

## Efecto de los tratamientos fungicidas en pre-recolección en la producción de fresón y en las podredumbres post-recolección

J. BASCÓN, L. GONZÁLEZ, J. I. PÁEZ, J. M. VEGA, F. MONTES

Las podredumbres de los frutos de fresa empiezan en el campo y continúan durante los procesos de confección y comercialización; los principales agentes causantes son hongos de los géneros *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Phytophthora* y *Rhizopus*, dependiendo su incidencia relativa de las condiciones ambientales. El control de estas enfermedades se debe realizar empleando medidas culturales y tratamientos fungicidas previos a la recolección y una tecnología adecuada después de la misma.

En el presente trabajo abordamos los efectos de los tratamientos fungicidas en pre-recolección. Para ello en la campaña 99/00, bajo una fuerte presión de la enfermedad, se hicieron dos ensayos en las localidades de Cartaya e Isla Cristina (Huelva), estudiando el control ejercido en las podredumbres totales por ocho productos comerciales, compuestos por Ciprodinil+Fludioxonil, Fenhexamida, Kresoxim-metil, Fosetil-Al, Vinclozolina, Iprodiona, Benomilo y *Trichoderma* spp. Se efectuó un total de siete recolecciones, en cada una de las cuales los frutos se sometieron a diferentes periodos de almacenaje en cámara frigorífica y a temperatura ambiente, midiéndose las degradaciones que se iban produciendo. Los fungicidas compuestos por Ciprodinil + Fludioxonil y Fenhexamida se situaron los primeros en orden de eficacia después de 33 valoraciones de degradación.

En la campaña 00/01, con menor incidencia de la enfermedad, se hicieron dos ensayos similares en Almonte (Huelva), probándose tres productos comerciales (Ciprodinil+Fludioxonil, Fenhexamida y Quitosano). Ciprodinil+Fludioxonil y Fenhexamida aumentaron la cosecha recolectada y volvieron a disminuir las podredumbres post-recolección. Se ha considerado que dichas materias activas son adecuadas para su uso en Producción Integrada de Fresa en Andalucía.

J. BASCÓN: Centro de Sanidad Vegetal. Ctra. El Portil- El Rompido s/n. 21459 Cartaya (Huelva). E- mail: dptosv.dphu.cap@juntadeandalucia.es

F. MONTES, J.I. PÁEZ, J.M. VEGA: Laboratorio de Sanidad Vegetal. Apdo. 121. 41089 Montequinto. (Sevilla). E- mail: patología.lsvse.cap@juntadeandalucia.es

L. GONZÁLEZ: Servicio de Promoción Rural. Plaza del Puerto nº 6, 2º. 21003 Huelva.

**Palabras clave:** *Botrytis cinerea*, fresa, podredumbre fruto, post-cosecha, control.

### INTRODUCCIÓN

Durante la campaña 1999-2000 se cultivaron 8.750 has de fresón (*Fragaria x ananassa*) en la provincia de Huelva, de las cuales

2.373 estaban acogidas al Reglamento específico de Producción Integrada de Fresas en Andalucía (Orden 15 de noviembre de 1996).

*Botrytis cinerea* es el agente causante de la mayoría de las podredumbres de frutos de

fresón en campo y almacén en muchos lugares como España (TELLO *et al.*, 1996), Florida (BLACHARSKI *et al.*, 2001), Australia (WASHINGTON *et al.*, 1992) o Italia (ANTONIACCI *et al.*, 2000), pero otros agentes fúngicos suelen estar involucrados en estas podredumbres.

En casi todos los países está prohibida la aplicación de fungicidas después de la recolección, por lo que el control de las podredumbres de almacén se debe intentar con tratamientos hechos en pre-recolección; además en Andalucía, el citado Reglamento de Producción Integrada no autorizaba el uso de ningún fungicida antibotritis.

En Florida, para el control de la botritis en el cultivo anual de la fresa de invierno, BLACHARSKI *et al.* (2001), LEGARD *et al.* (2001) y LEGARD (2002), recomiendan aplicaciones semanales de Captan o Tiram, alternadas con Iprodiona o Fenhexamida en los dos momentos de máxima floración. Este tipo de aplicaciones no sería posible en nuestras condiciones de cultivo, porque se usan variedades de floración continua durante gran parte del ciclo y porque los plazos de seguridad de esos fungicidas son en España muy superiores a los permitidos en USA.

Las condiciones climatológicas del año 2000 (Cuadro 3), con alta pluviometría en el mes de Abril, causaron una elevada incidencia en campo de los ataques de *Botrytis cinerea* y otros hongos de los géneros *Phytophthora*, *Colletotrichum* o *Rhizopus* que repercutían en la conservación de la fruta y que causaron una gran preocupación en el sector.

Por ello se plantearon dos ensayos usando materias activas que pudieran controlar el complejo de podredumbres en pre y en post-recolección, teniendo en cuenta que tras la recolección hay periodos en los que el fresón está en cámara frigorífica a temperaturas inferiores a 4 °C y momentos en los que está expuesto a temperatura ambiente en los puntos de venta.

