pathogens by using lactic acid bacteria. *J. of Food Sci.*, 75:354-359.
- Giayetto, A.; Vera, D.; Rossini, M., 2007. Identificación mediante PCR (Polymerase Chain Reaction) de especies de *Monilinia* aisladas de *Prunus* spp. en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Fitopatología. Cancún, Quintana Roo, México.
- Harvey, J.M. 1978. Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. *Annual Review of Phytopathol.*, 16: 321-341.
- Heredia, A.M., Vázquez, D.E., Bello, F., Almirón, N. 2010. Influencia del tratamiento con bromuro de metilo para el control de mosca de los frutos en la calidad de frutos de arándanos cultivados en Concordia. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p.135.
- Heredia, A.M., Alves, P., Pérez, E. 2011a. Microflora en frutos de arándanos para exportación en el área de influencia del río Uruguay. En: Libro de Resúmenes 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 117.
- Heredia, A.M., Vázquez, D.E., Bello, F., Almirón, N. 2011b. Comportamiento de nuevas variedades de arándanos frente a pudriciones de poscosecha campañas 2009/10, Entre Ríos, Argentina. En: Libro de Resúmenes 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires. p.366.
- Herrera, E. A. 2004. Manejo de Huertas de Nopal. New Mexico State University Cooperative Extensión Service, México, 183-267.
- Hodson, A.; Mills, P.R.; Brown, A.E. 1993. Ribosomal and mitochondrial DNA polymorphisms in *Colletotrichum gloeosporoides* isolated from tropical fruit. *Mycol. Res.* 97:329-335.
- Hong, C.X.; Michailides, T.J.; Holtz, B.A. 1998. Effects of wounding, inoculum density, and biological control agents on postharvest brown rot of stone fruits: *Plant Dis.*, 82(11):1210-1216.
- Hough, A. 1970. Control of green mold by orchard sanitation. *S. Afr. Citrus J.* 442:11, 13,15.
- Huang, L. H.; Hanlin R. T. 1975. Fungi occurring in freshly harvested and in-market pecans. *Mycologia*, 67: 689-700.
- Janisiewicz, W. 1996. Ecological diversity, niche overlap, and coexistence of antagonists used in developing mixtures for biocontrol of postharvest diseases of apples. *Phytopathol.*, 86: 473-479.
- Janisiewicz, W.; Korsten, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 40, 411-441.
- Janisiewicz, W.; Peterson, D.; Yoder, K.; Miller, S. 2005. Experimental bin drenching system for testing biocontrol agents to control postharvest decay of apples. *Plant Dis.*, 89: 487-490.
- Jemric, T.; Ivic, D.; Fruk, G.; Matijas, H. S.; Cvjetkovic, B.; Matko Bupic, M.; Pavkovic, B. 2011. Reduction of postharvest decay of peach and nectarine caused by *Monilinia laxa* using hot water dipping. *Food and Bioprocess Technol.*, 4:149-154.
- Karabulut, O.A.; Baykal, N. 2004. Integrated control of postharvest diseases of peaches with a yeast antagonist, hot water and modified atmosphere packaging. *Crop Prot.*, 23:431-435.
- Kato, T. 1994. Negative cross-resistance activity of MDPC and diethofencarb against benzimidazole-resistant fungi. En: *Fungicide Resistance in North America*. Delp, C.J., ed. Cap. 14: 40.
- Kelman, A. 1989. Introduction: The importance of research on the control of postharvest diseases of perishable food crops. *Phytopathol.*, 79:1374.
- Kim, J.J.; Ben Yehoshua, S.; Shapiro, B.; Henis, Y.; Carmeli, S. 1991. Accumulation of scoparone in heat-treated lemon fruit inoculated with *Penicillium digitatum* Sacc. *Plant Physiol.*, 97:880-885.
- Kupferman, E. 1986. Control of major postharvest apple diseases. *Post Harvest Pomology Newsletter*, 4: <http://www.postharvest.tfrec.wsu.edu/pg> [15/11/2010].
- Laborem, G.; Rangel, L.; Espinoza, M. 1999. Manejo postcosecha del banano. FONAIAP N° 61. Maracay, Venezuela.

