

PODRIDO EN POSCOSECHA DEL AGUACATE HASS. EFECTOS DE LAS TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN Y MADURACIÓN. INFLUENCIA DEL ETILENO

J. M. Hermoso¹ y J. M. Farré²

¹ Estación Exp. La Mayora. C.S.I.C. 29750 Algarrobo-Costa. Málaga. España.

Correo electrónico: jmhermoso@eelm.csic.es

² IFAPA de Málaga. Cortijo de la Cruz. 29140 Churriana. Málaga. España.

En 2005 la incidencia de podrido fue baja, probablemente por tener los árboles bajo vigor vegetativo y ser la primavera seca. Se realizaron tres ensayos, con el mismo grupo de árboles e idénticos tratamientos, a lo largo de la última fase del periodo habitual de cosecha (27/4, 19/5 y 14/6). El número de árboles, que se consideraron como bloques a efecto estadístico, varió entre 15 y 20 en los tres ensayos. Después de una conservación frigorífica de 12.5 días a 6.5° C se compararon tres temperaturas de maduración, 15° C, 17.5° C y 20° C, con o sin una inyección de etileno (24 h – 54 ppm) aplicada 1 día tras el inicio de la maduración. Sin conservación frigorífica previa, se compararon las tres temperaturas de maduración 15° C, 17.5° C y 20° C, con la misma inyección de etileno aplicada 1 ó 2 días tras el inicio de la maduración. Como tratamientos testigo se utilizaron la maduración directa, sin conservación frigorífica previa, a 20° C ó a temperatura ambiente.

El periodo de ablandamiento se redujo significativamente, entre 2 y 3 días, al subir la temperatura de maduración de 15° a 20° C. La reducción fue menor con la aplicación de etileno, de 2 días en algún ensayo a 15° C pero casi nula a mayores temperaturas. La aplicación 2 días en lugar de 1 día tras el inicio de la maduración redujo aún más esta diferencia.

La incidencia de los tratamientos en el podrido, tanto de pedúnculo como de pared varió algo en los diferentes ensayos. En general la maduración a temperatura ambiente aumentó ligeramente la incidencia de podrido respecto a la maduración a 20° C. En la mayoría de los ensayos la incidencia de podrido era ligeramente mayor a 20° C que a 17.5° ó 15° C, aunque lo contrario se observó en algún caso.

El tratamiento con etileno 1 ó 2 días tras el inicio de la maduración, con o sin un período de conservación previo a 6.5° C, no afectaba claramente la incidencia de podrido.

Palabras clave: Podrido de fruto. Podrido de pared. Podrido de pedúnculo.

POSTHARVEST ROTTING OF HASS AVOCADOS, EFFECTS OF STORAGE AND RIPENING TEMPERATURES AND INFLUENCE OF ETHYLENE

J.M.Hermoso¹ and J.M.Farré²,

¹ Estación Exp. La Mayora. C.S.I.C. 29750 Algarrobo-Costa, Málaga, España.

E-mail: jmhermoso@eelm.csic.es

² IFAPA de Málaga. Cortijo de la Cruz. 29140 Churriana, Málaga, España.

In 2005, the incidence of rotting was low, probably due to the low vigour of the trees and the dry spring. Three experiments, in the same set of trees and identical treatments, were performed in late season (4/27, 5/19 and 6/14). The number of trees, used as statistical blocks, varied between 15 and 20 in the three experiments. After 12.5 days of storage at 6.5° C, three ripening temperatures, 15° C, 17.5° C and 20° C were compared, with or without an ethylene treatment (24 h – 54 ppm) applied 1 day after the start of the ripening period. Without previous cold storage, three ripening temperatures 15° C, 17.5° C and 20° C were compared, with the same ethylene treatment applied 1 or 2 days after the start of ripening period. Control treatments were directly ripened, without prior cold storage, at 20° C or ambient temperature.

