

ESTUDIOS SOBRE EL PODRIDO DEL AGUACATE EN POSCOSECHA.

J.M. Hermoso¹ y J.M. Farré²

¹ **Estación Experimental La Mayora (CSIC). 29750 Algarrobo Costa. Málaga. España.**

² **Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churriana. 29140. Málaga. España. Correo electrónico: tropicalesfasip@terra.es**

RESUMEN

Tratamientos en pre y posfloración de oxiclورو de cobre, caldo bordelés, silicato potásico y fosfato bicálcico ó de cobre de diciembre a mayo, no redujeron el desarrollo de *Colletotrichum gloeosporoides* en epidermis (C.g.) ni el podrido de pedúnculo (P.P.). Tampoco se redujo en general con inmersiones (a 50-55°C durante 3-5 minutos), duchas (a 60-70°C durante 20 segundos) o calentamiento por infrarrojos, con o sin cepillado previo del fruto. Sólo la inmersión a 50°C durante 3 minutos de frutos cepillados redujo P.P. y C.g. Lamentablemente este tratamiento y todos los restantes con agua caliente ó infrarrojos provocaron daños estéticos por suberificación y (ó) enrojecimiento de lenticelas en más del 70% de las protuberancias de la epidermis. Varios tratamientos cicatrizantes aplicados al pedúnculo del fruto recién arrancado del árbol no redujeron el P.P. ni C.g. Un tratamiento de aire con 30% de CO₂, en flujo continuo a 7°C durante uno a tres días, no redujo el P.P. ni C.g. Con 40% de CO₂ durante 24 horas a 6.5°C se redujo incluso el porcentaje de frutos sanos. La maduración con etileno (20 ppm) a temperatura ambiente disminuyó, significativamente en algunos casos, el porcentaje de frutos sanos. En otros en cambio redujo la incidencia de P.P. La aplicación de vapor de vinagre durante 12 horas a temperatura ambiente disminuyó en algunos casos la incidencia de C.g. y P.P. pero no en otros. El tratamiento repetido del tronco del árbol con fosfito potásico redujo a veces la incidencia de podrido de fruto aunque los resultados no eran consistentes entre parcelas y años. En tres años no se observaron diferencias en P.P. entre frutos recogidos con ó sin pedúnculo.

Palabras Clave: Hass, Harvest, podrido por pedúnculo, *Colletotrichum gloeosporoides*.

INTRODUCCIÓN

La epidermis del fruto del aguacate en España, al igual que ocurre en otros países (Zauberman et al., 1975) es atacada regularmente por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides* (C.g.) (Charles, 2001). Un complejo de hongos, que incluye C.g., es responsable de la pudrición por el extremo peduncular. El objetivo de estos trabajos era estudiar el efecto de tratamientos pre y poscosecha en la prevención y control de estas enfermedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos de campo

Ensayo 1. Los siguientes tratamientos se aplicaron por pulverización, mensualmente de diciembre a mayo, previo a la recogida, a árboles enteros de Hass: caldo bordelés ácido, básico y neutro, oxiclورو de cobre, silicato potásico, silicato potásico + fosfato bicálcico y agua.

Ensayo 2. Los mismos tratamientos se aplicaron por inmersión a frutos individuales del cv. Harvest en los periodos diciembre-febrero y marzo-abril. Para más detalles puede consultarse M.J. García (2000).

Ensayo 3. Se aplicaron, a árboles de Hass, tres tratamientos, uno en prefloración y dos tras el cuajado, de oxiclورو de cobre (70% Cu) a 1.78 g.l⁻¹.

Ensayo 4. Cuatro tratamientos de silicato potásico (24% SiO₂) se aplicaron a árboles de Hass, uno en prefloración, dos en floración y uno tras el cuajado. La concentración aplicada era del 0.5% con Nu-film 17 (0.1%) como mojante y H₃PO₄ (0.11%) hasta pH 5.8 en el caldo. Para más detalle puede consultarse Charles (2001).

Ensayo 5. En dos cosechas se estudiaron frutos de dos parcelas de Hass sobre patrón mejicano que recibían anualmente en filas alternas 2-3 pulverizaciones al tronco de ácido fosforoso-fosfito potásico en el período noviembre-febrero. La parcela de 20 años de edad, a marco de 8x8 m, recibía en cada aplicación 278 cm³.árbol⁻¹ pulverizados al tronco. La de 27 años de edad, a marco de 16 x 8 m, recibía el doble. La solución aplicada tenía 18.4% de H₃PO₃ parcialmente neutralizado hasta pH 6.5 con KOH.