- Lanza, G. 1997. Control del "moho verde" (*Penicillium digitatum*) mediante curación ("curing") a alta temperatura. Últimos ensayos en Italia. *Phytoma*, 90: 95-99.
- Larena, I.; De Cal., A.; Melgarejo, P. 2007. Effects of stabilizers on shelf-life of *Epicoccum nigrum* formulations and their relationship with biocontrol of postharvest brown rot by *Monilinia* of peaches. *J. Appl. Microbiol.*, 102(2):570-82.
- Larre, M.A. 2010. Determinación de hongos alterantes de nueces de pecán de producción nacional. Tesis de Magister en Bromatología y Tecnología de la Industrialización de los Alimentos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Larrigaudiere, C.; Pons, J.; Torres, R.; Usall, J. 2002. Storage performance of Clementines treated with hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate dips. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 77(3):314-319.
- Llomtop, J.A. 2008. Eficiencia de fungicida de BC 1000 líquido (extracto de pulpa y semilla de toronja + bioflavonoides) sobre el control de la pudrición de corona en el cultivo de banano orgánico (*Musa sp.*) en post-cosecha. *Chemie Peruana Sac. Región Piura*.
- López Cabrera, J.J.; Marrero Domínguez, A. 1998. Uso de inmersiones en agua caliente para controlar la incidencia de la podredumbre de corona en el banano. *Memorias del Primer Simposio Internacional sobre Bananos en los Subtrópicos*. Puerto de la Cruz, Tenerife, España. Galán Saúco, V., ed. Leuven (BEL). 563-569.
- Lukezic, F.L.; Kaiser, W.J.; Martínez, M.M. 1967. The incidence of the crown rot of boxed bananas in relation to microbial populations of the crown. *Can. J. Botany*, 45:413-421.
- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. and Technol.*, 14:257-269.
- Ma. Z.; Michailides T. J. 2005. Advance in understanding molecular mechanisms of fungicide resistant genotypes in phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 24, 853-863.
- Madrigal, C.; Pascual, S.; Melgarejo, P. 1994. Biological control of peach twig blight (*Monilinia laxa*) with *Epicoccum nigrum*. *Plant Pathol.*, 43(3):554-561.
- Magdalena, J.; Fernández, D.; Di Prinzio, A.; Behmer, S. 2010. Pasado y presente de la aplicación de agroquímicos en agricultura. *Tecnología de aplicación de agroquímicos*. CYTED. Red "PULSO" (107RT0319). Cap. 1:17-25.
- Mangione, J.L. 1990. Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles: Manual para el mejoramiento del manejo de frutas y hortalizas. FAO. <http://www.fao.org/docrep/htm> [23/08/2011]
- Mari, M.; Casalini, L.; Baraldi, E.; Bertolini, P.; Pratella, G. C. 2003. Susceptibility of apricot and peach fruit to *Monilinia laxa* during phenological stages. *Postharvest Biol. and Technol.*, 30(1):105-109.
- Martinengo, I. 1994. Las enfermedades que afectan a durazneros y nectarinas en la zona de San Pedro. *Curso Frutales de Carozo para Zonas Templado Húmedas*. EEA INTA San Pedro. San Pedro, Buenos Aires.
- Martinengo, I. 1998. Control biológico del moho verde de los citrus (*Penicillium digitatum*) y de la podredumbre morena del durazno (*Monilinia fructicola*) con *Bacillus subtilis*. En: *Actas de resúmenes 1er. Congreso Argentino de control biológico de enfermedades de las plantas*. Fac. Agron. - Fac. Cs. Exactas y Nat. UBA - Inst. Microbiol. y Zool. Agr. INTA. Buenos Aires, p. 18.
- Martinengo, I.; Garfi, P. 1999. Podredumbres de poscosecha de duraznos y nectarinas en San Pedro (Prov. De Bs. As.). En: *X Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Jujuy.
- May de Mio, L. L.; Garrido, L.; Ueno, B. 2004. Doenças de fruteiras de caroço. En: Monteiro, L. B.; May de Mio, L. L.; Monte Serrat, B.; Motta, A. C y Cuquel, F. L. *Fruteiras de caroço. Uma visão ecológica*. UFPR. Departamento de Fitotecnia e Fitosanitarismo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Cap. 10:169-178.
- Masiá, G.; Cid, R. 2010. Las boquillas de pulverización. *Tecnología de aplicación de agroquímicos*. CYTED. Red "PULSO" (107RT0319). Cap. 6:77-87.
- Meier, G.E. 2005. Sales de sodio como alternativas a los fungicidas tradicionales para el control de moho verde y moho azul. En: *Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos*. Vázquez, D. E.; Meier, G. E. y Cocco, M. Ediciones INTA. p. 108-110.
- Meier, G.E., Cocco, M. 2008. *Prácticas recomendadas para la cosecha y postcosecha de frutos cítricos*. Serie de Extensión N° 2. Ediciones INTA. 16 pp.
- Meier, G.E.; Vallejos, E.; Vázquez, D.E.; Cocco, M. 2004a. Optimización del tratamiento con agua caliente para el control del moho verde en naranjas. En: *CD Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, Córdoba.
- Meier, G.E.; Ponte, E.; Vázquez, D.E. 2004b. Contenido de acetaldehído y etanol en naranjas y mandarinas durante la postcosecha. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 33 (1):135-150.
- Meier, G.E.; Cocco, M.; Vázquez, D.E. 2008. Desverdizado de frutos cítricos. Experiencias en naranjas y mandarinas. Serie de Extensión N° 3. Ediciones INTA. 26 pp.