The softening period was significantly reduced by 2 or 3 days, when the ripening temperature was increased from 15° C to 20° C. The decrease was smaller with 2-day application of ethylene in some of the experiments at 15° C but nearly null at higher temperatures. Application 2 days instead of 1 day after ripening initiation decreased this difference even more. Treatment effects on stem end and body rots varied somewhat in the three different experiments. Ripening at ambient temperature generally increased rots slightly when compared to 20° C ripening. In most cases, rotting was slightly higher at 20° C than at 17.5° C or 15° C, but the contrary was also observed.

Ethylene applied 1 or 2 days after ripening initiation, with or without a previous storage period at 6.5° C, did not clearly affect rotting.

Key words: Fruit rot. Body rot. Stem end rot.

INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado, en países con ambientes habitualmente secos (California) y húmedos (Nueva Zelanda), que el desarrollo de podrido de pared y de pedúnculo durante el proceso de ablandamiento del fruto puede reducirse tras un periodo de conservación a baja temperatura (4° – 6° C) de 1 ó 2 semanas con maduración a temperatura fresca (15° – 20° C) ó con inyección de etileno para reducir el periodo de ablandamiento (Arpaia et al, 2006), (Coates et al, 2001), (Dixon et al, 2003), (Hopkirk et al, 1994). Sin embargo en otros casos el etileno no redujo el podrido (Arpaia et al, 2003). Smilanik y Margosan (2001) concluyeron que la conservación

previa durante 1 ó 2 semanas a 5° C reducía el podrido de los frutos que posteriormente se maduraban con etileno. Gazit y Blumenfeld (1970) comprobaron que el retraso en 1 día del tratamiento de etileno tras la recogida aumenta sus efectos reduciendo el tiempo de ablandamiento. Por otra parte el etileno no activa el desarrollo de lesiones de *Colletotrichum gloeosporoides* (Prusky et al, 1996) y si acelera la maduración lo que podría reducir el desarrollo del hongo durante el ablandamiento del fruto. Los ensayos aquí presentados pretendían aclarar los efectos de un periodo de conservación a 6,5° C durante 12.5 días, con o sin la aplicación de etileno 1 ó 2 días tras la finalización del mismo, en el desarrollo del podrido durante la maduración a 15°, 17,5° ó 20° C.

MATERIALES Y MÉTODO

En 2005, tras una primavera seca y con baja incidencia de podrido se realizaron tres ensayos casi idénticos. Dos se iniciaron los días 27/4 y 19/5, en la última parte del periodo de recogida. El tercero se inició el 14/6 tras el final del periodo habitual de recogida.

Se compararon los siguientes tratamientos:

- Testigo. Sin conservación frigorífica previa. Madurado a 20° C y 60 % de Humedad Relativa (HR) en habitación climatizada.
- Testigo. Sin conservación frigorífica previa, madurado a temperatura ambiente en habitación ventilada (ambiente). La temperatura ambiente media de maduración fue de 21,5° C tras la primera cosecha, 22,9° C tras la segunda y 28,4° C tras la tercera.

En los tres ensayos se utilizaron entre 15 y 20 árboles como bloques con 4 frutos por tratamiento y árbol. Los resultados se procesaron con el programa Statgraphics plus 5.1. En las Tablas 1 y 2 se muestran las condiciones térmicas de conservación y maduración, con o sin aplicación de etileno, de los restantes tratamientos. El etileno se aplicó en flujo continuo a la dosis aproximada de 90 ppm durante 24 h, 1 ó 2 días tras el inicio de la maduración. En todos los casos excepto testigo madurado a temperatura ambiente, la renovación de aire era continua con el 25 % del volumen libre por hora. Durante la conservación, la HR era de 90 – 95 % y de aproximadamente el 75 % durante las maduraciones a 15°, 17,5° ó 20° C. En la maduración, sin conservación ni etileno, a 20° C la HR era aproximadamente el 60 % y a temperatura ambiente de aproximadamente el 54 % en habitación bien ventilada, con orientación Norte, sin insolación. Los frutos se recogían sin pedúnculo por la mañana, cuando las temperaturas eran frescas iniciándose los tratamientos diferenciales a mediodía 4 – 5 horas tras la recogida. El podrido se evaluaba en los frutos blandos diariamente. Los que debían evaluarse el domingo se conservaban a 6,5° C de sábado a lunes. Los frutos se partían en cuatro longitudinalmente. El podrido de pared se evaluaba como manchas en la parte interna de la epidermis. Se consideraban totalmente podridos los frutos con más del 30 % del interior de la epidermis manchada, cuando el número de manchas era ya difícil de apreciar. Se contabilizaron separadamente los frutos con alguna mancha superior a 1 cm de

