

Tratamientos de post-cosecha de frutos de pepita

J. GARCÍA DE OTAZO

Se estudia la problemática planteada durante la conservación frigorífica de peras y manzanas por las enfermedades y alteraciones fisiológicas. En lo referente a las alteraciones fisiológicas, el escaldado (Scald) es la fisiopatía contra la que se puede luchar preventivamente mediante el tratamiento de antioxidantes y también con las nuevas técnicas de atmósfera controlada con reducción de etileno. Contra el Bitter-pit solo el cloruro de cal da resultado, aunque parcialmente satisfactorio.

En la prevención de las enfermedades de conservación se debe empezar por una buena desinfección de cámaras y envases, seguido por los tratamientos de post-cosecha.

Los fungicidas autorizados en post-cosecha son un número reducido, lo que viene agravado por la aparición de cepas resistentes de las enfermedades más importantes y por el hecho de las diferentes tolerancias en cuanto a residuos en diferentes países.

J. GARCÍA DE OTAZO. Servicio de Protección de los Vegetales, DARP. Avda. Rovira Roure, 177, 25006 Lérida.

Palabras clave: Frutos de pepita, tratamientos post-cosecha.

SITUACION ACTUAL DE POST-COSECHA DE FRUTOS DE PEPITA

La provincia de Lérida es el área más importante de España en cuanto a la producción de pera y manzana, ya que en ella se concentra el 33% de la producción total española de manzanas y el 39% de la producción total de pera.

La distribución varietal por especies es la siguiente:

— En manzanas: Golden Delicious, 12,6%; Starking Delicious, 36%; Belleza de Roma, 9,3%; Varias, 12,6%. La variedad más importante es la Golden Delicious, que ha ido aumentando con los años y no creemos que, a corto plazo, se invierta la tendencia.

— En peras: Limonera o Dr. Jules Guyot, 36,9%; Blanquilla, 32,8%; Ercolini, 4,9%; otras, 25,4%. En el grupo de otras se incluyen variedades como Buena Luisa, Passa Crassana, Williams, For de Invierno, Devoe, Max Red Barlett, etc.

Las producciones de peras y manzanas de mesa en los tres últimos años y las previsiones de cosecha para 1988 (en miles de toneladas) son las siguientes:

	1985	1986	1987	1988 (prev. julio)
<u>Peras</u>				
Lérida	239	111	221	217
Aragón	120	97	100	—
España	594	361	519	—
<u>Manzanas</u>				
Lérida	389	278	319	321
Aragón	129	151	140	—
España	988	828	971	—

(Fuentes: DARP y MAPA).

CAPACIDAD ACTUAL DE CONSERVACION

Actualmente existen en la provincia de Lérida 299 instalaciones frigoríficas censadas, con una capacidad total de 1.780.446 m.³, que se distribuyen de la siguiente manera:

Atmósfera normal ...	809.717 m. ³	45,48%
Atmósfera controlada.	970.729 m. ³	54,52%
Total	1.780.446 m. ³	100 %

Se ve que la atmósfera controlada es mayoritaria en su participación en el total del frío, aunque en conjunto creemos que las dos orientaciones están equilibradas.

PRINCIPALES PATOGENOS CAUSANTES DE PODREDUMBRES DURANTE LA CONSERVACION FRIGORIFICA

Durante la conservación frigorífica de peras y manzanas se producen mermas atribuibles a diferentes causas que podemos agrupar en tres apartados:

- Pérdida de peso por deshidratación: esta pérdida varía entre un 2 y un 8%.
- Pérdidas por diferentes enfermedades: en fruta tratada oscila entre un 0,25 y un 3%.
- Pérdidas debidas a fisiopatías: en conjunto, estas pérdidas suponen entre un 2 y un 3% globalmente.

Dejando aparte las pérdidas de peso por deshidratación que se deben evitar al máximo con una correcta manipulación de la fruta y de las condiciones de conservación, vamos a entrar en el segundo apartado.

PALAZÓN COLS (1984) establecieron una lista de agentes patógenos encontrados entre 1971 y 1984 en cámaras frigoríficas del valle medio del Ebro (Cuadro 1).

La relación podría ser alargada hasta la cifra de 41 especies, pero muchos de los patógenos encontrados lo son con carácter prácticamente anecdótico.

Las principales especies patógenas se pueden agrupar por su importancia en cuanto a las pérdidas por podredumbre que provocan; así, 14 especies agrupan en conjunto el 99% de las pérdidas, y de éstas hay una, el *P. expansum* que supone por sí sola el 70-80% de las pérdidas. El *P. expansum* es, pues, un patógeno constante en el tiempo y causante de daños graves.

El segundo grupo en importancia está constituido por patógenos generalizados, pero de aparición irregular; aquí, se incluirán los

Cuadro 1.—Inventario e importancia de especies criptogámicas causantes de podredumbres sobre fruta de pepita de cámara en el valle medio del Ebro. PALAZÓN & RODRÍGUEZ (1977-84).