- Meier, G.; Cocco, M.; Bacigalupo, R. 2010. Análisis económico de alternativas al uso de fungicidas en cítricos para el control de *Penicillium digitatum* Sacc. En: Libro de Resúmenes VI Congreso Argentino de Citricultura, San Miguel de Tucumán. p. 114.
- Mitidieri, M. 2003. Enfermedades del duraznero. http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/prv/mm_010.htm. [27/03/2012].
- Mitidieri, M. 2012. Enfermedades que afectan al duraznero en la Región Pampeana. En: Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Eds. Valentini, G.; González, J. y Gordó, M. INTA EEA San Pedro. Ediciones INTA. 250 pp.
- Mitidieri, M., Constantino, A., Brambilla, M. V., Gabilondo, J., Parra, G., Bimboni, G., Piris, E., Piris, M.; Verón, R. 2005. The effect of different early-season sprays on blossom blight incidence and yield at peach orchards of San Pedro (Bs. As.). VI International Peach Symposium, Santiago de Chile. Abstracts.
- Mitidieri, M.; Brambilla, V.; Saliva, V.; Piris, E.; Miranda, A.; Mancuso, N.; Valenzuela, A. 2008. Un nuevo principio activo en el control de enfermedades postcosecha en duraznero. En: Libro de Resúmenes 1º Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. p. 255.
- Mitidieri, M.; Barbieri, M.; Brambilla, V.; Peralta, R.; Piris, E.; Piris, M.; Arpia, E.; Celié, R.; Ferrara, R.; Verón, R.; Muriel, J.; Valenzuela, A. 2010. Control de enfermedades de postcosecha en duraznero: evaluación de un nuevo principio activo. En: Libro de Resúmenes XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p. 172.
- Mitidieri, M.; Barbieri, M.; Brambilla, V.; Peralta, R.; Piris, E.; Piris, M.; Celié, R.; Arpia, E.; Verón, R. 2011. Evaluación de dos cepas comerciales de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* como biocontroladores de *Monilinia fructicola* en la zona de San Pedro. En: Libro de Resúmenes 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 315.
- Mitidieri, M. S.; Brambilla, V.; Barbieri, M.; Constantino, A.; Peralta, R.; Piris, E.; Celié, R.; Arpia, E.; Barbosa, R.; Vera, J.; Verón, R. 2012. Evaluación de combinaciones de tratamientos con fungicidas y *Trichoderma spp.* para el control de enfermedades de postcosecha en duraznero. XXXV Congreso Argentino de Horticultura, Corrientes.
- Mondino, P.; Di Masi, S.; Falconí, C.; Montealegre, J.; Henríquez, J.; Nunes, C.; Salazar, M.; Stadnik, M.; Vero, S.; Usall, J. 2009. Manual de identificación de enfermedades de manzana en poscosecha. Proyecto CYTED 106AC0302 "Desarrollo de tecnologías para manejo integrado (MI) de enfermedades del manzano". 67 pp.