diámetro de los que solo tenían manchas menores de 1 cm, que no afectaban a la pulpa. Los frutos limpios no tenían ninguna mancha grande ni pequeña. Se consideraban podridos por pedúnculo los frutos con más de 1 mm de pulpa oscura. Se excluían de esta evaluación los frutos totalmente podridos.

RESULTADOS

En casi todos los parámetros estudiados existía un claro efecto significativo del árbol en tiempo de ablandamiento e incidencia de podrido. El coeficiente de variación del tiempo de ablandamiento era poco consistente entre ensayos y tratamientos (datos no presentados).

El tiempo de ablandamiento aumentaba al disminuir la temperatura de maduración entre 20° y 15° C. En cambio disminuía con la conservación previa en frío y con la aplicación de etileno al inicio de la maduración. La inyección de etileno dos días tras el inicio de la maduración retrasaba, generalmente significativamente, el ablandamiento respecto a la inyección tras 1 día. La maduración continua a 20° C tenía una duración semejante al tratamiento ambiente en el Ensayo I, cuando la temperatura era de 21,5° C. En los ensayos II y III, con temperatura media ambiente de 22,9° y 28,4° C respectivamente, el tiempo de ablandamiento era algo inferior al de la maduración continua a 20° C.

En los madurados a temperatura ambiente el porcentaje de frutos limpios subió a lo largo del periodo de recogida, en paralelo con un ascenso progresivo de la temperatura y un descenso de la HR. La conservación en frío, con o sin la aplicación posterior de etileno, aumentó el porcentaje de frutos limpios en el Ensayo I pero no en los posteriores. Sin conservación en frío el porcentaje de frutos limpios era mayor cuando el etileno se aplicaba 1 día en lugar de 2 días tras la recogida, solo en el primer ensayo. Tras conservación en frío el podrido era similar con o sin tratamiento de etileno. El podrido de pedúnculo era generalmente mayor sin conservación frigorífica y maduración a 20° C, con o sin aplicación de etileno. Sin embargo no siempre eran significativas las diferencias. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con temperaturas controladas en pérdidas totales de peso durante el proceso total de conservación más maduración. En el Ensayo II estaban entre 4,6 y 6,1 % mientras que los madurados en condición Ambiente tuvieron mayores pérdidas (9.8 %).

CONCLUSIONES

Parece que cuando la incidencia de podrido es baja y la primavera seca los efectos de los tratamientos poscosecha en el podrido son generalmente pequeños, incluso con temperatura ambiente bastante elevada. Es posible que las relativamente altas HR durante la conservación (90 – 95%) y la maduración (75 %) en estos ensayos hayan aumentado el podrido respecto al testigo madurado a temperatura ambiente, con HR inferiores al 60 %. (Hermoso y Farré. Este volumen)