Especie	Manzano	Peral
1. <i>Alternaria chartarum</i> Preuss.	+	+
2. <i>Alternaria tenuis</i> Nees.	++	++
3. <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	+	+
4. <i>Cladosporium herbarum</i> Ell. y Arth.	+	++
5. <i>Coniothyrium</i> sp.		+
6. <i>Fusarium lateritium</i> Ness. ...		+
7. <i>Fusarium roseum</i> var. <i>avenaceum</i> (Sacc.) Sn. y H.		+
8. <i>Fusicladium dentriticum</i> Fuck.	++	
9. <i>Fusicladium virecens</i> (Lib.) Fuck.		+
10. <i>Gloeosporium album</i> Osterw.	++	
11. <i>Gloeosporium perennans</i> * Zell y Childs		+
12. <i>Monilia fructigena</i> Pers.	+	+
13. <i>Monilia laxa</i> Enrenb.	+	+
14. <i>Penicillium expansum</i> Link.	+++	+++
15. <i>Peyrenollaea glomerata</i> (Corda) Goid.		+
16. <i>Phoma</i> sp.*	+	+
17. <i>Phytophthora cactorum</i> Schröet.	+	
18. <i>Rhizopus nigricans</i> Ehrh. ...	+	+
19. <i>Sphaeropsis malorum</i> Peck.		+
20. <i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	+	+
21. <i>Trichothecium roseum</i> Link.	+	

(*) = nueva cita.

+++ = muy importante.

++ = importancia media o variable.

+ = poco importante.

siguientes: *Alternaria tenuis*, *Rhizopus nigricans*, *Gloeosporium album*, *Monilia* sp. Este grupo de patógenos es responsable en conjunto del 10-15% de las pérdidas por podredumbres, y es de destacar el incremento que está tomando últimamente el *Rhizopus*. En el tercer y último grupo se incluyen los patógenos de aparición que, en determinadas circunstancias, pueden provocar daños graves. En conjunto este grupo es el responsable del 3-5% de las pérdidas. Aquí, se incluirían las siguientes especies: *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora syringae*, *Trichothecium roseum*, *Stemphylium botryosum*, *Fusicladium pirinum*, *Spilocaea pomi*.

LAS ALTERACIONES FISIOLÓGICAS O FISIOPATÍAS DURANTE LA CONSERVACION FRIGORIFICA

Las fisiopatías o alteraciones fisiológicas de carácter no parasitario que aparecen durante la conservación frigorífica de pera y manzana son muy variadas, y, en la mayoría de los casos, su aparición e importancia está directamente relacionada con la interacción de diversos factores de campo (abonado, riegos, estado de madurez, etc.) y de cámara, por lo que en muchos casos es extraordinariamente difícil establecer la causística que ha provocado su aparición.

Las principales alteraciones fisiológicas que se pueden observar en manzana son las siguientes:

Cuadro 2.—Principales fisiopatías en manzana.

Castellano	Inglés
Escaldado	(Scald)
Escaldado blando	(Soft Scald)
Manga amarga	(Bitter Pit)
Plana	(Leutecil blotch pit)
Vitrescencia (corazón vidrioso)	(Water core)
Congelación	(Freezing injury)
Enfermedad del frío	(Low temperature breakdown)
Textura harinosa	(Mealiness)
Mancha lenticelar	(Red spots)
Corazón marrón	(Brown core)
Corazón rosado	(Core flush)
Golpe de sol	(Sunscauld)
Mancha Jonathan	(Jonathan spot)
Carencia de boro (acorchado)	(Cork, Boro deficiency)

Cuadro 3.—Principales fisiopatías en pera.

Castellano	Inglés
Escaldado	(Scald)
Congelación	(Freezing injury)
Corazón pardo	(Pithy brown core)
Descomposición interna	(Core breakdown-Internal breakdown)
Oscuramiento interno de la Passa Crassana	
Daños por amoníaco. Mancha amarga	(Bitter pit)

MEDIOS DE LUCHA CONTRA LAS FISIOPATÍAS

Las únicas alteraciones fisiológicas que tienen un tratamiento preventivo, tanto en pera como en manzana, son el escaldado, mediante los tratamientos de post-recolección con antioxidantes y el bitter pit, mediante cloruro cálcico. El resto de las fisiopatías vienen condicionadas por los factores de campo (cultivo y recolección, siendo muy importante el estado de madurez de los frutos) y los de cámara, sobre todo en atmósfera controlada, y a que los niveles de O₂ y CO₂ y temperatura sean los adecuados para la variedad en cuestión.

De los factores de cámara, hoy en día, se tiene claro que es importante la reducción del *etileno* generado por los propios frutos o de otra procedencia, aunque la baja temperatura y la atmósfera controlada con concentración de CO₂ alta limitan la síntesis de etileno y, por tanto, de sus efectos.