- Muller, I. 2005. Investigaciones en poscosecha en INIA Salto Grande. Evaluación de nuevos fungicidas. En: Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos. Vázquez, D. E.; Meier, G. E. y Cocco, M. Ediciones INTA. Argentina. 84-88.
- Northover, J.; Zhou, T. 2002. Control of rhizopus rot of peaches with postharvest treatments of tebuconazole, fludioxonil, and *Pseudomonas syringae*. Can. J. Plant. Pathol., 24: 144-153.
- Nunes, C. 2001. Control biológico de las principales enfermedades fúngicas en poscosecha de fruta de pepita, mediante el uso de *Candida sake* (CPA-1) y *Pantoea agglomerans* (CPA-2). Tesis Doctoral. Universidad de Lleida. 102 pp.
- OEPP/EPPA Normes. 2003. Diagnostic protocols for regulated pests. Bulletin 33:245-247.
- Ogawa, J. M.; Zehr, E. I.; Biggs, A. R. 1995. Brown Rot. En: Compendium of Stone Fruit Diseases. Part 1. Infectious Diseases. Ogawa, J., Zehr, E., Bird, G., Ritchie, D., Uriu, K. y Uyemoto, J., eds. APS Press. p. 7-10.
- Oriolani, E.; Rodríguez Romera, M.; Combina, M. 2008. Determinación de la agresividad de las levaduras que producen la podredumbre ácida de los racimos de la vid en Mendoza y San Juan, Argentina. En: Libro de Resúmenes XXXI Congreso Argentino de Horticultura, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 235.
- Oriolani, E.; Rodríguez Romera, M.; Combina, M. 2009. Complejo parasitario de la podredumbre ácida de los racimos de la vid, en Mendoza y San Juan, Argentina. En: Libro de Resúmenes XV Congreso Latinoamericano y XVIII Congreso Chileno de Fitopatología.
- Ortuño, A.; Botía, J.M.; Fuster, M.D.; Porras, I.; García-Lidón, A.; Del Río, J.A. 1997. Effect of scoparone (6,7-dimethoxycoumarin) biosynthesis on the resistance of tangelo Nova, *Citrus paradisi*, and *Citrus aurantium* fruits against *Phytophthora parasitica*. J. Agric. Food Chem., 45, 2740-2743.
- Palou, L. 2002. Avaluació de sistemes alternatius als fungicides sintètics per al control de les podridures verda i blava en postcollita de cítrics. Tesis doctoral. Universitat de Lleida. Lerida, España.
- Palou, L. 2007. Evaluación de alternativas para el tratamiento antifúngico en poscosecha de cítricos de Producción Integrada. Revista Horticultura, 82:93.
- Palou, L.; Usall, J.; Cerdà, M. C.; Viñas, I. 1997. Control of *Penicillium digitatum* Sacc. en post-recolección de cítricos mediante baños de bicarbonato sódico. Phytoma, 90: 195-196.
- Palou, L.; Usall, J.; Aguilar, M.J.; Pons, J.; Viñas, I. 1999. Control de la podredumbre verde de los cítricos mediante baños con agua caliente y carbonatos sódicos. Levante Agrícola, 412-414, 416-417, 419-421.