LITERATURA CITADA

- Arpaia M.L., Smilanick J., Margosan D., Woolf A., White A. 2003. Avocado postharvest quality. Proc. of the California Avocado Research Symposium: 125-139. California Avocado Commission.
- Arpaia M.L., Requejo-Jackman C., Woolf A., White A., Thomson J.F., Slaughter D.S., Tokar V. 2006. Avocado postharvest quality. Proc. of the California Avocado Research Symposium: 143-155. California Avocado Commission
- Coates L., Willingham S., Pegg K., Cooke T., Dean J., Langdon P. 2001. Field and postharvest management of avocado fruit diseases. New Zealand and Australia Avocado Growers' Conference 2001. www.avocadosource.com
- Dixon J., Pak H.A. Mandemaker A.J., Smith D.B., Elmsly T.A., Cutting J.G.M. 2003. Fruit age management. The key to successful long distance export of New Zealand avocados. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Granada-Málaga II: 623-628. Junta de Andalucía.
- Gazit S., Blumenfeld A. 1970. Response of mature avocado fruits to ethylene treatments before and after harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 (2): 229-231.
- Hopkirk G., White A., Beever D.J. Forbes S.K. 1994. Influence of postharvest temperatures and the rate of fruit ripening on internal postharvest rots and disorders of New Zealand 'Hass' avocado fruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 22: 305-311.
- Prusky D., Wattad C., Kobilier I. 1996. Effect of ethylene on activation of lesion development from quiescent infections of *Colletotrichum gloeosporoides* in avocado fruits. Molecular plant-microbe interactions 9 (9): 864-868.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible por la colaboración de Caja Rural de Granada y Cajamar.

Tabla 1. Ensayo I (27/4). Podrido del fruto y tiempo de maduración.
Experiment I (4/7). Fruit rots and ripening time.

a

TRATAMIENTO				Podrido de pared							
Conservación		Etileno	Maduración °C	% Podrido Total (*)		% Limpios (*)		% Con manchas grandes Ø>1cm (*)		% Con manchas pequeñas Ø<1cm (*)	
Días	°C										
NO	NO	NO	20	1,4	ab	75,0	bcd	9,5	abcde	14,2	abc
NO	NO	NO	Ambiente	3,8	abc	63,8	ab	17,5	e	15,0	abc
12,5	6,5	NO	15	0,0	a	72,9	bcd	9,0	abcde	18,2	bc
12,5	6,5	NO	17,5	4,3	abc	79,7	cd	1,8	a	14,3	abc
12,5	6,5	NO	20	0,0	a	78,8	cd	7,5	abc	13,8	abc
12,5	6,5	Tras 1 día	15	0,0	a	81,3	cd	5,0	ab	13,8	abc
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	1,4	ab	83,4	d	3,3	a	12,0	ab
12,5	6,5	Tras 1 día	20	1,2	ab	80,6	cd	10,3	abcde	8,0	ab
NO	NO	Tras 1 día	15	0,8	ab	84,9	d	5,8	ab	8,5	ab
NO	NO	Tras 1 día	17,5	2,5	abc	82,5	d	5,0	ab	10,0	ab
NO	NO	Tras 1 día	20	5,0	bc	69,6	abc	16,9	de	8,5	ab
NO	NO	Tras 2 día	15	1,3	ab	72,5	bcd	8,8	abcd	17,5	abc
NO	NO	Tras 2 día	17,5	6,3	c	73,8	bcd	12,5	bcde	7,5	a
NO	NO	Tras 2 día	20	3,6	abc	57,1	a	15,5	cde	23,8	c

b

Conservación		Etileno	Maduración °C	% Podrido pedúnculo (*) (***)		(mm) Profundidad Podrido pedúnculo (***)		Días en ablandar			
Días	°C							Total	En maduración		
NO	NO	NO	20	0,0	a	0,0	a	12,4	e	12,4	i
NO	NO	NO	Ambiente	1,3	ab	0,1	a	12,5	e	12,5	i
12,5	6,5	NO	15	1,5	ab	0,1	a	22,5	j	10,0	ef
12,5	6,5	NO	17,5	0,0	a	0,0	a	20,0	h	7,5	c
12,5	6,5	NO	20	1,3	ab	0,3	a	19,3	fg	6,8	ab
12,5	6,5	Tras 1 día	15	2,5	ab	0,2	a	21,2	i	8,7	d
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	0,0	a	0,0	a	19,5	g	7,0	b
12,5	6,5	Tras 1 día	20	0,3	a	0,0	a	19,0	f	6,5	a
NO	NO	Tras 1 día	15	0,2	a	0,0	a	11,1	d	11,1	h
NO	NO	Tras 1 día	17,5	1,3	ab	0,2	a	9,6	b	9,6	e
NO	NO	Tras 1 día	20	4,5	b	0,3	a	8,9	a	8,9	d
NO	NO	Tras 2 día	15	1,2	ab	0,1	a	12,6	e	12,6	i
NO	NO	Tras 2 día	17,5	1,3	ab	0,1	a	10,7	c	10,7	g
NO	NO	Tras 2 día	20	8,8	c	1,5	b	10,3	c	10,3	fg