Los ensayos se continuaron en la campaña 2000/01, usando los dos fungicidas de mejores resultados y añadiendo un estimu-

lante de los mecanismos de defensa de las plantas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ENSAYOS DE LA CAMPAÑA 1999-2000:

#### Diseño experimental

Los ensayos se realizaron, en dos localidades de la provincia de Huelva: Cartaya (ensayo 1) e Isla Cristina (ensayo 2). en ambos se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en el ensayo 1 y cinco en el ensayo 2. Los dos experimentos se realizaron en fincas de agricultores con cultivo tradicional en caballones cubiertos con microtúneles de plástico. Las parcelas elementales de 5 m se situaron a lo largo de un caballón y la separación entre ellos fue de 1,15 m. En los dos ensayos se cultivó la variedad 'Camarosa', considerada en Florida como moderadamente susceptible a la botritis (LEGARD, 2002).

Las materias activas y dosis probadas se reflejan en el Cuadro 1. Los tratamientos se hicieron con una mochila de presión constante por CO<sub>2</sub> y boquilla cónica de cerámica, aplicándose un volumen de caldo de 1000 l/ha. El agricultor realizó los tratamientos insecticidas necesarios, pero en ninguna de las dos parcelas experimentales se realizaron otros

Cuadro 1. Fungicidas utilizados en la Campaña 1999/00

Materia activa	Composición del Producto comercial	Dosis kg-l/ha
Ciprodinil + Fludioxonil	37,5 % + 25 %	1,0
Fenhexamida	50 %	1,5
Kresoxim-metil	50 %	0,5
Fosetil-Al	80 %	3,0
Vinclozolina	50 %	1,5
Iprodiona	50 %	1,5
Benomilo	50 %	1,0
<i>Trichoderma</i> spp	-	2,0
Testigo	Sin tratamiento	-

tratamientos fungicidas que pudieran interferir con las materias activas empleadas.

En el Cuadro 2 se muestran las fechas de los dos tratamientos: 19/4/00 y 28/4/00, comunes a los dos ensayos. En el ensayo 1 se hicieron dos valoraciones de degradación de la fruta en frío, días 28/4 y 8/5, y cuatro a temperatura ambiente, entre el 2/5 y 12/5.

En el ensayo 2 se hicieron cinco valoraciones a la salida de la cámara, entre 28/4 y 15/5, y diez a temperatura ambiente, entre 2/5 y 17/5.

El mes en el que se realizaron estos dos ensayos, abril, se caracterizó por numerosos días de lluvia que duplicaron la precipitación media de la zona (Cuadro 3).

**Cuadro 2. Fechas de las operaciones realizadas en los ensayos de la campaña 99/00**

Ensayo y localidad	Fechas Tratamientos	Recolecciones y sus fechas	Fechas de las valoraciones de:	
			Degradación en frío	Degradación en temperatura ambiente
<b>Ensayo 1 (Cartaya)</b>	19/4 y 28/4	1ª: 26/4	28/4	2/5
		2ª: 4/5	8/5	10/5, 11/5 y 12/5
<b>Ensayo 2 (Isla Cristina)</b>	19/4 y 28/4	1ª: 25/4	28/4	2/5
		2ª: 29/4	2/5	4/5 y 5/5
		3ª: 03/5	8/5	10/5, 11/5 y 12/5
		4ª: 09/5	15/5	16/5 y 17/5
		5ª: 13/5	15/5	16/5 y 17/5

**Cuadro 3. Precipitación en mm y número de días de lluvias de enero-abril en el período 1985-99 y en los años 2000 y 2001**

	Media 1985-99 <sup>a</sup>		2000 <sup>a</sup>		2001 <sup>b</sup>	
	Precipitación	Nº días	Precipitación	Nº días	Precipitación	Nº días
Enero	61,98	6,5	28,8	5	<b>165</b>	<b>18</b>
Febrero	26,14	5,6	1,3	1	31,6	13
Marzo	34,3	4	40,3	4	<b>125,2</b>	<b>19</b>
Abril	41,05	5,9	<b>87,8</b>	<b>14</b>	2,4	2

<sup>a</sup> Datos estación meteorológica de Isla Cristina

<sup>b</sup> Datos estación meteorológica de Almonte

### Estudio de las podredumbres post-recolección (degradación) en cámara frigorífica

Para estudiar los efectos de los tratamientos pre-recolección en la conservación de la fresa durante el almacenaje en frío, en la campaña 99/00 se efectuaron dos estudios de la degradación de la fruta durante el proceso de refrigeración.

**Estudio 1:** La fruta de cada parcela experimental de 5,75 m<sup>2</sup> se recogió en siete ocasiones entre el 28/4 y el 15/5 (Cuadro 2), y se llevó al almacén de la propia empresa donde se puso en cámara frigorífica durante periodos de 2 a 6 días. Transcurridos estos plazos, la fruta se sacó de la cámara, se pesó la fresa que permanecía sana, se calculó la degradación durante el almacenaje en frío y a continuación se dejó en el laboratorio para estudiar la degradación a temperatura ambiente.