- Palou, L.; Smilanick, J. L.; Usall, J.; 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. *Postharvest Biol. and Technol.*, 24: 93-96.
- Palou, L.; Smilanick, J.L.; Droby, S. 2008. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. *Stewart Postharvest Review* 2:2. 16 pp.
- Palou L.; Smilanick, J.L.; Crisosto, C.H. 2009. Evaluation of food additives as alternative or complementary chemicals to conventional fungicides for the control of major postharvest diseases of stone fruit. *J. Food Prot.*, 72(5):1037-46.
- Pelser, P. 1975. Recommendations for the control of postharvest decay of citrus fruit. S. Afr. Coop. Citrus Exch. Ltd., Pretoria. 12 pp.
- Piccoli, A.B.; Acuña, L.E.; Agostini, J.P.; Martínez, G.C. 2010. Inductores de resistencia en el control de mancha marrón (*Alternaria alternata*) en lotes comerciales de híbridos de mandarinas en la provincia de Misiones. En Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe.p.170.
- Plaza, P.; Usall, J.; Torres, R.; Lamarca, N.; Asensio, A.; Viñas, I. 2003. Control of green and blue mould by curing on oranges during ambient and cold storage. *Postharvest Biol. and Technol.*, 28:195-198.
- Plaza, P.; Sanbruno, A.; Usall, J.; Lamarca, N.; Torres, R.; Pons, J.; Viñas, I. 2004. Integration of curing treatments with de-greening to control the main postharvest diseases of Clementine mandarins. *Postharvest Biol. and Technol.*, 34: 29-37.
- Ploetz, R.C.; Zentmyer, G.A.; Nishijima, W.T.; Rohrbach, K.G.; Ohr, H.D. 1994. Compendium of tropical fruit diseases. APS Press, USA.
- Prusky, D., Keen, N.T.; Eaks, I. 1983. Further evidence for the involvement of a preformed antifungal compound in the latency of *Colletotrichum gloeosporioides* on unripe fruits. *Physiological Plant Pathology*, 22:189-198.
- Prusky, D.; Karni, L.; Kobiler I.; Plumbly, R. A. 1990. Induction of the antifungal diene in unripe avocado fruits: effect of inoculation with *Colletotrichum gloeosporioides*. *Physical and Molecular Plant Pathology*, 37: 425-435.
- Quiroga, E.N.; Sampietro, A.R.; Vattuone, M.A. 2001. Screening antifungal activities of selected medicinal plants. *J. of Ethnopharmacology*, 74:89-96.
- Ragone, M.E. 1999. Niveles de contaminación fúngica en galpones de empaque de exportación de frutas cítricas de la región de Concordia. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina.
- Ramallo, N.; Torres Leal, G.J. 1996. Primer registro en Tucumán de un nuevo patógeno de frutas cítricas en postcosecha: *Penicillium ulaiense*. *Avance Agroindustrial*. Año 17, N° 67. p. 13.
- Ramallo, J.; Sepúlveda Tusek, M.; Campo, S.; Foguet, J.L. 2011. Sintomatología, inoculación asistida y factores que favorecen la podredumbre del pedúnculo en frutos de limonero (*Citrus limon*). En: Libro de Resúmenes 2do Congreso Argentino de Fitopatología, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 334.
- Riveros Angarita, A.S. 2001. Moléculas activadoras de la inducción de resistencia, incorporadas en programas de agricultura sostenible. *Manejo Integrado de Plagas* N° 61 p. 4-11.
- Roger Amat, S. 1991. Defectos y alteraciones de los frutos cítricos en su comercialización. 2 ed. Lit Nicolau. 150 pp.
- Rodov, V.; Ben-Yehoshua, S.; Kim, J.J.; Shapiro, B.; Ittah, Y. 1992. Ultraviolet illumination induces scoparone production in kumquat and orange fruit and improves decay resistance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117 (5):788-792.
- Rodríguez Romera, M. C.; Combina, M.; Oriolani, E. J. A. 2011a. Complejo parasitario de la podredumbre ácida de los racimos de la vid, en Mendoza y San Juan, Argentina.
En: 1er Simposio Argentino de Viticultura y Enología, Mendoza. p.140.
- Rodríguez Romera, M.; D'Innocenzo S; Oriolani, E. J. A. 2011b. Diagnostico y cuantificación de patógenos en uva de mesa durante la poscosecha. En Libro de Resúmenes VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Poscosecha, Mendoza, Argentina. p 30.
- Rosenberger, D.A. 1990. Blue mold. En: Compendium of Apple and Pear Diseases. Jones, A.L., Aldwinckle, H.S., eds. APS Press, St. Paul, MN. p. 54-55.
- Rosenberg, D.A. 2010. Low-volume prestorage drenching is attractive. *Revista Good Fruit Grower*, Octubre 2010.
- Rossini, M. 2008. Conferencia: enfermedades de los frutales de carozo y pepita en Argentina. Primer Congreso Argentino de Fitopatología.