La acumulación de etileno en las cámaras frigoríficas puede favorecer la aparición de las siguientes alteraciones fisiológicas: escaldado superficial, alteraciones de la senescencia, manchas en la piel, corazón pardo en pera y pulpa harinosa. En el cuadro 4, se da la capacidad de producción de *etileno* por parte de diferentes variedades de pera y manzana.

Cuadro 4.—Capacidad máxima de producción de etileno por diversos vegetales recolectados (según RYALL *et al.*, 1979; BIALE *et al.*, 1981; ABELES, 1973)

Fruto	T. °C	Producción etileno ml./kg.
MANZANA:		
Golden Delicious	25	35
Cox's Orange	3	41
PERA:		
Passa Crassana	25	8
Anjou	18	30
Williams	20	222

Actualmente diversos trabajos experimentales han demostrado que la reducción del etileno de las cámaras de conservación aporta

ventajas, tanto de cara a la prevención de las fisiopatías antes citadas, como a la calidad de los frutos.

Así GRAELL *et al.* (1987) demostró que mediante la instalación de un sistema de eliminación catalítica de etileno, en una cámara de atmósfera controlada donde se almacenaron manzanas Starking Delicious tratadas en campo con daminocida (Alar); al cabo de ocho meses de conservación, durante los cuales se mantuvo el nivel de etileno por debajo de 5-10 ppm, mostraban una diferencia de penetromía de 0,9-1,5 kg. con los frutos conservados en otra cámara de atmósfera controlada en la que no se eliminó el etileno.

Otras experiencias anteriores son las de LIU (1980) con manzanas McIntosh tratadas con daminozida, que mostraban mayor índice de penetromía si se conservaban en una atmósfera con nivel bajo de etileno (1 ppm), frente al testigo conservado en una atmósfera con nivel alto (10-100 ppm), y las realizadas en el *East Mallins Research Institute* donde se demostró que la reducción del etileno aumentaba la penetromía de la Bramley's Seedling y, lo que es más importante, reducía la incidencia del escaldado superficial, incluso en frutas no tratadas con DPA o etoxiquina, lo que desde el punto de vista legal (residuos) tiene un gran interés, ya que la DPA no está autorizada en algunos países. DOVER (1985) también obtuvo un buen control del escaldado en manzanas sin usar antioxidantes, manteniendo bajos los niveles de etileno en las cámaras frigoríficas.

De todos los sistemas de eliminación del etileno: Renovación del aire de las cámaras, oxidación con permanganato potásico, oxidación con ozono y radiaciones UV y oxidación catalítica (sistema convencional o sistema «swing-therm»), es este último el más interesante para la conservación de fruta de pepita, habiendo dado lugar al desarrollo de la técnica de *Atmósfera controlada con Reducción de Etileno*, que además contempla el tratamiento en campo con productos inhibidores de la biosíntesis del etileno como es la daminozida y la recolección del fruto en un estado de preclimaterio.

El escaldado

Del *escaldado* se pueden distinguir hasta cuatro tipos, tres se producen durante la conservación frigorífica y son: *Escaldado común* (Scald), *Escaldado blando* (Soft Scald) y *Escaldado de senescencia*.

El cuarto tipo de *escaldado* es del tipo blando y se produce en el campo, provocado por factores como son el exceso de vigor y nitrógeno entre otros.

Las causas que provocan el escaldado común durante la conservación frigorífica son básicamente la emisión por parte del fruto de sustancias volátiles que se acumulan en la piel, hasta alcanzar niveles tóxicos. Así, la oxidación del α -farneseno, se cree que produce sustancias tóxicas que causan la muerte de las células epidérmicas. El escaldado de senescencia se provoca por la misma causa, pero en este caso se asocia con frutos que han rebasado un límite de conservación.

El *escaldado* blando es provocado por temperaturas próximas al punto de congelación de la variedad en cuestión y se ve favorecido por un exceso de madurez de los frutos, entre otros factores.

Tratamientos del escaldado

La prevención del escaldado se hace con antioxidante, mediante los tratamientos de post-recolección con baño o ducha (drencher).

Actualmente en España están autorizados: la *difenilamina* (DPA) y la *etoxiquina*.

La DPA tiene como ventajas, frente a la *etoxiquina*, una eficacia ligeramente mayor en el control del escaldado, una mayor facilidad de uso en razón a su tipo de formulación líquida, frente a la formulación pastosa de la *etoxiquina*. El hecho de tener un ligero efecto fungicida y el tener en general LMRS permitidos superiores a los de la *etoxiquina*, como puede verse en el cuadro 5.

Como inconvenientes la DPA tiene la posible fitotoxicidad sobre la variedad Golden D., en la que puede causar necrosis lentice-lares, así como el bloqueo del color verde en variedades amarillas (en la Golden Delicious, por ejemplo).

Cuadro 5.—Niveles máximos de residuos autorizados (ppm).