**Estudio 2:** La fruta de las recolecciones 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> del ensayo 2 (Cuadro 2) se dividió en dos partes, la mitad siguió el procedimiento descrito en el Estudio 1 y la otra mitad se dejó a 2°C durante 5, 10 o 15 días, haciéndose evaluaciones de degradación en frío tras estos tres periodos de almacenamiento.

Los porcentajes de fruta podrida obtenidos en las salidas de cámara tras permanecer en ella de 2 a 6 días, siete valoraciones del Cuadro 2, y los obtenidos en las doce evaluaciones del experimento paralelo tras 5, 10 o 15 días de refrigeración, se consideraron como la degradación total a la salida de la cámara y se ordenaron según la eficacia mostrada en el control de las podredumbres.

### Estudio de las podredumbres post-recolección (degradación) a temperatura ambiente.

Tras el almacenaje y transporte en frío, el fresón suele permanecer a la venta en expositores sin refrigeración. A fin de estudiar la eficacia de los tratamientos pre-recolección

en las podredumbres de la fruta en estas últimas fases de la comercialización, se hicieron catorce pesadas entre los ensayos 1 y 2, de la fresa que quedaba sana cuando se mantenía en laboratorio a temperatura ambiente, durante periodos de tiempo variables (Cuadro 2). Según los ensayos y recolecciones el número de observaciones efectuadas varió entre 1 y 3 y el número máximo de días en que una partida estuvo fuera de la cámara frigorífica fue de 4.

Para la degradación a temperatura ambiente también se estudiaron las relaciones ordinales de las catorce valoraciones efectuadas, tratándose los datos de forma similar a lo indicado en el punto anterior para la degradación en cámara frigorífica.

La suma de ambas degradaciones se consideró la degradación total tras la recolección. Para la comparación del número de orden se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney con nivel de significación  $\alpha=0,05$ .

## ENSAYOS DE LA CAMPAÑA 2000-2001:

### Diseño experimental

La metodología general del ensayo fue similar a la realizada en la campaña 99/00 pero los ensayos se realizaron en Almonte (Huelva), las parcelas fueron de 4 m y la variedad fue 'Camarosa'. Se compararon los dos productos que mostraron mayor eficacia en dicha campaña y se incluyó además un formulado a base de Quitosano (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fungicidas utilizados en la Campaña 2000/01

Materia activa	Composición del Producto comercial	Dosis kg o l/ha
Ciprodinil + Fludioxonil	37,5 % + 25,0 %	1,0
Fenhexamida	50,0 %	1,5
Quitosano	1,25 %	5,0
Testigo	Sin tratamiento	—

**Cuadro 5. Fechas de las operaciones realizadas. Campaña 2000/01**

Ensayo y localidad	Fechas Tratamientos	Recolecciones y sus fechas	Fechas de las valoraciones de:	
			Degradación en frío	Degradación a temperatura ambiente
<b>Ensayo 3 (Almonte)</b>	15/1 y 30/1	1ª: 12/2	14/2	16/2 y 19/2
		2ª : 21/2	23/2	26/2 y 1/3
		3ª : 02/3	05/3	7/3 y 9/3
		4ª : 12/3	15/3	16/3, 19/3 y 21/3
<b>Ensayo 4 (Almonte)</b>	14/3 y 27/3	1ª: 27/3	30/3	2/4 y 4/4
		2ª: 03/4	06/4	9/4
		3ª: 17/4	20/4	23/4

En este caso los que consideramos ensayos 3 y 4 (Cuadro 5) se realizaron sobre las mismas parcelas experimentales. El 15/1 y 30/1 se hicieron las primeras aplicaciones fungicidas, y el 12/3, tras la 4ª y última recolección del ensayo 3, las parcelas recibieron otros dos tratamientos, 14/3 y 27/3, con el mismo producto, comenzando lo que se considera como el ensayo 4.

Durante el periodo de tiempo correspondiente al ensayo 3 el agricultor no realizó ningún otro tratamiento fungicida, pero durante el ensayo 4 hizo una aplicación antioídio con Pirifenox en todas las parcelas.

El ensayo 3 se inició en el mes de enero durante el cual hubo 18 días de lluvia y una precipitación total de 165 mm, muy superior a la media. En el mes de marzo también se registraron importantes precipitaciones pero el mes de abril fue extremadamente seco (Cuadro 3).