- Rossini, M. 2011. Ensayo de eficacia agronómica y fitotoxicidad para el control de *podredumbres de duraznos* en Río Negro con SONATA® (QST 2808). Informe técnico. Biblioteca EEA Alto Valle – INTA.
- Rossini, M.; Giayetto, A.; Pagella, E. 2007. "Monilinia Un problema para la exportación de frutas de carozo argentinas". Fruticultura & Diversificación N° 54:20-25.
- Sanzani, S. M.; Schena, L.; De Girolamo, A.; Ippolito, A.; Gonzalez-Candelas, L. 2010. Characterization of genes associated with induced resistance against *Penicillium expansum* in apple fruit treated with quercetin. Postharvest Biol. and Technol., 56:1–11.
- Salgado de Morais, 2009. Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário. En: Controle biológico de doença de plantas. Bettioli, W. y Morandi, M. A. B., eds. Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura da Embrapa, Brasília, DF. 337pp.
- Sastre, F. 1969. El Tiabendazol como antimoho para la fruta cítrica. INTA, Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. Centro Regional Entrerriano. Estación Experimental Agropecuaria Concordia. Serie Técnica N° 32.
- Schirra, M.; D'hallewin, G.; Ben-Yehoshua, S.; Fallik, E. 2000. Host-patogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biol. and Technol., 21:71-85.
- Schirra, M.; Cabras, P.; Angioni, A.; D'hallewin, G.; Pala, M. 2002. Residue uptake and storage responses of Tarocco blood oranges after preharvest thiabendazole spray and postharvest heat treatment. J. Agric. Food Chem., 50 (8):2293-2296.
- Schirra, M.; D'Aquino, S.; Palma, A.; Angioni, A.; Cabras, P. 2008. Factors affecting the synergy of Thiabendazole, Sodium bicarbonate, and heat to control postharvest green mold of citrus fruit. J. Agric. Food Chem., 56:10793-10798.
- SENASA 2010. Resolución N° 934. www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1447&io=15900. [03/04/2012]
- Sharma, R.R.; Singh, D.; Singh, R. 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. Biol. Control. 50, 205-221.
- Sisler, H. D. 1994. Fungicidal action and fungal resistance mechanisms. En: Fungicide Resistance in North America. Delp, C.J., ed. Cap. 3: 6-8.
- Smilanick, J.L.; Mackey, B.E.; Usall, J.; Margosan, D. A. 1997. 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.; Michael, I.F. 1999. Control of citrus green mold by carbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. Plant Dis., 83 (2):139-145.
- Smilanick, J.L.; Mansour, M.F.; Margosan, D.A.; Mlikota Gabler, F.; Goodwine, W.R. 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.; Brown, G.E.; Eckert, J. 2006. Postharvest citrus diseases and their control. En: Fresh Citrus Fruits. 2 ed. Florida Science Source, Inc. Longboat Key, Florida. 339 pp.
- Smilanick, J.L.; Bylemans, D.; Torres Leal, G.J.; Lesar, K.. 2008. Pyrimethanil a new fungicide for the control of postharvest decay of citrus fruit. En: Proc. Int. Soc. Citriculture, XI Congr., Wuhan, China. p. 1296.
- Sommer, N.F. 1985. Strategies for control of postharvest diseases of selected commodities. En: Postharvest technology of horticultural crops. University of California, 83-99.
- Snowdon, A.L. 1990. A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables Vol. 1: General introduction and fruits. Wolfe Scientific Publications, London, UK. 302 pp.
- Soto Ballesteros, M. 1992. Bananos: Cultivo y Comercialización. 2 ed. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta Lil, 674 pp.
- Spadaro, D.; Gullino, M.L. 2004. State of the art and future prospects of the biological control of postharvest fruit diseases. Int. J. of Food Microbiol., 91:185-194.
- Stein, B.E.; Torres Leal, G.J. 1990. CITRUS: Control y prevención de enfermedades en postcosecha. Avance Agroindustrial N° 41. p. 19.
- Sugar, D. 1994. Reducing postharvest decay in pears through integrated management. Proceeding of Washington Tree Fruit Postharvest Conference, 10: 60.
- Swart, A.E.; Lennox, C.L.; Holz, G. 1995. Infection of table grape bunches by *Alternaria alternata*. S. Afr. J. Enol. Vitiv. 16, 3-6
- Teixidó, N.; Usall, J.; Nunes, C.; Palou, L.; Viñas, I. 2000. Biological control of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruits with *Pantoea agglomerans* (CPA-2). En: Proc. Int. Soc. Citriculture, IX Congr., Orlando, Florida. 2,1134-1135.