País	DPA	Etoxiquina
Bélgica	3	No permitida
Dinamarca	5	—
Irlanda	Pendiente	3
Finlandia	5	—
Francia	3	3
Alemania	3	No permitida
Holanda	3	No permitida
Italia	3	3 (?) 1,5
Gran Bretaña	3	3
EE.UU.	5	3
Canada	5	3
España	5	3
Codex	5	3

Otro problema que presenta la DPA es su toxicidad para la fauna acuícola, con una LD-50 de 10 ppb, por lo que hay que extremar las precauciones con los vertidos para no provocar problemas ecológicos.

Las dosis recomendadas para cada uno de los productos se recogen en el cuadro 6.

La mancha amarga o bitter-pit

La lucha más eficaz contra la mancha amarga o bitter-pit es la que se basa en medidas culturales, agronómicas y de manejo

de la fruta. El tratamiento de post-cosecha es la última oportunidad para tratar la fruta a fin de prevenir la aparición del bitter pit, para ello se recomienda el cloruro cálcico a la dosis de 1,5 al 2%. En general, no hay problemas de mezcla de este producto con los autorizados en post-cosecha, si no se sobrepasa la dosis del 2%. Este tipo de tratamientos sólo tienen resultados parcialmente satisfactorios, si bien por sus efectos colaterales sobre la evolución y senescencia del fruto y sus bajos costes se recomienda.

MEDIOS DE LUCHA CONTRA LAS ENFERMEDADES

La fruta que va a ser conservada en cámara frigorífica puede sufrir contaminación por hongos en el campo o en la misma central frutícola. Contra la contaminación de campo, los tratamientos de precosecha suelen ser de gran eficacia, recomendándose una o dos aplicaciones, la última respetando el plazo de seguridad del fungicida empleado.

Las contaminaciones que se producen en la central provienen del inóculo que se ha conservado en los envases (palots), paredes, suelo y en el mismo aire. Para evitar la contaminación, en lo posible, y que al mismo tiempo los tratamientos de post-cosecha tengan la máxima eficacia, se recomienda

Cuadro 6.—Dosis recomendadas de DPA y etoxiquina en peras y manzanas.

Variedad	DPA (ppm)	Etoxiquina (ppm)
Manzanas:		
Golden Delicious	500-600	900-1.200
Granny Smith	2.000	2.500
Belleza de Roma	2.000	1.000-1.900
Stayman	2.000	1.600-1.900
Red Delicious y otras rojas	2.000	2.500
Starking D.	2.000	2.500
Reineta	700	1.500-1.800
Verde Doncella	900	1.500-1.800
Idared	1.500	—
Mutsu	2.000	—
Peras:		
Blanquilla	1.200-1.400	1.900-2.500
Packam's Triumph	1.100	—
Resto de peras	900-1.200	200-2.500

en primer lugar la desinfección previa de cámaras y embalajes.

Desinfección de cámaras y embalajes

Los tratamientos de desinfección de cámaras y embalajes mediante diversos productos, disminuyen significativamente la cantidad de inóculo presente. Este hecho, demostrado y corroborado por diversos autores, hace que hoy día se recomiende de una manera generalizada esta desinfección previa al inicio de cada campaña frutera.

La desinfección de envases (palots y cajas) que ya hayan sido usados en la anterior campaña se puede llevar a cabo con pistola o ducha o por inmersión (baño).

Los productos que se recomiendan son los siguientes: hipoclorito sódico del 3 al 5%, ortofenilfenato sódico a la dosis del 4 al 5,5% (8000 ppm).

Para la desinfección de cámaras se puede emplear lechada de cal viva, a la cual se añade un 5% de hipoclorito sódico. Este producto resulta interesante en cámaras que por su revestimiento permitan este tipo de aplicación. Además tiene interés para el tratamiento de los locales anexos a las cámaras frigoríficas.

Fungicidas gaseosos. Los más aconsejables son:

Formol.—La manera más práctica de emplearlo es en depósitos metálicos u hornillos donde se hace evaporar el producto. La dosis recomendada es de unos 20 cc. de producto comercial del 40% por metro cúbico. Una vez aplicado el producto, las cámaras tienen que permanecer cerradas unas 48 horas, transcurridas las cuales se ventilarán, dado que el producto es lacrimógeno y fitotóxico.

Mezcla de fenol y formol.—Se aplica mediante microdifusor electrotérmico. Este tipo de productos tiene la ventaja de poder ventilar las cámaras a las 8-12 horas y entrar a trabajar.

Driol (para-dicloro-dihidroxisalialamida).—Se aplica a la dosis de 0,6 g./m.³, debiendo pasar un mínimo de 4 horas antes de abrir las cámaras. Este producto actúa por contacto sobre la espora de los hongos.

El formol y la mezcla de fenoles y formol se pueden emplear para la desinfección simultánea de cámaras y embalajes vacíos, pero la dosis a emplear será entre un 50 y un 100% superior, ya que habrá una mayor superficie a desinfectar.