**Estudio de las producciones obtenidas**

En cada caso se efectuaron varias recolecciones cuyo número y momento se especifica en el Cuadro 5. La fruta sana y comercializable se recogió en tarrinas de 250 g, se pesó y la producción se expresó en g/m<sup>2</sup>. Cada ensayo se analizó independientemente según un modelo de subparcelas con obser-

vaciones sucesivas, considerando a los tratamientos fungicidas como las subparcelas y las diferentes recolecciones como las observaciones sucesivas, Cuadro 6.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable producciones en campo considerando como factores los tratamientos fungicidas y las fechas de recolección**

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	r-1
Tratamientos	a-1
Error	(r-1)(a-1)
Fecha de recolección	b-1
Tratamientos* recolecciones	(a-1)(b-1)
Error	a(r-1)(b-1)

**Estudio de las podredumbres post-recolección (degradación) en cámara frigorífica**

Las tarrinas de fresa se llevaban al laboratorio almacenándose en cámara frigorífica a temperatura inferior a 4° C. Se procedió de forma similar a la descrita en la campaña 99/00, pero en este caso se calculó en cada recolección el porcentaje de fruta podrida pesando la total y la sana a la salida de la

cámara. Los porcentajes fueron transformados en  $\arcsen x^{1/2}$  y sometidos a análisis de varianza según el modelo del Cuadro 6.

### Estudio de las podredumbres post-recolección (degradación) a temperatura ambiente

La fruta sana del apartado anterior se dejó a temperatura ambiente de laboratorio durante periodos de tiempo variables (Cuadro 5) y se procedió de forma similar a la descrita en la campaña 99/00, pero en los ensayos 3 y 4 se calculó en cada recolección el Area Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad estandarizada (ABCPEe) para la poligonal de los porcentajes de fruta podrida que se obtenían tras los diferentes periodos a que eran sometidos a temperatura ambiente, divididos por el tiempo total transcurrido desde la salida de la cámara. Los porcentajes fueron previamente transformados en  $\arcsen x^{1/2}$  y las ABCPEe sometidas a análisis de varianza según el modelo del Cuadro 6.

## RESULTADOS

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LA CAMPAÑA 1999-2000:

#### Respuesta de las podredumbres post-recolección (degradación) a los tratamientos fungicidas en pre-recolección

El resumen total de las degradaciones se muestra en el Cuadro 7, en él aparecen según la media del orden de respuesta obtenido en las valoraciones a la salida de cámara y a temperatura ambiente. Vemos que se forma un grupo de tres fungicidas, Ciprodinil+Fludioxonil, Fenhexamida y Kresoxim-metil, que, en la mayoría de las valoraciones, se colocaron en los primeros puestos de eficacia. A continuación se situó el Fosetil-Al, y luego el resto de los productos que no se diferenciaron del Testigo. Este se situó en mejores posiciones que las parcelas tratadas con *Trichoderma*.

Aunque la respuesta a las diferentes materias activas fue consistente a lo largo de todas las valoraciones la eficacia en general fue baja. En el Cuadro 8 exponemos los porcentajes de fruta podrida encontra-

Cuadro 7. Orden de eficacia de los fungicidas en el control de las podredumbres durante el almacenaje en cámara y a temperatura ambiente. Ensayos 1 y 2. Campaña 99/00

Tratamientos	Degradación en cámara <sup>1</sup>	Degradación a temperatura ambiente <sup>2</sup>	Degradación media total <sup>3</sup>
Ciprodinil+Fludioxonil	2,18	2,32	2,24 a <sup>4</sup>
Fenhexamida	2,45	3,14	2,74 a
Kresoxim-metil	2,87	3,11	2,99 a
Fosetil-Al	5,42	4,96	5,23 b
Vinclozolina	6,00	4,75	5,47 bc
Benomilo	6,03	6,57	6,18 bcd
Iprodiona	5,68	6,89	6,26 bcd
Testigo	6,53	6,36	6,44 cd
<i>Trichoderma</i> spp	7,82	6,89	7,44 d

1. Orden medio obtenido tras 19 observaciones.

2. Orden medio obtenido tras 14 observaciones.

3. Orden medio obtenido tras 33 observaciones.

4. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian según un test de Mann-Whitney y a nivel de significación 0,05.

**Cuadro 8. Respuesta a dos fungicidas de los porcentajes de podredumbres media<sup>1</sup>, mínima y máxima a la salida de la cámara frigorífica tras 5, 10 y 15 días de almacenaje en frío. Estudio 2 del ensayo 2. Campaña 99/00**

M.a. fungicida	5 días de almacenaje		10 días de almacenaje		15 días de almacenaje	
	Media (mínima - máxima)		Media (mínima - máxima)		Media (mínima - máxima)	
Ciprodinil + Fludioxinil	30	(5 - 75)	49	(22 - 89)	84	(73 - 89)
Fenhexamida	33	(6 - 77)	46	(16 - 89)	75	(64 - 89)
Testigo	49	(13 - 93)	68	(49 - 100)	93	(89 - 100)

1: Medias de 4 recolecciones y 5 repeticiones en cada recolección.

dos a la salida de la cámara tras diferentes periodos de almacenamiento en frío de las dos materias activas más eficaces y de las parcelas sin tratamiento (Estudio 2 del ensayo 2). Vemos que las medias de las podredumbres tras sólo 5 días de almacenaje fue muy alta, 30% en el mejor de los casos (Ciprodinil+Fludioxinil), variando entre un mínimo de 5% y un máximo de 75% según la fecha de recolección. Como en el Testigo la media fue de 49%, resulta una eficacia Abbot de sólo un 38,8%.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LA CAMPAÑA 2000-01:

### Respuesta de las producciones a los tratamientos fungicidas en pre-recolección

En el Cuadro 9 están las producciones obtenidas en los ensayos 3 y 4. Vemos que en el ensayo 3 las parcelas tratadas con Ciprodinil+Fludioxinil y Fenhexamida formaron un grupo con las producciones más altas, aunque la Fenhexamida no se diferenció del Testigo. En el ensayo 4, de nuevo las producciones obtenidas en las parcelas tratadas con Ciprodinil+Fludioxinil fueron superiores a las restantes, y aunque las diferencias no fueron significativas ( $P=0,166$ ), el orden de respuesta a los fungicidas fue igual al obtenido en el ensayo 3. En ambos ensayos los rendimientos de las parcelas fueron creciendo, según lo esperado, entre la primera recolección (12/2/01) y la última (17/4/01).

### Respuesta de las podredumbres post-recolección (degradación) en cámara frigorífica a los tratamientos fungicidas en pre-recolección.

En la campaña 00/01, la incidencia y severidad de la enfermedad en campo fue menor que en la campaña anterior, y la degradación en cámara fue nula en la fruta

**Cuadro 9. Respuesta de las producciones de fruta sana<sup>1</sup> (g / m<sup>2</sup>) a los tratamientos fungicidas en pre-recolección y a las fechas de recolección.**

Campaña 00/01		
Fuente de variación <sup>3</sup>	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Tratamiento:</b>		
Ciprodinil+Fludioxinil	26,5 a <sup>2</sup>	211,2 a <sup>2</sup>
Fenhexamida	16,8 ab	174,9 a
Quitosano	8,5 b	166,3 a
Testigo	6,5 b	170,2 a
<b>Recolección y su fecha:</b>		
1ª Recolección 12/2	8,2 b <sup>2</sup>	—
2ª Recolección 21/2	13,9 ab	—
3ª Recolección 2/3	20,0 a	—
4ª Recolección 12/3	16,3 a	—
1ª Recolección 27/3	—	167,8 b <sup>2</sup>
2ª Recolección 3/4	—	128,6 b
3ª Recolección 17/4	—	245,6 a

1. Media de 4 repeticiones (ensayo 3) y 3 repeticiones (ensayo 4). Parcelas de 4,60 m<sup>2</sup>.
2. Medias en cada sección seguidas de la misma letra no se diferencian en un Test MDS ( $P \leq 0,05$ ).
3. Interacción T\*R,  $P < 0,05$  en el ensayo 3;  $P = 0,495$  en el ensayo 4.

**Cuadro 10. Respuesta de los porcentajes de las podredumbres de la fresa en cámara frigorífica a los tratamientos fungicidas y fechas de recolección. Campaña 00/01.**

Fuente de variación <sup>3</sup>	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Tratamiento:</b>		
Ciprodinil+Fludioxonil	0,0	5,7 a <sup>2</sup>
Fenhexamida	0,0	3,9 a
Quitosano	0,0	4,6 a
Testigo	0,0	7,0 a
<b>Recolección y su fecha:</b>		
1ª Recolección 12/2	0,0	—
2ª Recolección 21/2	0,0	—
3ª Recolección 2/3	0,0	—
4ª Recolección 12/3	0,0	—
1ª Recolección 27/3	—	0,0 b <sup>2</sup>
2ª Recolección 3/4	—	8,7 a
3ª Recolección 17/4	—	7,3 a

1. La enfermedad se valoró por el porcentaje de fruta podrida tras diferentes periodos en cámara frigorífica. Media de 4 repeticiones (ensayo 3) y 3 repeticiones (ensayo 4).
2. Medias seguidas de la misma letra en cada sección no se diferencian en un Test MDS ( $P \leq 0,05$ ).
3. Interacción T\*R no significativa.

procedente de todas las recolecciones efectuadas en el ensayo 3 y en la primera del ensayo 4 (Cuadro 10). Si hubo podredumbres cuando se almacenó en frío la fresa procedente de las recolecciones 2ª y 3ª del ensayo 4, hechas el 3 y 17 de abril. No existieron diferencias entre los distintos tratamientos ( $P = 0,443$ ), aunque el máximo, 7,0%, se obtuvo en las parcelas Testigo.

#### **Respuesta de las podredumbres post-recolección (degradación) a temperatura ambiente a los tratamientos fungicidas en pre-recolección**

En los ensayos de esta campaña 2000/01 se hicieron cuatro recolecciones en el ensayo 3 y tres recolecciones en el ensayo 4. En cada una se hizo un número

de evaluaciones de la degradación de la fruta a temperatura ambiente diferente (Cuadro 5), por lo cual los resultados se expresan en el Cuadro 11 en Areas Bajo las Curvas de Desarrollo de la Enfermedad estandarizadas (ABCPEe).

Vemos en el Cuadro 11 que el desarrollo de las podredumbres en las fresas conservadas a temperatura ambiente fue en los dos ensayos mayor en las parcelas testigo que en las tratadas con fungicidas. Las diferencias en la respuesta fueron mayores en el ensayo 3, con una eficacia Abbot del 69% para el fungicida de mejor comportamiento (Ciprodinil + Fludioxonil). En el ensayo 4, las diferencias fueron muy pequeñas y la eficacia de éste fungicida fue sólo del 19%.

**Cuadro 11. Respuesta de las ABCPEe<sup>1</sup> de las podredumbres de la fresa a temperatura ambiente a los tratamientos fungicidas y fechas de recolección. Campaña 2000/01.**

Fuente de variación <sup>4</sup>	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Tratamiento:</b>		
Ciprodinil+Fludioxonil	19 b <sup>3</sup>	42 b <sup>2</sup>
Fenhexamida	33 ab	45 b
Quitosano	51 a	51 a
Testigo	62 a	52 a
<b>Recolección y su fecha:</b>		
1ª Recolección 12/2	30 bc <sup>2</sup>	—
2ª Recolección 21/2	22 c	—
3ª Recolección 2/3	47 b	—
4ª Recolección 12/3	67 a	—
1ª Recolección 27/3	—	60 a <sup>2</sup>
2ª Recolección 3/4	—	33 c
3ª Recolección 17/4	—	50 b

1. ABCPEe. La enfermedad se valoró por el porcentaje de fruta podrida tras diferentes periodos a T°C ambiente. Media de 4 repeticiones (ensayo 3) y 3 repeticiones (ensayo 4).
2. Medias seguidas de la misma letra en cada sección no se diferencian en un Test MDS ( $P \leq 0,05$ ).
3. Medias seguidas de la misma letra en cada sección no se diferencian en un Test MDS ( $P \leq 0,10$ ).
4. Interacciones T\*R no significativas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Patógenos presentes en las podredumbres post-recolección:

Las podredumbres de fresa en campo continúan durante los procesos de confección, en el transporte en vehículos frigoríficos y durante la exposición a temperatura ambiente en los puntos de venta.

Aunque se considera que *Botritis cinerea* es el principal agente causante, otros hongos como *Colletotrichum acutatum*, *Phytophthora cactorum* y *Rhizopus stolonifer* pueden atacar a los frutos (WASHINGTON *et al.*, 1992). La presencia de unos u otros en el porcentaje de podredumbres totales varía según las condiciones ambientales de cada campaña, la localidad e incluso entre las distintas fechas de recolección dentro de una misma parcela.

En el presente trabajo, realizado en fincas de agricultores y en las condiciones de cultivo normales en la provincia de Huelva, no se han cuantificado las podredumbres en campo ni se ha evaluado la incidencia de cada patógeno. Consideramos más interesante estudiar la eficacia de diferentes materias activas sobre las podredumbres totales habidas tras cada recolección, que son reflejo del estado de llegada de la fruta a la fase de comercialización. Sin embargo, es necesario hacer, en la provincia de Huelva, un estudio sobre la incidencia y severidad de los distintos patógenos causantes de estas enfermedades.

De todas formas, las observaciones realizadas tanto en campo como en laboratorio nos indican que en la campaña 99/00, aunque se vieron fresas atacadas por los hongos citados en Australia por WASHINGTON (1995), el agente más frecuentemente encontrado en la zona fresera oeste de la provincia (Cartaya e Isla Cristina) fue *Botrytis cinerea*, dominante en las podredumbres habidas en campo, en cámara y a temperatura ambiente. En la campaña 00/01, en la zona este (El

Rocío-Almonte), la mayoría de los frutos desechados como no comercializables tenían ataques de *Botritis* o de Oídio y, a la salida de la cámara, casi todas las podredumbres, en apreciación visual, estuvieron causadas por *Botritis*.

### Efecto de los tratamientos fungicidas

#### Estudio de la eficacia de ocho fungicidas. Campaña 99/00

En esta campaña en nuestros ensayos se realizaron dos aplicaciones y los resultados (Cuadro 7) nos muestran que las materias activas de los tres compuestos comerciales, que mostraron mejor eficacia en el control de las podredumbres post-recolección en la mayoría de las 33 evaluaciones fueron consistentemente Ciprodinil + Fludioxinil, Fenhexamida y Kresoxim-metil, no autorizado para su uso en fresa.

Con las dos aplicaciones realizadas, la eficacia sobre las podredumbres totales fue baja, así p. ej. en las 12 valoraciones reflejadas en el Cuadro 8 del estudio 2 (ensayo 2), la eficacia Abbot Ciprodinil+Fludioxinil no llegó al 39% tras 5 días de almacenamiento en frío y disminuyó hasta el 9,7% para ese mismo producto tras un almacenaje de 15 días en cámara frigorífica.