- Teixidó, N.; Usall, J.; Palou, L.; Asensio, A.; Nunes, C.; Viñas, I. 2001. Improving control of green and blue molds of oranges by combining *Pantoea agglomerans* (CPA-2) and sodium bicarbonate. *Eur. J. Plant Pathol.*, 107:685-694.
- Teviotdale, B. L.; Michaelides, T. J.; Pscheidt, J. W. (eds.). 2002. Compendium of Nut Crop Diseases in Temperate Zones. The American Phytopathological Society, USA. 89 pp.
- Tian, S.P. 2007. Management of postharvest diseases in stone and pome fruits crops. *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management*. A. Ciancio & K. G. Mukerji, eds. p. 131-147.
- Tian, S.P.; Bertolini, P. 1999. Effect of temperature during conidial formation of *Monilinia laxa* on conidial size, germination and infection of stored nectarines. *J. Phytopathol.*, 147:635-641.
- Torres, R.; Plaza, P.; Usall, J.; Lamarca, N.; Asensio, A.; Viñas, I. 2002. Efecto del curado sobre el control de las principales podredumbres en postcosecha de cítricos. *Nutri-Fitos*: 117-122.
- Torres, R.; Nunes, C.; García, J.; Abadias, I.; Viñas, I.; Manso, T.; Olmo, M.; Usall, J. 2007. Application of *Pantoea agglomerans* CPA-2 in combination with heated sodium bicarbonate solutions to control the major postharvest diseases affecting citrus fruit at several Mediterranean locations. *Eur. J. Plant Pathol.* 118, 73-83.
- Torres Leal, G.J. 1996. Tecnología de postcosecha. Manual de producción de limón. Serie A N° 2 INTA. 195 pp.
- Torres Leal, G. J. 2001. Citrus: prevención y control de enfermedades en poscosecha. Asociación Tucumana del Citrus. Noticiero Trimestral N° 51, mayo 2001. p.12.
- Torres Leal, G.J. 2005. Manejo de postcosecha de limones y limas ácidas en el noroeste de Argentina. En: *Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos*. Vázquez, D.E.; Meier, G.E. y Cocco, M. Ediciones INTA. p. 79-83.
- Torres Leal, G.J. 2010. Curso de Capacitación de Profesionales de la Republica Bolivariana de Venezuela. EEA INTA Fa-maillá, julio de 2010.
- Torres Leal, G.J.; Ramallo, N. 1996. Behaviour of *Geotrichum candidum* in different citrus areas of Tucuman Province, Argentina. En: *Proc.Int. Soc. Citriculture, VIII Cong.*, Sun City, Sudáfrica. p. 1178.
- Torres Leal, G.J.; Fogliata, G.M.; Ploper, L.D. 2000. Detection of imazalil-resistant strains of *Penicillium digitatum* Sacc. in citrus packinghouses of Tucuman Province, Argentina. En: *Proc. Int. Soc. Citriculture, IX Cong.*, Orlando, Florida. p. 1041.
- Torres Leal, G.J.; Velázquez, P.D.; Paz, A.E.; Farías, M.F. 2008. Control of *Penicillium digitatum* (green mold) by sodium bicarbonate in lemon fruit in Tucuman (Argentina). En: *Proc. Int. Soc. Citriculture, XI Congr.*, Wuhan, China. p. 1369.
- Torres Leal, G.J.; Velázquez, P.D.; Carbajo, M.S.; Farías, M.F. 2011. Tecnologías de aplicación de fitosanitarios en líneas de empaque. En: *Libro de Resúmenes VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha*, Mendoza, Argentina. p. 16.
- Tripathi, P.; Shulka, A.K. 2007. Emerging non-conventional technologies for control of post harvest diseases of perishables. *Fresh Produce*, 1:111-120.
- Tuset J.A. 1987. Podredumbres de los frutos cítricos. Generalitat Valenciana. Valencia, España. 206 pp.
- Tuset, J.A. 1999. Perspectivas del control de las podredumbres en la postcosecha de cítricos. *Levante Agrícola*, 348:272-280.
- Usall, J.; Plaza, P.; Palou, L.; Torres, R.; Teixidó, N.; Abadias, M.; Smilanick, J.; Viñas, I. 2005. Investigaciones en el IRTA sobre alternativas a los fungicidas para el control de podredumbres en postcosecha de cítricos. En: *Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos*. Vázquez, D.E.; Meier, G.E. y Cocco, M. Ediciones INTA. 89-95.
- Usall, J.; Smilanick, J.; Palou, L.; Denis-Arrue, N.; Teixidó, N.; Torres, R.; Viñas, I. 2008. Preventive and curative activity of combined treatments of sodium carbonates and *Pantoea agglomerans* CPA-2 to control postharvest green mold of citrus fruit. *Postharvest Biol. and Technol.*, 50:1-7.
- Van Loon, L.; Dijkstra, J. 1976. Virus-specific expression of systemic acquired resistance in tobacco mosaic virus- and tobacco necrosis virus-infected 'Samsun NN' and 'Samsun' tobacco. *Eur. J. Plant Pathol.*, 82(6):231- 237.
- Vázquez, D.E.; Ragone, M.; Garrán, S. 1995. Factores que afectan la calidad de los frutos cítricos. Informe técnico de la Estación Experimental Agropecuaria Concordia del INTA. 14 pp.
- Vázquez, D.E.; Meier, G.E.; Cocco, M. 2005. Evaluación de la combinación de alternativas a fungicidas tradicionales en postcosecha de cítricos. XXII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Gral. Roca, Río Negro, Argentina. p. 128.
- Vázquez, D.E.; Heredia, A.M.; Almirón, N.; Bello, F. 2010. Comportamiento postcosecha de nuevas variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L) cultivadas en Entre Ríos. En: *Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura*, Rosario, Santa Fe. p.136.