(*) Porcentaje de frutos (incidencia).

(***) Excluyendo los frutos con podrido total.

Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

Tabla 2. Ensayo II (19/5). Podrido del fruto y tiempo de maduración.
Experiment II (5/19). Fruit rots and ripening time.

a

TRATAMIENTO				Podrido de pared							
Conservación		Etileno	Maduración n °C	% Podrido Total (*)		% Limpios (*)		% Con manchas grandes Ø>1cm (*)		% Con manchas pequeñas Ø<1cm (*)	
Días	°C										
NO	NO	NO	20	2,5	abc	63,8	abcd	7,5	a	26,3	cde
NO	NO	NO	Ambiente	2,7	abc	76,1	de	14,0	a	7,1	ab
12,5	6,5	NO	15	5,0	bc	71,3	bcde	5,0	a	18,8	bcd
12,5	6,5	NO	17,5	5,3	bc	72,0	bcde	11,2	a	11,6	ab
12,5	6,5	NO	20	2,5	abc	82,3	e	10,3	a	4,8	a
12,5	6,5	Tras 1 día	15	0,0	a	75,0	cde	7,5	a	17,5	bcd
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	0,0	a	80,0	e	7,5	a	12,5	ab
12,5	6,5	Tras 1 día	20	0,0	a	76,3	de	11,3	a	12,5	ab
NO	NO	Tras 1 día	15	1,8	abc	68,8	abcde	13,4	a	16,0	abc
NO	NO	Tras 1 día	17,5	2,6	abc	58,5	ab	5,5	a	33,4	e
NO	NO	Tras 1 día	20	1,4	ab	62,0	abc	10,8	a	25,8	cde
NO	NO	Tras 2 día	15	0,0	a	71,3	bcde	12,5	a	16,3	abc
NO	NO	Tras 2 día	17,5	6,3	c	56,3	a	8,8	a	28,8	de
NO	NO	Tras 2 día	20	2,5	abc	57,5	a	13,8	a	26,3	cde

b

Conservación		Etileno	Maduración °C	% Podrido pedúnculo (*)(***)		(mm) Profundidad Podrido pedúnculo (***)		Días en ablandar			
Días	°C							Total	En maduración		
NO	NO	NO	20	6,6	bcd	0,8	bcde	10,9	d	10,9	g
NO	NO	NO	Ambiente	4,2	abcd	0,5	abcde	10,5	c	10,5	f
12,5	6,5	NO	15	0,0	a	0,0	ab	23,9	j	11,4	h
12,5	6,5	NO	17,5	0,0	a	0,0	a	20,7	h	8,2	c
12,5	6,5	NO	20	1,7	ab	0,3	abcd	20,4	g	7,9	b
12,5	6,5	Tras 1 día	15	0,1	a	0,0	ab	21,5	i	9,0	d
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	0,0	a	0,0	a	20,6	gh	8,1	bc
12,5	6,5	Tras 1 día	20	0,0	a	0,0	ab	19,0	f	6,5	a
NO	NO	Tras 1 día	15	0,0	a	0,0	a	12,4	e	12,4	i
NO	NO	Tras 1 día	17,5	2,8	abc	0,1	abc	10,3	c	10,3	f
NO	NO	Tras 1 día	20	7,1	cd	1,2	e	8,9	a	8,9	d
NO	NO	Tras 2 día	15	0,0	a	0,0	a	12,4	e	12,4	i
NO	NO	Tras 2 día	17,5	5,6	bcd	0,9	cde	11,1	d	11,1	gh
NO	NO	Tras 2 día	20	9,4	d	1,1	de	9,6	b	9,6	e

(*) Porcentaje de frutos (incidencia).