En los tres experimentos hechos por WASHINGTON *et al.* (1992), aplicaron los fungicidas semanalmente hasta un total de 6-7 tratamientos, y las eficacias máximas en el control de las podredumbres totales en campo fueron de 44, 92 y 62%, adecuadas sólo para la Diclofluanida en el 2º de los experimentos. En los otros dos experimentos, y a pesar de la reiteración de las aplicaciones, sólo se consiguieron unas eficacias similares a las obtenidas por nosotros al estudiar la degradación post-recolección en frío.

Fosetil-Al se situó en 4º lugar en nuestros ensayos, indicando en algunos casos la pre-

sencia de *P. cactorum*, que también fue controlada por este producto en los experimentos de WASHINGTON *et al.* (1992). Sin embargo el control ejercido sobre los otros tres hongos considerados fue muy bajo por lo que su uso sólo sería recomendable en situaciones muy concretas.

Las carboximidazoles Iprodiona y Vinclozolina, fungicidas que en los 80, sustituyeron a los bencimidazoles por los problemas de resistencias que presentaban éstos en el control de las botritis, nos dieron eficacias bajas y similares a la del Benomilo. En Australia, en 1992 (WASHINGTON *et al.*), también encontraron resultados muy pobres, por resistencias cruzadas entre las carboxamidazoles (e incluso de éstas con la Diclofluanida), y por su escasa actividad frente a *C. acutatum* y *P. cactorum*.

Diversos autores han propuesto el uso de especies de *Trichoderma* frente a patógenos muy diversos, pero la especie y cepa empleada debe ser cuidadosamente elegida. En este caso el producto comercial probado mostró una actividad nula en el control de las podredumbres post-recolección, las cuales están influidas por las habidas en campo antes de la cosecha. No se nos oculta que el control biológico de *B. cinerea* presenta posibilidades (SUTTON, 1995) pero el microorganismo antagonista, su técnica de aplicación y la compatibilidad con las otras prácticas del cultivo deben ser puestas a punto en nuestras condiciones, teniendo en cuenta que el oídio es la enfermedad foliar más importante en Huelva y la que más tratamientos fungicidas requiere (DUHART *et al.*, 1999). Estos estudios, por supuesto necesarios, se salen de los objetivos del presente trabajo.

Las consideraciones expuestas nos indican que los productos formulados con las materias activas más novedosas (Ciprodinil + Fludioxinil y Fenhexamida) fueron los que mostraron un mejor control de las podredumbres durante los periodos posteriores a la recolección y por ello incluidos en el nuevo Reglamento Específico de Producción Integrada de Fresa en Andalucía (Orden de 9 de noviembre de 2000).

### **Respuesta a tres fungicidas. Campaña 00/01**

Cuando estudiamos la influencia de los tratamientos fungicidas en la cosecha comercializable (Cuadro 9), los rendimientos más altos se consiguieron en las parcelas tratadas con Ciprodinil + Fludioxinil y con Fenhexamida, que ejercieron control sobre los ataques de botritis y oídio presentes en dichos ensayos. En las 4 recolecciones del ensayo 3 y en la 1ª del ensayo 4, la fruta comercializable llegó en muy buen estado al proceso de enfriamiento y la degradación tras 2 o 3 días a menos de 4°C fue nula incluso en los testigos sin tratamiento. Al avanzar la fecha de recolección, en el mes de abril y cuando las parcelas habían sido tratadas 4 veces, 15/1, 30/1, 14/3 y 27/3, según se expone en el Cuadro 5, existieron podredumbres a la salida de la cámara, entre un 3,9 y un 7,0%, sin diferencias con el testigo pero con una eficacia del 44% para la Fenhexamida, dentro del orden de las encontradas en este tipo de ensayos. De todas formas es conocido que la importancia de los tratamientos antibotritis es menor cuando la incidencia de la enfermedad es baja.

En la degradación a temperatura ambiente sí se formaron claramente dos grupos de respuesta mostrando los dos fungicidas citados, Cuadro 11, mejores resultados que el Quitosano y el Testigo. Como era de esperar, tanto en estos ensayos como en los realizados en la Campaña 99/00, datos no mostrados, las podredumbres en almacenaje estuvieron muy influenciadas por la fecha de la recolección o sea por las condiciones ambientales previas a la misma, que determinaron el estado en que la fruta llegó al almacén de confección.

Los trabajos de Legard en Florida (BLACHARSKI *et al.*, 2001, LEGARD *et al.*, 2001) demuestran que, en sus condiciones, son necesarias aplicaciones tempranas y tardías, recomendando usar Captan semanalmente entre noviembre y enero y hacer además cuatro aplicaciones de Fenhexamida entre

mediados de enero y comienzos de febrero, época que coincide con su floración tardía. Estos investigadores consideran especialmente importantes los tratamientos dentro de los días de floración. De nuestros ensayos se deduce que en floración se pueden usar dos fungicidas con tres materias activas entre las cuales no son de esperar las resistencias cruzadas, aunque en España ya se han detectado resistencia a las anilino pirimidinas (MELGAREJO, 2002). El momento de aplicación se puede determinar con más exactitud en futuros trabajos en que entren variedades con diferentes hábitos de floración.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de los realizados dentro del Convenio para el Programa de Producción Integrada en el cultivo de la fresa entre la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y Freshuelva. Los autores agradecen a los directivos y técnicos de Hortícola de Cartaya S.C.A.A., Macía Ciscar S.A. y La Tiesa S.A. por todas las facilidades prestadas tanto en sus campos como en sus almacenes de confección. A Carmen Contreras y Nazareth Delgado por su valiosa asistencia técnica en laboratorio.

## ABSTRACT

BASCÓN J., L. GONZÁLEZ, J.I. PÁEZ, J.M. VEGA, F. MONTES. 2003. Effects of preharvest treatments with fungicides on strawberry yield and postharvest fruit rots. *Bol. San. Veg. Plagas*, 29: 441-452.

Strawberry fruit rots initiate in the field and continues during postharvest management. *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Phytophthora* and *Rhizopus* species are involved, and its relative incidence depends on environmental conditions. Cultural methods as well as preharvest fungicidal sprays and proper post-harvest methods are necessary to control fruit rots.

In this work, we study the effect of different active ingredients on fruit production and disease control. On the 99/00 season, with high disease pressure, eight commercial fungicides, Cyprodinil+Fludioxonil, Fenhexamid, Kresoxim-methyl, Fosetyl-Al, Vinclozolin, Iprodione, Benomyl y *Trichoderma* spp, were screened for efficacy on two farms in Cartaya and Isla Cristina (Huelva, Southwest of Spain). Two sprays were made at each experiment and a total of seven consecutive harvests were realized. Fruits harvested were stored under cold temperature, its degradation was measured after different elapsed periods, then placed at room temperature and fruit rots were also evaluated. After 33 evaluations, Cyprodinil+Fludioxonil and Fenhexamid ranked firsts in efficacy.

During the 00/01 season, under low disease pressure, three fungicides were screened (Cyprodinil + Fludioxonil, Fenhexamid and Chitosan), on two experiments located at Almonte (Huelva, Southwest of Spain). Crop was harvested seven consecutive times and evaluated as previously described. Cyprodinil + Fludioxonil, Fenhexamid improved marketable strawberries cropped and some post-harvest fruit rot was also controlled. Cyprodinil + Fludioxonil and Fenhexamid were proposed to be used under Andalucian Regulation for Integrated strawberry Production.

**Key words:** *Botrytis cinerea*, strawberry, rot fruit, postharvest, control

## REFERENCIAS

- ANTONIACCI, L.; COBELLI, L.; DE PAOLI, E. y GENGOTTI, S., 2000: Prove di difesa antibiotritica su fragola in pieno campo. *Informatore Fitopatologico*. 5: 45-51.
- BLACHARSKI, R.W.; BARTZ, J.A.; XIAO, C.L. y LEGARD, D.E., 2001: Control of postharvest *Botrytis* fruit rot with preharvest fungicide applications in annual strawberry. *Plant Disease*. 85: 597-602.
- DUHART, M.E.; MONTES, F.; PAEZ, J.I. y VEGA, J. M., 1999: El oídio de la fresa en Huelva. *Phytoma España*, 109: 28-39.

- LEGARD, D.E., 2002: Epidemiología y control de Botritis y Antracnosis en fruto de fresa en el estado de Florida. Conferencia en la Universidad de Huelva, 3/4/2002.
- LEGARD, D.E.; XIAO, C.L.; MERTELY, J.C. y CHANDLER, C.K., 2001: Management of Botrytis fruit rot in annual winter strawberry using captan, thiram and iprodione. *Plant Disease* 85: 31-39.
- MELGAREJO, P., 2002: Problemática del control de *Botrytis cinerea* en los cultivos protegidos de Almería. Ponencia presentada en el XI Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Almería, 14-18 de octubre.
- Orden 15 de noviembre de 1996 por la que se aprueba el Reglamento específico de Producción Integrada de Fresas. BOJA nº 138 de 30/11/1996.
- Orden 9 de noviembre de 2000 por la que se aprueba el Reglamento específico de Producción Integrada de Fresas. BOJA nº 142 de 9/12/2000.
- SUTTON, J.C. , 1995: Evaluation of micro-organisms for biocontrol: *Botrytis cinerea* and strawberry, a case study. En : Hamblin et al. (eds). *Advances in Plant Pathology*, 11:174-190. Academic Press, London, U.K.
- TELLO, J.; PAEZ, J.I.; VEGA, J.M.; DUHART, M.E.; GONZALEZ, L., 1996: Enfermedades del fresón. *Hortoinformación suplemento* Abril. 30pp
- WASHINGTON, W.S.; SHANMUGANATHAN, N. y FORBES, C., 1992: Fungicide control of strawberry fruit rots, and the field occurrence of resistance of *Botrytis cinerea* to iprodione, benomyl and dichlofluanid. *Crop Protection*. 11: 355-360.

(Recepción: 6 noviembre 2002)

(Aceptación: 13 marzo 2003)