Vázquez, D.E.; Bello, F.; Cocco, M.; Meier, G.E.; Almirón. 2011. Control del moho verde en postcosecha de kumquats con tratamientos alternativos a los fungicidas de síntesis. En: Libro de Resúmenes VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha, Mendoza, Argentina. p. 37-42.

Velázquez, P.D.; Farías, M.F. 2009. Comportamiento de variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) frente a podredumbres de poscosecha en almacenamiento a baja temperatura. En: Libro de Resúmenes XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Las Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. Resumen E 106.

Velázquez, P.D.; Torres Leal, G.J.; Farías, M.F.; Lassalle, E.L. 2008. Comportamiento de variedades de arándano frente a podredumbres de frutos en poscosecha y su relación con la firmeza de la epidermis. En: Libro de Resúmenes del 1º Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. Resumen HM-34. p. 220.

Velázquez, P.D.; Farías, M.F.; Avila, A.E.; Torres Leal, G.J. 2009. Incidencia de la podredumbre causada por *Alternaria tenuissima* en variedades de arándano cosechadas en diferentes momentos en el área de Monteros (Tucumán). En: Libro de Resúmenes XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Las Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. Resumen E 107.

Velázquez, P.D.; Carbajo, M.S.; Farías, M.F.; Torres Leal, G.J. 2010a. Comportamiento de seis variedades de arándano frente a la podredumbre de poscosecha causada por *Alternaria tenuissima*, en los departamentos Monteros y Chicligasta (Tucumán). En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. Resumen F-P 026. p. 141.

Velázquez, P.D.; Farías, M.F.; Carbajo, M.S.; Torres Leal, G.J. 2010b. Eficacia de los fungicidas azoxistrobin y fluodioxinil en el control curativo de "moho verde" causado por *Penicillium digitatum* en frutos de limón. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p.142.

Vera, D.; Giayetto, A.; Rossini, M. 2008. Método rápido para la identificación específica de *Monilia* spp. En: Libro de Resúmenes 1º Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. p. 104.

Vero, S.; Garmendia, G.; Alborés, S.; Di Masi, S. 2009. Resistencia fungicidas en la producción de manzana. En: Manejo integrado de doenças de macieira. Ed Marciel J. Stadnik. Florianópolis. 229 pp.

Viñas, I. 1990. Principios básicos de la patología de poscosecha. FRUT 5: 285-292. En Tesis Doctoral "Control biológico de las principales enfermedades fúngicas en poscosecha de fruta de pepita, mediante el uso de *Candida sake* (CPA-1) y *Pantoea agglomerans* (CPA-2)", presentada por Nunes, C. 2001.

Viñas, I.; Usall, J.; Teixidó, N.; Sanchis, V. 1998. Biological control of major postharvest pathogens on apple with *Candida sake*. Int. J. Food Microbiol., 40:9-16.

Viñas, I.; Teixidó, N.; Abadías, M.; Torres, R.; Usall, J. 2006. Alternativas a los fungicidas de síntesis en el control de las enfermedades de postcosecha de frutas. En: Actas Simposio de Postcosecha, Orihuela, Alicante, España, p. 363-373.

Witting, H.P.P.; Johnson, K.B.; Pscheidt, J.W. 1997. Effect of epiphytic fungi on brown rot blossomblight and latent infections in sweet cherry. Plant Dis., 81(4):383-387.

Xu, X.M.; Berrie, A.M. 2005. Epidemiology of mycotoxigenic fungi associated with *Fusarium* ear blight and apple blue mould: a review. Food Add. Contam., [http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713599661~db=all~tab=issues~list~branches=22 - v2222:290-301](http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713599661~db=all~tab=issues~list~branches=22~v2222:290-301).

Ziaurriz, S.A. 2011. Evaluación de la efectividad de métodos alternativos al control químico para la reducción de patologías en poscosecha de frutas de pepita. Tesis de Grado. General Roca- Río Negro- Argentina. 114 pp.



El Manual de Poscosecha de Frutas contempla la entrega por fascículos atendiendo a temáticas generales, que incluyen información de múltiples subcadenas vinculadas a un eje disciplinario, y también por fascículos que tienen como eje a una subcadena o grupo de subcadenas afines (i.e. Frutas Cítricas, Frutas de Pepita, etc.). Esta primera entrega está dirigida a una temática general, como es el Manejo Integrado de Enfermedades de Poscosecha de Frutas.

Después de la cosecha los frutos frescos son susceptibles de ser atacados por patógenos saprófitos o parásitos, debido a su alto contenido en agua y nutrientes y porque han perdido la mayor parte de la resistencia intrínseca que los protege durante su desarrollo en el árbol. Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha representan actualmente uno de los principales problemas de la fruticultura mundial. En este fascículo se describen las principales enfermedades de poscosecha de frutas (cítricos, frutas de pepita, de carozo, uva de mesa, banana, mango y otras frutas tropicales, arándanos y nuez pecán), incluyendo los procesos de infección y sus condiciones predisponentes. Además se mencionan los funguicidas de síntesis autorizados para su control, las tecnologías de aplicación de estos productos, los problemas de resistencia generados de su uso y las formas de evitarlas. Por último se tratan otros métodos de control de patógenos como ser biológicos, físicos, químicos con sustancias alternativas, inductores de resistencia y su combinación en estrategias de manejo integrado.

ISBN 978-987-8333-12-0



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación