

(S9-P148)

## ESTUDIO PRELIMINAR DEL USO DE RECUBRIMIENTOS DE QUITOSANO Y DE MICROORGANISMOS EFICACES EN EL CONTROL POSTCOSECHA DE LA PODREDUMBRE AZUL DE NARANJAS

**M. VARGAS, C. GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, A. CHIRALT y M. CHÁFER**

Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España, [mavarco@tal.upv.es](mailto:mavarco@tal.upv.es), 963877000, 963877369

**Palabras clave:** *Penicillium italicum* – antifúngico – cítricos – almacenamiento – calidad

### RESUMEN

Se analizó el efecto antifúngico de recubrimientos a base de quitosano, así como de una mezcla de microorganismos denominados “eficaces” (EM), como posibles tratamientos alternativos a los fungicidas sintéticos para el control de la podredumbre azul de naranjas, evaluándose además los principales aspectos de calidad de las naranjas durante dos semanas de almacenamiento a 25°C y 85% de humedad relativa. Para ello, se planificaron dos series experimentales. En la primera serie, se evaluó la capacidad antifúngica de la disolución madre de EM y de los siguientes recubrimientos comestibles: quitosano (1% p/p), quitosano (Q)+ metilcelulosa (MC) (1% y 1% p/p), y MC + EM (1% y 5% p/p). Como controles se utilizaron muestras no tratadas (C) y muestras tratadas con tiabendazol (TBZ) al 0.1% (p/p). Para ello, las naranjas (variedad Lane-Late) fueron inoculadas con *Penicillium italicum* a una dosis de  $10^5$  esporas·mL<sup>-1</sup>, evaluándose la evolución de la infección durante el almacenamiento en condiciones óptimas para el desarrollo fúngico. En la segunda serie experimental, se caracterizaron, al principio y final del almacenamiento, los principales parámetros de calidad de las naranjas tras aplicar los tratamientos con mayor efecto antifúngico. Los resultados mostraron que todos los tratamientos redujeron el crecimiento fúngico en comparación con las muestras no tratadas (C). Por otro lado, sólo las muestras tratadas con la disolución madre de EM y las muestras recubiertas con MC-EM al 5% mejoraron o igualaron, respectivamente, la capacidad antifúngica del TBZ. No se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en la pérdida de peso, color (tono y croma) y tasa respiratoria de las naranjas durante el almacenamiento.

### A PRELIMINARY STUDY ON THE USE OF COATINGS BASED ON CHITOSAN AND EFFICIENT MICROORGANISMS FOR POSTHARVEST CONTROL OF THE BLUE MOLD OF ORANGES

**Keywords:** *Penicillium italicum* - antifungal - citrus – storage-keeping quality

### ABSTRACT

The antifungal effect of coatings based on chitosan and a mixture of efficient microorganisms (EM) was analysed in order to obtain an alternative treatment to synthetic fungicides for the postharvest control of the blue mold decay of oranges. Moreover, fruit

quality was evaluated after ten days of storage at 25°C and 85% relative humidity. Two experimental trials were performed. Firstly, the antifungal effect of a EM commercial stock solution and the following coatings: chitosan (1 wt%), chitosan+methylcellulose (1 wt % and 1 wt%) and methylcellulose (MC) + EM (1% and 5% wt) was evaluated. Control samples were those non-treated samples (C) and treated with thiabendazole (TBZ) at 0.1 wt%. The antifungal effect of these formulations was evaluated in oranges (cv. Lane-Late) that were inoculated with *Penicillium italicum* spores ( $10^5$  spores·mL<sup>-1</sup>) and stored under the optimal fungal growth conditions. In the second trial, fruit quality was analysed in stored oranges that were treated with the formulations that showed antifungal effect.

Results showed that all treatments reduced fungal development in comparison with non-treated samples (C). On the other hand, only samples treated with EM stock solution and samples coated with MC-EM at 5% increased or showed the same antifungal effect as the ones treated with TBZ, respectively. After ten days of storage, no significant differences among the treatments were found in terms of weight loss, colour (hue and chroma) and respiration rate of oranges.

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales de la industria alimentaria van encaminadas hacia la obtención de alimentos más sanos y seguros, de acuerdo con los principios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.

Sin embargo, para el tratamiento postcosecha de la podredumbre de los cítricos se utilizan mayoritariamente productos químicos de síntesis (como el imazalil y el tiabendazol), fundamentalmente por la facilidad de aplicación y bajo coste. El uso masivo y, en ocasiones poco controlado, de estos productos genera una serie de problemas medioambientales y sanitarios. Así pues, el empleo de agentes antimicrobianos de origen natural para la conservación de frutas y hortalizas en fresco resulta especialmente interesante. En este sentido, el uso de agentes de biocontrol, como los llamados microorganismos eficaces (EM), así como de recubrimientos a base de compuestos antimicrobianos naturales, como el quitosano, constituye una alternativa para la conservación de postcosecha del fruto.

La tecnología de los microorganismos eficaces (EM) consiste en la utilización de un cultivo mixto de microorganismos, previamente seleccionados e identificados por su acción sinérgica benéfica al coexistir en un mismo medio, y de gran interés para su aplicación en la agricultura y medio ambiente. En la industria de alimentos, pese al escaso conocimiento y desarrollo, tiene un gran potencial de aplicación en diferentes ámbitos y en concreto se plantea como una alternativa viable y sostenible al uso de productos químicos de síntesis.

Por otra parte, el quitosano es un biopolímero con actividad antimicrobiana que se utiliza para la obtención de recubrimientos. Este polisacárido, que en medio ácido presenta carga positiva, se obtiene por desacetilación de la quitina y está constituido por unidades de glucosamina con uniones  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) (Hirano y Nagao, 1989). El quitosano presenta actividad antibacteriana y antifúngica, es biocompatible, biodegradable y no tóxico (Shahidi *et al.*, 1999). Por tanto, su uso constituye ser una alternativa para la conservación de frutas y hortalizas. Numerosos trabajos han demostrado la capacidad inhibitoria del quitosano frente a diversos microorganismos como *Listeria monocytogenes* (Coma *et al.*, 2002), *Staphilococcus aureus* (Coma *et al.*, 2003) o *Aspergillus niger* (Sebti *et al.*, 2005). Asimismo, la eficacia de recubrimientos a base de quitosano en el aumento de la vida útil postcosecha de diferentes frutas, como las cerezas (Romanazzi *et al.*, 2002), uvas (Romanazzi *et al.*, 2003) y fresas (El Gaouth *et al.*, 1991; Han *et al.*, 2004; Vargas *et al.*, 2006a) ha sido probada. Sin embargo, sólo

se dispone de algunos trabajos realizados con mandarinas (Chien *et al.*, 2005; Fornés *et al.*, 2005 ) y no existen estudios publicados sobre el efecto de recubrimientos de quitosano en naranjas.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar el efecto antifúngico del quitosano y de una mezcla de EM (aplicados directamente en el producto como solución o incorporadas en la formulación de recubrimientos de MC) en el control postcosecha del moho azul de las naranjas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recuperación del cultivo de *Penicillium italicum*

Los cultivos de *Penicillium italicum* fueron obtenidos a partir de cepas de hongos liofilizados suministrada por la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT). Una vez revivido el líofilo, según el protocolo recomendado por la CECT, los cultivos se conservaron y propagaron siguiendo el procedimiento descrito por Stern (2005).

### Preparación de las formulaciones

Se obtuvieron disoluciones stock de quitosano (Q) de alto peso molecular (Sigma-Aldrich, EEUU) y de metilcelulosa E15 (MC) (Dow Chemical Co., Midland, EEUU) siguiendo el procedimiento descrito por Vargas *et al.* (2006a) y Vargas *et al.* (2006b). La mezcla de microorganismos eficaces (EM) utilizada es un preparado comercial, constituido principalmente por *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Rhodopseudomonas palustris* y *Saccharomyces cerevisiae*. La composición de cada una de las formulaciones ensayadas se muestra en la Tabla 1.

### Materia prima

Naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) de la variedad Lane-Late, procedentes de cultivo ecológico y sin ningún tratamiento postcosecha. Las naranjas fueron recolectadas con un grado de madurez comercial y se almacenaron en el laboratorio por un periodo no superior de 2 días a 5°C y 85% de humedad relativa (HR). Previamente a la aplicación de los tratamientos, se equilibraron a la temperatura de trabajo (25°C).

### Caracterización de la materia prima

La medida del pH se realizó con un pH-metro Modelo C831 (Consort, Tumbhout, Bélgica). Los sólidos solubles totales se determinaron mediante un refractómetro Modelo 3T ABBE (ATAGO Co Ltd, Japón) termostataado a 22°C. Para la determinación de la acidez se utilizó el método AOAC 942.15 (AOAC, 1995), expresándose en g de ácido cítrico por 100 g de muestra. El índice de madurez (IM) se calculó como el cociente entre sólidos solubles y acidez. Todas las determinaciones se realizaron en diez muestras para cada uno de los lotes ensayados.

### Aplicación de los tratamientos e inoculación del cultivo fúngico

Las naranjas, previamente lavadas con una disolución de hipoclorito sódico de 10 mg/L y secadas al aire, fueron sumergidas durante 3 minutos en cada una de las formulaciones. A continuación se secaron en una cámara a 20°C y 60% HR. Seguidamente, se realizó dos incisiones en la zona ecuatorial de cada una de las muestras con una aguja estéril y se introdujo en cada una de las heridas alícuotas de 25 µL de la suspensión de esporas con un nivel de infección de 10<sup>5</sup> esporas /mL. El ajuste del número de esporas se realizó mediante un recuento con un hemocitómetro.

### Medida del deterioro fúngico

Las muestras inoculadas se colocaron en bandejas perforadas evitando el contacto entre las mismas y se introdujeron en una cámara a 25°C y 90-95%HR (condiciones óptimas para el crecimiento de *P. italicum*). Se determinó el número de naranjas que mostraron halo de crecimiento fúngico alrededor de la herida durante 10 días de almacenamiento. Como controles se utilizaron muestras a las que no se le aplicó ninguno de los tratamientos (C) y muestras que fueron tratadas con un tiabendazol (TBZ) al 0,1% (p/p). La experiencia se realizó con 30 naranjas para cada uno de las formulaciones ensayadas.

### Tasa respiratoria

La tasa respiratoria de las muestras se determinó utilizando un sistema cerrado. A cada tiempo de almacenamiento, las muestras (aproximadamente 500 g) se introdujeron en frascos herméticos de vidrio de 2 L con un septum en la tapa para efectuar la medida de concentración de gases en el espacio de cabeza a diferentes tiempos. Los frascos se almacenaron en un incubador (P Selecta, Hot-Cold M 4000668) a 25°C. La medida de la concentración de gases se efectuó cada 30 minutos por medio de una aguja conectada a un analizador de gases (CheckMate 9900 PBI Dansensor, Ringsted, Dinamarca).

Se consideraron los puntos experimentales en el intervalo de tiempo donde se observó una relación lineal entre la concentración de gases y el tiempo, para asegurar que no se produjeron cambios en la pauta respiratoria de las muestras y que los cambios en la composición del espacio de cabeza no produjeron alteraciones importantes en su metabolismo. La tasa respiratoria,  $TR_i$  ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de las muestras en términos de generación de  $\text{CO}_2$  y consumo de  $\text{O}_2$  se determinó a partir de la pendiente de la ecuación lineal del ajuste concentración de gases frente al tiempo, donde  $y_t^i$  es la concentración de gases ( $\%\text{O}_2$ ,  $\%\text{CO}_2$ ) a tiempo  $t$ ,  $i$  siendo  $\text{O}_2$  (Ec. 1) o  $\text{CO}_2$  (Ec. 2),  $M$  es la masa de muestra (kg) y  $V$  el volumen del espacio de cabeza (mL).

$$TR_{\text{O}_2} = \frac{y_{t_0}^{\text{O}_2} - y_t^{\text{O}_2} \times V}{100 \times M \times t} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$TR_{\text{CO}_2} = \frac{y_t^{\text{CO}_2} - y_{t_0}^{\text{CO}_2} \times V}{100 \times M \times t} \quad (\text{Ec. 2})$$