Recogida con o sin pedúnculo. Se compararon frutos recogidos con ó sin pedúnculo en 2000 al final del período de recogida (25 frutos de media en 7 fechas de 22 de mayo a 4 de julio). En 2001 se compararon tres fases del período de recogida (fines de febrero, marzo y mayo, con 112 frutos por fecha y método de recogida). En 2002 se repitió el estudio de fines de marzo (período medio de recogida) con 160 frutos por método.

En frutos recogidos sin pedúnculo se aplicaron a la herida abierta los siguientes productos: talco, 4 tipos de arcillas, bicarbonato sódico, gel de ácido silícico, ajo en polvo, cola de caballo en polvo ó extracto líquido, extracto de própolis, cloruro cálcico ó yeso.

Influencia del rocío. Se compararon en 3 fases de la recogida, febrero, marzo y mayo, los efectos de la presencia de rocío en el podrido. Se recogieron para ello frutos a las 8:30, con rocío, y a las 13 horas sin rocío.

Tratamientos en poscosecha

Calor por inmersión. Cuarenta frutos de Hass por tratamiento se trataron por inmersión en baño termostático a 50, 52.5 ó 55°C durante 3 ó 5 minutos, con ó sin cepillado previo. Tras el tratamiento se mantuvieron a 5°C durante una semana, dejándose después madurar a temperatura ambiente.

Calentamiento por infrarrojos. Cada fruto se colocó sobre rodillos giratorios, a 20 cm bajo una lámpara de 250 w, durante 3, 5 ó 7 minutos. La mitad de ellos eran previamente cepillados. Tras el tratamiento los frutos se almacenaron 11 días a 5°C para madurar después a temperatura ambiente.

Ducha caliente. Cada fruto se sometió a una ducha de caudal 0.6 l.s⁻¹ con agua a 60 ó 70°C durante 20 s. Tras el tratamiento se mantuvieron a 5°C durante 7 días antes de madurar a temperatura ambiente.

Enfriamiento rápido tras la recogida. Se compararon los siguientes manejos tras la cosecha: maduración a temperatura ambiente (26°C aproximadamente), refrigeración ultrarrápida por inmersión en baño a 2.5°C hasta que la temperatura de la semilla alcanzaba los 3°C (este proceso tardaba unos 60 minutos), refrigeración en cámara a 5°C cuatro horas tras la recogida y refrigeración a 5°C veinte horas tras la recogida. Excepto los testigos, todos los frutos se mantuvieron 7 días a 5°C antes de pasar a madurar a temperatura ambiente.

Influencia del etileno en el podrido y el ablandamiento del fruto. Se compararon varios tratamientos de etileno (20 ppm) aplicados durante 24 horas a temperatura ambiente (27°C), en flujo continuo (etileno 20 ppm-O₂ 21%-N₂ resto). Cada lote tenía 48 frutos (6 frutos.árbol⁻¹ x 8 árboles). Se compararon varios manejos del fruto antes y después del tratamiento, así como temperaturas de almacenamiento (tabla 1).

Tratamientos de choque con CO₂. En dos años se estudió el efecto de tratamientos de choque con 30 ó 40 por ciento de CO₂. El 30% CO₂ estaba además compuesto por 21% O₂ y 49% N₂. Con él se ensayaron tratamientos de 24, 48 y 72 horas de duración en flujo continuo a 7°C. Al principio de cada ensayo el aire de la pequeña cámara de tratamiento se renovaba totalmente en 6 h 20 min., considerándose este momento como inicio del tratamiento. A partir de entonces el flujo se reducía para proporcionar una renovación cada 3 h 10 min. El gas con 40% CO₂ tenía además 12.6% O₂ y 47.4% N₂, aplicándose durante 24 h a 6.5°C ó 24°C.

Aplicación de vinagre en líquido o vapor. Se aplicó en frío vinagre de manzana de 5.1^a (porcentaje de ácido acético) cepillando cada fruto con brocha plástica (6 cm de longitud, 1.5 cm de anchura y 0.1 mm de diámetro de cerda) durante 30 segundos. El vapor de vinagre se aplicó durante 12 ó 24 horas. Los volúmenes evaporados fueron 0.5, 2.5, 5 ó 10 cm³ para 25 frutos cerrados en cajas herméticas de 15-19 l de capacidad. La utilización de un pequeño calentador-evaporador y de un ventilador aumentó la temperatura durante el tratamiento a 27.5°C, dos grados por encima de la temperatura ambiente. El aire interior se mantuvo saturado con agua libre. Se compararon dos temperaturas de tratamiento, ambiente (26°C aproximadamente) y 6.5 °C. Asimismo, se compararon frutos cepillados ó no antes del tratamiento.

Influencia del árbol. Para conocer la variabilidad entre árboles, se estudiaron 20 frutos de cada uno de los 45 árboles aparentemente uniformes de una misma parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tratamientos de campo. Ninguno de los tratamientos aplicados a árboles enteros de Hass (ensayo 1) o frutos individuales de Harvest (ensayo 2), de diciembre a mayo, redujo el podrido de piel o de pedúnculo (García, 2000). Tampoco se obtuvieron resultados positivos con los tratamientos de oxiclورو de cobre en prefloración y cuajado (ensayo 3) (Charles, 2001) o de silicato potásico en prefloración, floración y cuajado (ensayo 4).

En el primer año estudiado los árboles tratados con fosfito potásico-ácido fosforoso (ensayo 5) mostraron menor incidencia de podrido de frutos, significativa en el caso de frutos totalmente podridos. En el segundo año no se observaron diferencias en podrido de piel o de pedúnculo.

Recogida con ó sin pedúnculo. En la tabla 3 se resumen los resultados de los tres años. Los frutos recogidos con pedúnculo tenían habitualmente ligeramente mayor podrido por pedúnculo y mayor porcentaje de frutos totalmente podridos. Por el contrario tenían mayores porcentajes de frutos totalmente sanos. Analizados conjuntamente los tres años, el tiempo medio de ablandamiento resultó idéntico para ambos métodos de recogida. En la mayoría de las fechas estudiadas las diferencias no eran estadísticamente significativas. Ninguno de los productos aplicados a los frutos recogidos sin pedúnculo redujo consistentemente el podrido por pedúnculo.

Influencia del rocío. La presencia de rocío aumentó el porcentaje de frutos totalmente sanos en las tres fechas estudiadas, pero sólo en una de ellas las diferencias eran estadísticamente significativas. Sólo en febrero el rocío aumentó significativamente el porcentaje de frutos totalmente podridos y podridos por pedúnculo. Las diferencias en marzo y mayo eran poco consistentes.

Tratamientos en poscosecha

Calor por inmersión. Todos los tratamientos causaron suberificación de lenticelas y manchas marrones en piel. Sólo el tratamiento de 50°C/3 minutos con cepillado previo disminuyó el porcentaje de frutos totalmente podridos, aumentando el de totalmente sanos.

Calentamiento por infrarrojos. Todos los tratamientos, aunque en mayor grado los cepillados, indujeron lenticelas rojas en piel, sin afectar al podrido.

Calentamiento por ducha en poscosecha. A 60-70°C se produjeron manchas marrones en piel pero no a 55°C. La incidencia de podrido en piel y pedúnculo aumentó significativamente sólo con el tratamiento a 55°C.

Enfriamiento rápido tras la recogida. No se observaron diferencias entre tratamientos en podrido de piel. El enfriamiento rápido por inmersión a 2.5°C disminuyó la incidencia de podrido de pedúnculo, aumentando la de frutos totalmente podridos aunque no significativamente.

Influencia del etileno en el podrido y el ablandamiento del fruto. El tratamiento con etileno incrementó en varios de los tratamientos el podrido en piel de forma significativa (tabla 2). Los porcentajes más bajos de frutos sanos se registraron cuando, tras el tratamiento con etileno, los frutos se introducían sin demora en la cámara de refrigeración a 6.5 ó 4.5°C. El retraso en la introducción en cámara frigorífica de los frutos testigo durante 48 horas aumentó ligeramente el podrido, aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas. Varios tratamientos con etileno redujeron significativamente el podrido por pedúnculo respecto al testigo con introducción inmediata en la cámara frigorífica. Como era de esperar, todos los tratamientos con etileno redujeron significativamente el tiempo de ablandamiento.

Tratamientos de choque con CO₂. En general los efectos de los tratamientos fueron pequeños y poco consistentes a diferencia de los resultados de Prusky et al. (1993). Sólo el 30% CO₂-24 h-7°C redujo significativamente el podrido de pedúnculo. El porcentaje de frutos sanos aumentó sig-

nificativamente sólo con 40% CO₂-24 h-7°C. Ninguno de los tratamientos afectó al porcentaje de frutos totalmente podridos. Las diferencias entre resultados pudieron ser debidas al proceso de infección. Aquí se utilizó la infección natural en campo con formación de apresorio. En cambio Prusky et al. (1993) aplicaron una suspensión de esporas a una herida en piel tras la cosecha.

Aplicación de vinagre en líquido ó vapor. En dos estudios preliminares el cepillado previo con tratamiento durante 12 horas de 2.5 cm³ de vinagre evaporado a temperatura ambiente, redujo significativamente el porcentaje de frutos podridos. Sin embargo estos resultados no se pudieron confirmar en los estudios posteriores más amplios. En ningún caso se obtuvieron resultados positivos cuando se utilizaron mayores ó menores concentraciones, mayores tiempos de aplicación ó aplicaciones en frigorífico (6.5°C). Tampoco el cepillado redujo el podrido.

Influencia del árbol. En la figura 1 se muestra la distribución de frecuencias en el porcentaje de frutos sanos por árbol. Esta amplia variabilidad implica que para mejorar la precisión de los experimentos es recomendable utilizar el árbol como bloque en los estudios en poscosecha. El análisis estadístico de las diferencias (figura 2) indica que el 68 por ciento de las mismas se explican por el peso medio blando del fruto, que probablemente esté altamente correlacionado con la longitud media del brote vegetativo. La relativamente alta correlación entre los porcentajes de frutos sanos y totalmente podridos a nivel árbol (figura 3) puede permitir prescindir de uno de ellos en el análisis de experimentos de poscosecha.

BIBLIOGRAFÍA

CHARLES C 2001. Les maladies de post-recolte de l'avocat (*Persea americana*) cv. Hass en Espagne. Memoir fin d'études. ENSHAP. Angers.

GARCÍA HARO MJ 2000. Control de *Colletotrichum gloeosporoides* y podrido de pedúnculo en aguacate. Ensayo de pre y poscosecha. Trabajo fin de carrera. EUITA. Sevilla.

PRUSKY D, PLUMBIEY RA, KOLIBER I, ZAUBERMAN G & FUCHS Y 1993. The effect of elevated CO₂ levels on the symptom expression of *C. gloeosporoides* on avocado fruit. *Plant pathology* 42:900-904.

ZAUBERMAN G, SCHIFFMANN-NADEL M, FUCHS Y & YANKO U 1975. La biologie et la pathogénicité des champignons causant les pourritures de l'avocat après récolte. *Fruits* 30 (7-8):499-502.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible por la colaboración de las Cajas Rurales de Granada y Málaga (hoy Cajamar) y de Air Liquide España.

Figura 1. Variabilidad por árbol en porcentaje de frutos sanos (%)

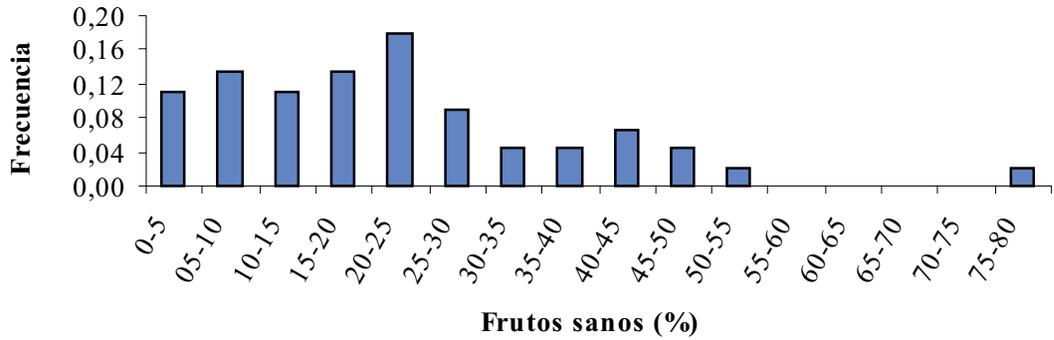


Figura 2. Relación calibre / frutos sanos

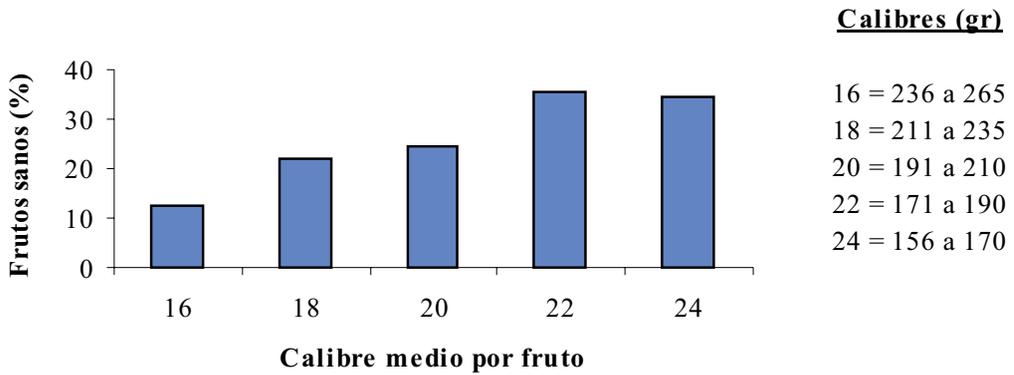


Figura 3. Regresión frutos sanos / totalmente podridos

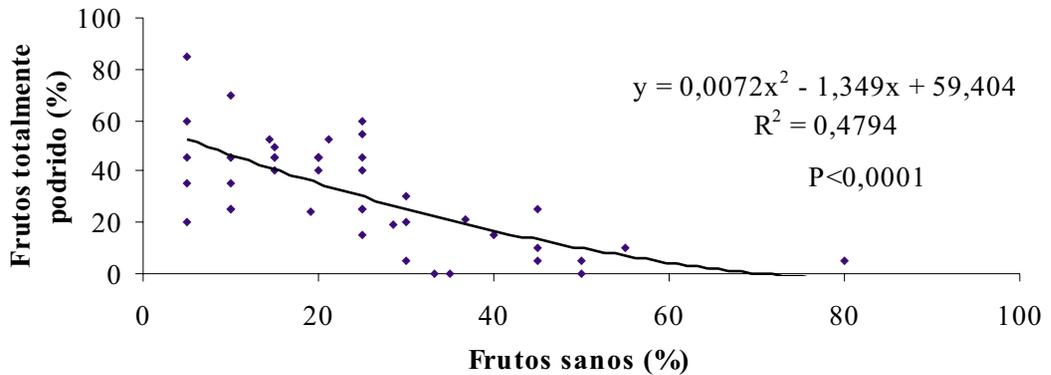


Tabla 1. Tratamientos de etileno

Tratamiento	Antes de tratamiento	C2H4 (24 h)	Después de tratamiento	Conservación frigorífica	Maduración (27°C)
A	18 h-25 °C	si	18 h-25 °C	5 días-6.5°C	
B	24 h-25 °C	si	-	6 días-6.5°C	
C	24 h-25 °C	si	18 h-25 °C	12 días-4.5°C	
D	24 h-25 °C	si	-	12 días-4.5°C	
Testigo1	48 h-25 °C	no	-	6 días-6.5°C	
Testigo2	-	no	-	7 días-6.5°C	

Tabla 2. Influencia del etileno en el podrido y la maduración de frutos (%)

Tratamiento	Sanos	Totalmente podridos	Podridos por pedúnculo	Ablandamiento (días)
A	34.0 abc	11.4 a	17.0 ab	5.6 a
B	22.9 a	22.9 a	22.9 bc	6.2 a
C	31.3 ab	18.8 a	27.1 bc	5.8 a
D	22.9 a	22.9 a	6.2 a	5.7 a
Testigo 1	47.9 bc	18.8 a	33.3 bc	8.4 b
Testigo 2	52.1 c	8.3 a	41.7 c	9.4 c
N.S. %	95	N.S.	95	95

Tabla 3. Recogida con ó sin pedúnculo

Pedúnculo	Podrido por pedúnculo (%)			Media 2000/2001/2002		
	2000 22/5-4/7	2001 feb-may	2002 marzo	Totalmente podridos(%)	Sanos (%)	Ablandamiento (días)
Con	28.9	6.8	5.1	17.8	37.4	14.6
Sin	19.3	5.4	3.0	15.7	32.9	14.6
N.S. (%)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.