Para la desinfección de la maquinaria (clasificadoras) se pueden emplear los detergentes alcalinos, sosa o hipoclorito sódico, pero lo más práctico es usar los amonios cuaternarios que no plantean problemas de corrosión, como los derivados del cloro y los detergentes alcalinos.

Tratamientos de post-cosecha contra las enfermedades de conservación

Los tratamientos con fungicidas se aconseja realizarlos:

- a) Cuando la fruta se conserve un período de tiempo superior a los 4-5 meses.
- b) En las variedades de pera y manzana destinadas a larga conservación y sensibles al escaldado, ya que el baño o ducha es una fuente de contaminación.

Actualmente en España están autorizados expresamente los siguientes productos para los tratamientos de post-recolección: Imazalil; Imazalil+Iprodine; Ortofenilfenol; Tiabaendazol; Tiabendazol+Folpet (este producto está autorizado en plan experimental para la campaña de 1988, sólo en la provincia de Lérida).

Vemos pues que el primer problema que se plantea es la existencia de una gama de productos muy pequeña para aplicar en los tratamientos de post-cosecha que junto con la aparición de cepas no resistentes sobre todo de *Penicillium* agrava el problema.

Los LMRs admitidos en diferentes países se dan en el Cuadro 8.

Se entiende por residuo de un plaguicida, los restos del producto, de sus impurezas y de sus productos de metabolización o degradación, puestos en el producto vegetal. Ahora bien, hay que reseñar que en *ninguna legislación* al definir los residuos, se hace referencia al origen potencial del residuo, dado que analíticamente no puede determinarse ese origen, ni tiene valor alguno para los consumidores. Lo único importante en

Cuadro 7.—Eficacia teórica de los productos recomendados contra las enfermedades de conservación.

Productos	Alternaria tenuis	Botrytis cinerea	Gloeosporium sp	Monilia sp	Penicillium expansum	Rhizopus nigricans
Benomilo	—	+++ (CNR)	+++	++	+++ (CNR)	—
Captan	+	+	+	+	+	+
Carbendazima	—	+++ (CNR)	+++	++	+++ (CNR)	—
Diclofuanida	+	++	++	+	++	—
Dicloran	—	++	—	++	—	++
Folpet	—	++	+	+	+	+
Imazalil (PC)	++	+	+	++	+++	—
Imazalil+Iprodione (PC)	++	+++	+	++	+++	—
Metil-tiofanato	—	+++ (CNR)	+++	++	+++ (CNR)	—
Ortofenilfenol (PC)	++	++	—	—	++	++
Tiabendazol (PC)	—	+++ (CNR)	+++	++	+++ (CNR)	—
Tiabendazol+Folpet (PC)	—	+++	+++	++	+++	+
Ziram	+	++	—	+	+	+

+++ = Eficacia buena.

++ = Eficacia medianamente buena.

+ = Poca eficacia.

— = Sin eficacia.

(CNR) = Cepas no resistentes.

(PC) = Productos que se pueden utilizar en post-cosecha.

Cuadro 8.—LMRs admitidos en diferentes países.

	TBZ	IMZ	Iprodione	Benomilo	Folpet-Captan (*)
Alemania	3	—	—	2	3
Bélgica	2	5	5	2	3
Dinamarca	10	2	—	—	3
España	3	—	—	5	3
FAO/OMS	3	2	10	5	15+15
Finlandia	3	2	10	0,2	—
Francia	6	—	10	6	3
Gran Bretaña	—	—	10	—	3
Holanda	6	5	—	3	3
Italia	3	—	5	1	3

(*) Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas de 16-5-88.

la cuestión de residuos es si hay o no, y en este último caso si se supera el LMR establecido.

A este respecto en 1982-83, se llevó a cabo por BARELLES, F. y GARCIA DE OTAZO, J. (1983) un estudio de los residuos de los fungicidas Captan, Folpet y Captafol, aplicados en post-recolección de manzanas, con la finalidad de ver si los residuos de dichos productos eran inferiores a los señalados por el Codex Alimentarius (FAO/OMS) y

la legislación de los países de la CEE. En dicho estudio se llegó a la conclusión de que los residuos del Captan, Folpet y Captafol estaban por debajo de los permitidos en aquel momento (15 ppm para el Captan, 10 para el Folpet y 5 ppm para el Captafol). En las conclusiones de dicho estudio se abogaba que para los tratamientos de post-cosecha se autorizaran expresamente estos productos, señalándoles un P.S. de acuerdo con sus curvas de degradación, con la fina-

lidad de poder hacer frente legalmente a la problemática planteada por las podredumbres durante la conservación frigorífica.

En 1985, en un ensayo de pre-registro oficial de la asociación de Tiabendazol al 17%+Folpet al 40%, se vio que los residuos de Folpet a los 7 días del tratamiento eran inferiores a los 3 ppm. Al reducirse recientemente el LMR de Captan+Folpet a 3 ppm, se ha realizado un estudio de los posibles residuos, contemplando la posibilidad de tratamientos de Captan de pre-cosecha. Teóricamente, de acuerdo con las curvas de degradación del Captan aplicado en pre-recolección con P.S. de 7 días y la asociación del Tiabendazol+Folpet en post-recolección, los posibles residuos serán inferiores a 3 ppm si se establece un P.S. de 90 días. Este estudio, en este momento, se está llevando a cabo.

Cuadro 9.—Evolución de los residuos (ppm) de Folpet y Tiabendazol aplicados en post-recolección.

Conservación	Nº días desde el tratam.	Folpet	Tiabendazol
Atm. normal ...	7	2,46	0,86
	15	2	1,06
	76	1,83	1,03
Atm. controlada.	231	>0,5	0,6

En definitiva, para poder hacer frente a la aparición de cepas resistentes de los principales hongos patógenos, es necesario disponer de una mayor gama de productos para los tratamientos de post-cosecha y establecer plazos de seguridad concretos para

cada producto o asociación de productos, de acuerdo con sus curvas de degradación.

La aparición de cepas resistentes de *Penicillium expansum* y de *Rhizopus nigricans* fueron detectadas por PALAZÓN en la campaña 1977-78.

Actualmente, la única forma legal de luchar contra esas cepas resistentes son los tratamientos de pre-recolección con fungicidas de amplio espectro y cuya eficacia como se ha podido demostrar, es incluso superior a la de los baños fungicidas, PALAZÓN *et al.* (1984).

Para solventar el problema de las resistencias PALAZÓN (1984) propone como productos más interesantes frente a las cinco cepas contra las que trató con 72 materias activas, la diclofanida, imazalil, iprodione, procloraz y el propiconazol, cuyas únicas limitaciones pueden ser las toxicológicas.

Otros problemas que presentan los tratamientos de postcosecha son:

- El comportamiento de los productos en disolución acuosa, tanto al inicio como durante el tratamiento de la fruta.
- La compatibilidad de los diversos productos y su posible fitotoxicidad.

Respecto al primer problema, durante la campaña 1987, se llevó a cabo por el Laboratorio Agrario del DARP de la Generalitat de Cataluña un estudio del comportamiento de diferentes formulados en disolución acuosa, tanto al inicio como después del tratamiento aplicado sobre frutas. Dicha iniciativa se debió a que los resultados de los análisis de una serie de muestras tomadas de los baños o duchas de diversas centrales frutícolas, con la finalidad de analizar el contenido de dichos caldos, dio resultados sorprendentes, pues los contenidos encontra-

Cuadro 10.—Evolución de los residuos de Captan aplicado en pre-recolección de manzanas, a diferentes dosis y con reiteración de tratamientos. COSIALS, J. R. y GARCIA DE OTAZO, J. (1986) medias de tres repeticiones).

Tratamiento	1 tratam.	2 tratam. (2º a los 18 días)	2 tratam. (2º a los 7 días)	3 tratam.
125 g. i.a.	0,63	1	0,9	1,9
150 g. i.a.	1,96	1	0,9	1,6
200 g. i.a.	1,86	1,5	4,2	1,2

Cuadro 11.—Concentración mínima inhibidores (CMI) de diferentes fungicidas sobre la germinación de conidios y el desarrollo miceliano de los principales hongos causantes de podredumbres de la fruta de pepita (ppm), PALAZÓN *et al.* (1985).

Materia activa	P. expansum		A. tenuis	
	Conidios	Micelio	Conidios	Micelio
Diclofuanida	100-100	1-10	100-1.000	10-100
Folpet	>1.000	100	>1.000	100-1.000
Imazalil	10-100	1-10	10-100	10-100
Proclaraz	10-100	<1	10-100	1-10
Propicanazol	100-1.000	<1	10-100	10-100

Materia activa	B. cinerea		R. nigricans	
	Conidios	Micelio	Conidios	Micelio
Diclofuanida	10-100	1-10	>1.000	>1.000
Folpet	100-1.000	1-10	10	1.000
Imazalil	10-100	10-100	100-1.000	1.000
Proclaraz	10-100	1-10	>1.000	10
Propicanazol	10-100	1-10	100-1.000	10-100

dos de las diferentes i.a. estaban muy por debajo de lo que teóricamente debía haber de acuerdo con las dosis empleadas.

El resultado de dicho ensayo se corresponde con una primera fase inicial orientativa del comportamiento de los Formulados Fitosanitarios en este tipo de aplicación de post-cosecha, y se estima que es necesario hacer un estudio más detallado, repetitivo y programado respecto de las cinéticas de descomposición de cada producto, con el correspondiente estudio estadístico, así como la consideración de la influencia de otros parámetros GRASSES, J. M. (1988).

Este tipo de estudio, creemos que es de una gran importancia, entre otras razones, para que los tratamientos de post-cosecha se realicen adecuadamente.

Veamos, a continuación, las conclusiones extraídas en dicho estudio.