### Color

El color de las muestras se midió por reflexión mediante un espectrocolorímetro Modelo CM-3600d (Minolta Co, Tokio, Japón), previa calibración, utilizando como sistema de referencia el iluminante D65/observador 10°. A partir del espectro de reflexión de las muestras, se obtuvieron las coordenadas CIE-L\* a\* b\* y los parámetros cromáticos tono ( $h_{ab}^*$ ) y Croma ( $C_{ab}^*$ ). Las medidas para cada uno de los tratamientos ensayados se efectuaron en las mismas diez muestras, antes y después de la aplicación del film y a cada tiempo de almacenamiento. El color se midió en muestras del lote 2 en un área alejada de la zona infectada.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados se realizó a través de un ANOVA con un nivel de significación del 95% y utilizando para las comparaciones múltiples, el test LSD con intervalos al 95%. Los cálculos se efectuaron con el programa estadístico Statgraphics® Plus 5.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de acidez, pH, sólidos solubles e índice de madurez (IM) de la materia prima utilizada para cada uno de los lotes ensayados se muestran en la Tabla 2. El lote 1 fue utilizado para el estudio de la capacidad antifúngica de los tratamientos de las muestras inoculadas con *P. italicum* (Experiencia 1) y el lote 2 se utilizó para el estudio de la evolución del color, peso y tasa respiratoria de las muestras durante el almacenamiento (Experiencia 2). Ambos lotes presentaron diferencias significativas para todos los parámetros anteriormente mencionados ( $p < 0,05$ ), siendo el lote 2 el que presentó un mayor IM, lo que es coherente con el hecho de que la Experiencia 2 se realizó con naranjas recolectadas dos semanas después que las de la Experiencia 1.

### Experiencia 1: Capacidad antifúngica de las formulaciones

La Figura 1 muestra la evolución del porcentaje de naranjas que mostraron halo de crecimiento fúngico alrededor del punto de infección.

La aplicación de los diferentes tratamientos supuso un retraso en la aparición de la infección respecto a las muestras control no tratadas (C), que empezaron a mostrar signos visibles de deterioro fúngico desde el principio del almacenamiento. Asimismo, es importante señalar que la aplicación de la disolución madre de EM supuso una mayor reducción de la incidencia fúngica, por debajo de los niveles de inhibición conseguidos mediante la aplicación del TBZ durante todo el periodo de almacenamiento. Además, la incorporación de EM en los recubrimientos a base de MC en una proporción del 5% parece ser suficiente para observar un efecto antifúngico similar al conseguido mediante el fungida TBZ.

Las muestras recubiertas con Q y Q-MC presentaron un peor control fúngico respecto a las muestras tratadas con TBZ. Estos resultados difieren de los obtenidos en estudios realizados en mandarina por otros autores. Así Chien *et al.* (2005) obtuvieron, mediante la aplicación de Q, niveles de reducción de infección por *P. italicum* similares e incluso inferiores a los conseguidos mediante la aplicación de TBZ al 0.1% (p/p). Estas diferencias pueden estar relacionadas con el hecho de que en el presente trabajo se utiliza un tipo de Q distinto y que la capacidad antimicrobiana del mismo se depende, entre otros factores, del origen de la quitina, grado de desacetilación y peso molecular del mismo (Cuero, 1999).

### Experiencia 2: Color, tasa respiratoria y pérdida de peso de las muestras durante el almacenamiento

La determinación del color, tasa respiratoria y pérdida de peso total al final del almacenamiento se llevó a cabo con todas las formulaciones que contenían quitosano y en la que incorporaba EM en la matriz de MC al 5%.

La Tabla 3 muestra los valores de los parámetros de color de las naranjas antes (A) y después (D) de la aplicación de los distintos tratamientos y al final del almacenamiento (F), así como la pérdida de peso total de las muestras al final del almacenamiento.

La luminosidad ( $L^*$ ) de las muestras no se vio afectado significativamente por el tiempo de almacenamiento ( $p > 0,05$ ), pero sí por la aplicación de los diferentes tratamientos. Así, el recubrimiento de Q provocó un aumento significativo de la luminosidad de las muestras con respecto al resto de los tratamientos aplicados ( $p < 0,05$ ). Este efecto no se observó cuando el quitosano se aplicó en combinación con MC. El tono ( $h^*_{ab}$ ) y el croma ( $C^*_{ab}$ ) de las muestras no se vio significativamente afectado ni por los distintos tratamientos aplicados ni por el tiempo de almacenamiento. De la misma manera, no se detectaron diferencias en la variación de masa total del fruto al final del almacenamiento por efecto del tratamiento.

La tasa respiratoria en términos de CO<sub>2</sub> (TR) no se vio afectada significativamente ( $p > 0,05$ ) ni por el tiempo de almacenamiento ni ninguno de los tratamientos aplicados. El valor medio (7 mL/Kg·h) fue ligeramente inferior a los valores observados por otros autores para naranjas del grupo Navel (Stern, 2005). El cociente respiratorio se mantuvo próximo a la unidad durante todo el almacenamiento, no detectándose cambios en las rutas metabólicas por efecto de los diferentes tratamientos.

## CONCLUSIONES

La incorporación de EM en recubrimientos a base de MC supone una alternativa eficaz para el control postcosecha de *Penicillium italicum* en naranjas var. Lane-Late. La proporción de EM en la matriz polimérica debe ser como mínimo de un 5%(p/p) para que los efectos iguallen a los obtenidos mediante el TBZ. Los recubrimientos a base de quitosano mostraron también efectivos, pero el nivel de inhibición de ataque fúngico fue muy inferior al conseguido mediante los EM.

## AGRADECIMENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad Politécnica de Valencia la ayuda concedida a través de la Acción Especial (200660345) “Aplicación de la tecnología de los microorganismos eficaces (EM) en la conservación de frutas y hortalizas”.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis 17<sup>th</sup> Edition. Washington, D.C.: Association of Analytical Chemists International.
- Chien, P.J., Sheu, F., Lin, H.R. 2005. Coating citrus (Murcot tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*. 100(3), 1160-1164.
- Coma, V.; Martial-Gros, A.; Garreau, S.; Copinet, A.; Salin, F. y Deschamps, A. 2002. Edible Antimicrobial Films Based on Chitosan Matrix. *Journal of Food Science*. 67 (3): 1162-1169.
- Coma, V., Deschamps, A.; Martial-Gros, A. 2003. Bioactive Packaging Materials from Edible Chitosan Polymer – Antimicrobial Activity Assessment on Dairy-Related Contaminants. *Journal of Food Science*. 68(9): 2788-2790.
- Cuero, R.G. 1999. P. 315-333. Antimicrobial action of exogenous chitosan.. En: Jollés P.; Muzzarelli, R.A.A. (Eds). *Chitin and Chitinases*. Birkhäuser Verlag.
- El Gaouth, A.; Arul, J.; Ponnampalam, R.; Boulet, M. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, 12 (6), 1618-1632.
- Fornes, F., Almela, V; Abad, M; Agustí, M. 2005. Low concentrations of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of Clementine mandarin fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85(7): 1105-1112.
- Han, C.; Zhao, Y.; Leonard, S. W.; Traber, M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology* 33: 67-78.
- Hirano, S. y Nagao, N. 1989. Effect of chitosan, pectic acid, lysosyme and chitinase on the growth of several phytopathogens. *Agric. Biol. Chem*. 53: 3065-3066.

- Romanazzi, G.; Nigro, F.; Ippolito, A.; Venere, D.D.; Salerno, M. 2002. Effects of pre- and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. *Journal of Food Science* 67: 1862-1867.
- Romanazzi, G.; Nigro, F.; Ippolito, A. 2003. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology* 29: 73-80
- Sebti, I.; Martial-Gros, A.; Carnet-Pantiez, A.; Grelier, S.; Coma, V. 2005. Chitosan Polymer as Bioactive Coating and Film against *Aspergillus niger* Contamination. *Journal of Food Science*. 70(2): 100-105.
- Shahidi, F.; Kamil, J.; Arachchi, V.; Jeon, Y.J. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Food Science and Technology*. 10: 37-51.
- Stern, D. (2004). Desarrollo de métodos analíticos para la detección de cambios metabólicos frente a situaciones de estrés en fruta fresca. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez C. 2006a. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology* 41: 164-171.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez C. 2006b. Application of chitosan-methylcellulose edible coatings to strawberry fruit. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> World Congress of Food Science and Technology, IUFOST-2006 Food is Life*, 389-390.

## TABLAS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Composición de las formulaciones ensayadas.

Formulación	Metilcelulosa (% p/p)	Quitosano (%p/p)	Disolución madre EM (%v/p)
C	0	0	0
Q	0	1	0
Q-MC	1	1	0
EM	0	0	100
EM_1-MC	1	0	1
EM_5-MC	1	0	5

**Tabla 2.** pH, acidez y sólidos solubles de la materia prima.  
Valores medios y (desviación estándar).

Lote	Acidez (mg ácido cítrico/100 g)	Sólidos solubles (Brix)	pH	Índice de madurez
1	1,31 (0,12) <sup>a</sup>	11,7 (0,8) <sup>a</sup>	3,4 (0,1) <sup>a</sup>	8,9 (0,6) <sup>a</sup>
2	0,79(0,11) <sup>b</sup>	9,5 (0,7) <sup>b</sup>	3,6 (0,1) <sup>b</sup>	12,1 (1,5) <sup>b</sup>

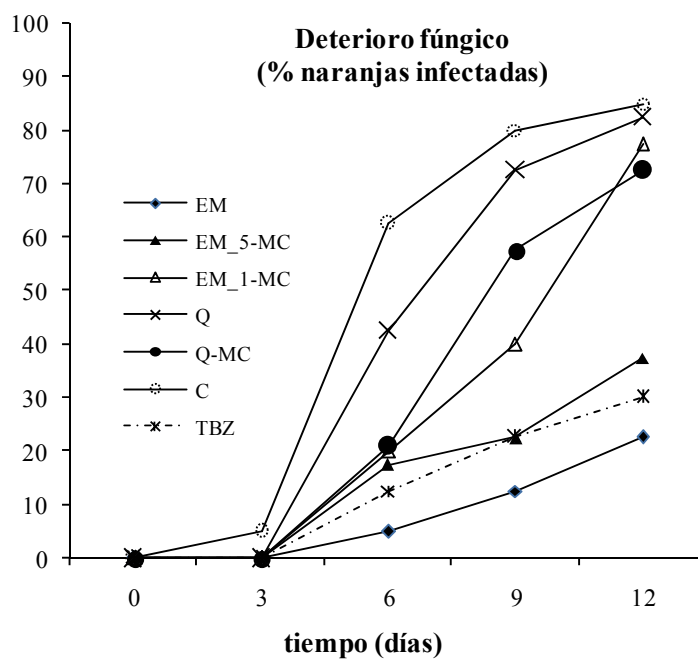
<sup>a,b</sup>Superíndices diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre lotes

**Tabla 3.** Luminosidad ( $L^*$ ), tono ( $h^*ab$ ), croma ( $C^*ab$ ) de las naranjas antes (A) y después de la aplicación de los tratamientos (D) y después de dos semanas de almacenamiento 25°C y 85% HR (F); y variación de masa total. Valores medios y (desviación estándar)

		C	Q	Q-MC	EM	EM 5-MC
$L^*$	A	63 (1)	64,3 (1,9)	61,8 (0,9)	64,7 (1,2)	64,1 (1,1)
	D	63 (1) <sup>x</sup>	66 (2) <sup>y</sup>	63,9 (1,5) <sup>x</sup>	64,6 (1,1) <sup>x</sup>	63,8 (1,3) <sup>x</sup>
	F	63,4 (1,3) <sup>x</sup>	66 (2) <sup>y</sup>	64 (2) <sup>x</sup>	63,5 (0,8) <sup>x</sup>	64,2 (1,1) <sup>x</sup>
$h^*ab$	A	64 (3)	70 (3)	66 (3)	67 (2)	67 (4)
	D	64 (3)	67,9 (1,9)	64 (2)	66,7 (1,9)	66 (4)
	F	64 (3)	67,4 (2,6)	63,8 (1,7)	67 (3)	66 (4)
$C^*ab$	A	57 (3)	63 (4)	61 (4)	57,7 (0,6)	57 (3)
	D	57 (3)	57 (3)	57 (3)	55,9 (1,9)	53 (2)
	F	56,8 (0,5)	56 (4)	55 (2)	56,4 (0,9)	53 (4)
$\Delta M/M_0$ (%)	F	5,1 (0,5)	4,5 (0,8)	5,4 (0,7)	5,6 (1,3)	4,7 (0,9)

<sup>x,y</sup>Superíndices diferentes implican diferencias significativas entre tratamientos





**Figura 1.** Evolución del deterioro fúngico de naranjas durante el almacenamiento a 25°C y 90-95% HR.