(***) Excluyendo los frutos con podrido total.

Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

Tabla 3. Ensayo III (16/6). Podrido del fruto y tiempo de maduración.
Experiment III (6/14). Fruit rots and ripening time.

a

TRATAMIENTO				Podrido de pared							
Conservación		Etileno	Maduración n °C	% Podrido Total (*)		% Limpios (*)		% Con manchas grandes Ø>1cm (*)		% Con manchas pequeñas Ø<1cm (*)	
Días	°C										
NO	NO	NO	20	0,0	a	83,8	c	5,0	a	11,3	ab
NO	NO	NO	Ambiente	3,8	ab	82,5	c	5,0	a	8,8	a
12,5	6,5	NO	15	0,0	a	74,5	abc	7,4	ab	18,6	abc
12,5	6,5	NO	17,5	2,5	ab	78,8	bc	10,0	abc	8,8	a
12,5	6,5	NO	20	3,9	ab	63,7	a	19,1	c	13,3	abc
12,5	6,5	Tras 1 día	15	5,0	b	72,5	abc	7,5	ab	15,0	abc
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	1,3	ab	65,0	a	12,5	abc	21,3	bc
12,5	6,5	Tras 1 día	20	4,2	ab	68,1	ab	16,4	bc	11,4	ab
NO	NO	Tras 1 día	15	1,1	ab	66,0	ab	9,7	abc	23,1	c
NO	NO	Tras 1 día	17,5	1,2	ab	74,4	abc	10,2	abc	14,2	abc
NO	NO	Tras 1 día	20	1,3	ab	83,8	c	7,5	ab	7,5	a
NO	NO	Tras 2 día	15	0,0	a	78,8	bc	7,5	ab	13,8	abc
NO	NO	Tras 2 día	17,5	2,2	ab	75,9	abc	8,6	ab	13,3	abc
NO	NO	Tras 2 día	20	3,8	ab	71,3	abc	11,3	abc	13,8	abc

b

Conservación		Etileno	Maduración °C	% Podrido pedúnculo (*)(***)		(mm) Profundidad Podrido pedúnculo (***)		Días en ablandar			
Días	°C							Total	En maduración		
NO	NO	NO	20	2,5	ab	0,3	a	11,6	f	11,6	i
NO	NO	NO	Ambiente	3,8	b	1,2	b	10,1	d	10,1	ef
12,5	6,5	NO	15	1,7	ab	0,2	a	23,4	k	10,9	h
12,5	6,5	NO	17,5	0,0	a	0,0	a	22,7	j	10,2	f
12,5	6,5	NO	20	1,5	ab	0,1	a	21,6	h	9,1	c
12,5	6,5	Tras 1 día	15	1,3	ab	0,1	a	23,4	k	10,9	h
12,5	6,5	Tras 1 día	17,5	1,3	ab	0,4	a	22,1	i	9,6	d
12,5	6,5	Tras 1 día	20	4,4	b	0,8	ab	21,2	g	8,7	b
NO	NO	Tras 1 día	15	0,0	a	0,0	a	10,5	e	10,5	g
NO	NO	Tras 1 día	17,5	0,0	a	0,0	a	9,4	c	9,4	d
NO	NO	Tras 1 día	20	2,5	ab	0,6	ab	7,6	a	7,6	a
NO	NO	Tras 2 día	15	0,0	a	0,0	a	11,4	f	11,4	i
NO	NO	Tras 2 día	17,5	0,0	a	0,0	a	9,9	d	9,9	e
NO	NO	Tras 2 día	20	1,3	ab	0,1	a	8,9	b	8,9	bc

(*) Porcentaje de frutos (incidencia).

(***) Excluyendo los frutos con podrido total.

Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas al 95%.