Etoxiquina: Inicialmente en contacto con el agua, hay una clara evidencia de disociación de la molécula por una parte, y de otra se piensa que por oxidación, hidrolisis o las dos a la vez, de *Degradación*. Una hora después de la preparación del baño hay una degradación aproximada del 50%. Durante los once días siguientes aumenta entre un 25 y un 30%, sin adicionar ninguna fruta. En contacto directo con la fruta (man-

zanas) al cabo de once días la degradación llega al 95%.

Difenilamina: Inicialmente ya aparece disociación o presencia de isómeros que no se acusa o aumenta en disolución acuosa. Tampoco se aprecia ninguna degradación del producto al cabo de once días de preparado el baño, ni siquiera en presencia de fruta.

Iprodione: Se observa disociación o presencia de isómeros, incluso en un patrón metanólico. En disolución acuosa la disociación no es más acusada. Durante la primera hora, la disolución aparece inalterada y lo mismo sucede durante los once siguientes días. Contrariamente, en contacto con la fruta se degrada un 50%, aproximadamente, en el mismo número de días.

Folpet: Inicialmente, por razón de mala suspensibilidad del formulado (polvo mojable), no se aprecia contenido de folpet ni de ningún producto de degradación durante la primera hora, después de preparado el baño. No obstante, con el tiempo y probablemente a causa de fenómenos de difusión y/o lenta disolución del producto (hay que tener en cuenta las repetidas agitaciones a que ha estado sometido el baño), resulta que al cabo de los once días no se aprecia ninguna diferencia entre presencia o ausencia de fruta y la degradación es del orden del 10 al 12%.

Ortofenilfenol: Inicialmente, aparece una clara disociación, pero no se degrada durante la primera hora. Durante los once días siguientes e independientemente de si está o no en contacto con la fruta, se degrada entre un 85 y un 90%.

Tiabendazol: Inicialmente, por razones de mala suspensibilidad del formulado (P.M.), casi no se aprecia un 10% del contenido del producto (ingrediente activo) en el baño, transcurrida una hora desde la preparación. Contrariamente, a los once días no se aprecia degradación en el caso de disolución acuosa, pero sí se observa una degradación total del 100% en el baño con fruta.

Imazalil: No aparece ninguna disociación y la degradación que se observa en el baño con fruta a los 22 días de su preparación oscila entre el 90 y el 95%.

Cuadro 12.—Porcentaje de i.a. en el baño de diferentes productos, GRASSES, J. M. (1988).

Producto	A los 60 min.	A los 11 días	
		Con fruta	Sin fruta
Etoxiquina	50	5-7	25-30
DPA	100	100	100
	con disoc.	con disoc.	con disoc.
Iprodione	100	50	100
	con disoc.		
Folpet	0	88-90	88-90
Ortofenilfenol	100	10-15	10-15
	con disoc.		
Tiabendazol	10	0	100
Imazalil	100	—	—

Está previsto continuar con este estudio, ajustando al máximo las condiciones reales de aplicación de los tratamientos de post-cosecha.

Por último, señalar que en un estudio realizado por MASCAROS, J. y MIRANDA, G. (1988) en los laboratorios de Pennwalt, sobre la influencia del tipo de recipiente (hierro o plástico) y la presencia o no de tierra, en la evolución de la concentración de Imazalil, Iprodione y DPA, llegan a la conclusión de que en recipientes de hierro y con presencia de tierra, con indiferencia del tipo de recipiente, las concentraciones de los i.a. disminuyen más rápidamente; en

vista de lo cual se recomienda que los recipientes de los baños o duchas se revistan de plástico.

Compatibilidad de los diversos productos

En los tratamientos de post-cosecha, normalmente, se asocian un anti-escaldado, un fungicida y el cloruro de cal. En numerosos ensayos realizados por diversos autores, en general esa asociación carece de fitotoxicidad, con excepción de algunas mezclas concretas. Normalmente se recomienda no superar la dosis del 2% para el cloruro de cal.

CONCLUSIONES

a) El principal hongo causante de podredumbres durante la conservación frigorífica es el *Penicillium expansum* que por sí solo supone el 70-80% del total.

b) La aparición de cepas resistentes de *Penicillium expansum* y de *Rhizopus nigricans* a los fungicidas autorizados es un hecho comprobado.

c) De todas las fisiopatías, la única que tiene un tratamiento preventivo eficaz es el escaldado.

d) Los tratamientos con cloruro de cal se vienen empleando para el control en post-cosecha del Bitter Pit, a pesar que su resultado sólo son parcialmente satisfactorios por sus efectos colaterales beneficiosos en la evolución y senescencia del fruto. No se debe sobrepasar la dosis del 2% para evitar fitotoxicidades o incompatibilidades.

e) La desinfección de cámaras y envases es necesaria para reducir la cantidad de inóculo al inicio de campaña y romper el ciclo de los hongos.

La desinfección conjunta de cámaras y envases es posible mediante la utilización del Formaldeído que tiene una excelente eficacia.

f) La gama de fungicidas autorizados para los tratamientos de post-cosecha es muy reducida, lo que plantea problemas a la hora de luchar de forma eficaz contra la aparición de cepas resistentes de *Penicillium expansum* a los benzimidazoles.

g) En el establecimiento de una estrategia de lucha contra las podredumbres se debe dar preferencia a los productos con más eficacia contra el *Penicillium*, debiendo alternarse su uso para evitar la aparición de resistencias.

h) Es importante el conocimiento del comportamiento de los diferentes formulados en el baño. En principio, los estudios reali-

zados conducen a la conclusión de que son preferibles las formulaciones líquidas o de tipo «flow» y que la duración del baño no debe pasar de 8 horas.

i) Es urgente la autorización de nuevas materias activas para los tratamientos de post-cosecha, estableciendo su plazo de seguridad de acuerdo con sus curvas de degradación tanto en A.C. como A.N.

REFERENCIAS

- ABELES, F. B. (1973): *Ethylene in Plant Biology*. New York, London, Acad. Press.
- BARELLES, F. & GARCIA DE OTAZO, J. (1983): *Estudio de los residuos de tres fungicidas aplicados en post-recolección de manzanas*. IX Jornadas de Productos fitosanitarios. I. Q. Sarriá, oct.-83, p. 99-110.
- BIALE, J. B. & YOUNG, R. E. (1981): *Respiration and ripening in fruits. Retrospect and prospect*. Recent Advances in the Biochemistry of fruits and vegetables. Friend, J. & Rhodes, M. J. C. Adid. Press London.
- BIONDE, G. (1987): *strategia nella difesa post-raccolta degli ortofruccicoli*. *Revista Frutticoltura*, 9-10: 47-51.
- CELMA, E. & YAGÜE, A. (1988): *Seguridad para el consumidor. Establecimiento de límites máximos de residuos de plaguicidas*. *Phytoma España*, (0): 12-16.
- COSIALLS, J. R. & GARCÍA DE OTAZO, J. (1986): *Estudio de los residuos de Captan aplicado en pre-recolección de manzanas*. *Frut*, III, nº 2, p. 82-88.
- GRAELL, J. (1987): *Reducción del etileno en cámaras de conservación de fruta*. *Frut. Profesional*, 10: 56-61.
- GRASSES, J. M. (1988): *Informe: Baños de tratamientos de post-cosecha*. *Resumen de actividades*, nº 1, p. 41.
- HERRERO, A. (1986): *La nueva conservación frigorífica de la fruta*. *Frut*, 1 (10), p. 15.
- HERRERO, A. (1988): *Alteraciones fúngicas y alteraciones fisiológicas de la fruta*. En: *Curso de manipulación y conservación frigorífica de la fruta*. Fundación Narcis Monturiol. Universidad Técnica de Verano de Cataluña.
- LIU, F. W. *et al.* (1986): *Low-ethylene CA storage of «Mcintosh» apples in a semicommercial sized room*. *Hort Science*, 21 (3): 480-484.
- MASCAROS, J. & MIRANDA, A. (1988): *Imazalil, Iprodione y Difenilamina. Evolución de la concentración en su uso comercial*. Pennwalt Ibérica, S/A. *Frutticultura Profesional*, (46): 71-74.
- NARDIN, C.; CASERA, C.; HAEUSL, H. (1986): *Influenza di atmosfere con bassi tenori di O₂ (L.O.) sue riscaldo e l'imbrunimento del cuore e sue mantenimento dell'acidite di alcune varieta di mele*. *Frutticoltura*, 9-10: 77-80.
- PALAZÓN, J. & RODRÍGUEZ, M. C. (1977): *Las podredumbres de la fruta de pepita conservada en cámara frigorífica*. *Cuadernos INIA*, 5, p. 92.
- PALAZÓN, J. (1981): *Eficacia de diferentes productos en la desinfección de cámaras frigoríficas y de embalajes utilizados para la conservación de fruta de pepita*. *Hoja Técnica INIA*, nº 35. Ministerio de Agricultura.
- PALAZÓN, J. *et al.* (1984): *Estudio de los problemas patológicos de la conservación de peras y manzanas en la provincia de Zaragoza*. Institución Fernando el Católico. Publ. nº 990, 147 p.
- PALAZÓN, J. (1987): *Productos utilizables en tratamientos de post-cosecha sobre fruta de pepita*. *Frut. Profesional*, 8: 48-54.
- PLAZA, J. L. (1986): *La vida post-recolección de los frutos*. *Frutticoltura*, 2: 28-35.
- PRATELLA, G. C. & BERTOLINI, P. A. (1987): *Trattamenti post-raccolta delle mele: aspetti fitoiatrici e legali*. *Frutticoltura*, 4: 33-39.

(Aceptado para su publicación: 31 octubre 1988)