



FRUITERS

Nuevas técnicas de post-cosecha aplicables al caqui

M.A. Del Río y L. Arnal

INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS



Fruitos de caqui cv. “Rojo brillante” recolectados en estado de madurez comercial fueron mantenidos en atmósferas enriquecidas con CO_2 o N_2 , por períodos de 18 y 27 horas a 25°C . Tras simular un período de comercialización de 3 días a 15°C , 75-80% HR se han determinado los siguientes índices de calidad: astringencia, firmeza, sólidos solubles etanol, acetaldehído, actividad del enzima polifenol oxidasa, color, alteraciones fisiológicas y características organolépticas. Los sólidos solubles y la actividad de la polifenol oxidasa no presentaron diferencias entre los distintos tratamientos o entre su duración. En firmeza y color, tampoco se encontraron diferencias significativas, pero sí entre los diferentes tiempos de tratamiento. Las mayores concentraciones de etanol y acetaldehído, se han obtenido en los frutos mantenidos durante 27 horas en CO_2 . Estos frutos también han presentado menor astringencia, detectada tanto en el análisis de taninos como en el organoléptico.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de caqui cv. “Rojo brillante” (variedad astringente) se han incrementado considerablemente en los últimos años, en la comarca de la Ribera del Xúquer (Valencia).

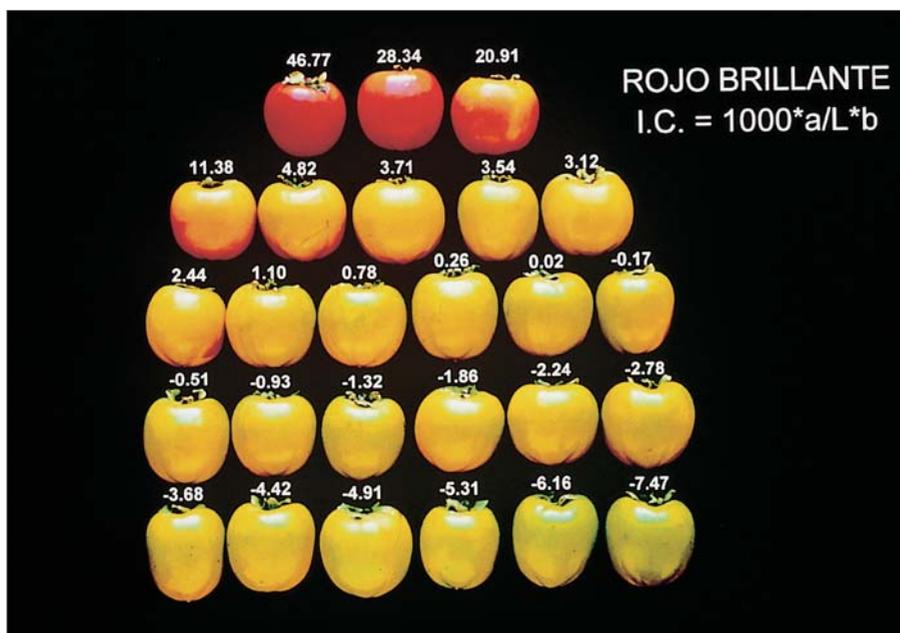
Las sustancias causantes de su carácter astringente son los taninos solubles (polifenoles). La acción de comer el fruto provoca la lisis de las células que los contienen y la liberación de los mismos (Taira, 1995) provocando una fuerte sensación de astringencia. La reducción de la astringencia en caquis se ha realizado mediante distintos métodos (Taira, 1995). Muchos de ellos están basados, en una exposición de los frutos a condiciones anaerobias (Ben Arie y col., 1993; Pesis y col., 1986). Entre los productos de esta respiración se encuentra el acetaldehído, y existen muchas afirmaciones a favor de que la polimerización entre éste y los taninos solubles sería la causante de la disminución de la as-

tringencia (Taira y col., 1997; Matsuo y col., 1982). La creación de atmósferas modificadas enriquecidas con CO_2 o N_2 favorece las condiciones de oxígeno limitante o insuficiente, desencadenantes del metabolismo anaerobio. Sin embargo, su eficacia en la eliminación de la astringencia y la duración del tratamiento dependen del cultivar, temperatura, y estado de maduración del fruto (Ben Arie y col., 1993). En el presente trabajo, frutos de caqui cv. “Rojo brillante” se mantuvieron en estas atmósferas durante distintos períodos de tiempo, con el fin de evaluar la eficacia de los gases en la reducción de la astringencia. Paralelamente se observó su influencia sobre otros índices de calidad relevantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

• Tratamientos con N_2 o CO_2

La experiencia fue realizada con frutos de caqui cv. “Rojo bri-



llante”, recolectados en L´ Alcudia (Valencia), en estado de madurez comercial, en dos fechas diferentes, y de una misma parcela.

Frutos de la primera recolección (19/11/99) fueron sometidos a tratamientos con N₂ o CO₂ durante 18 horas. Frutos de la segunda recolección (22/11/99) fueron sometidos a tratamientos con N₂ o CO₂ durante 27 horas.

Los tratamientos se realizaron en cámaras estancas con un porcentaje de gas del 98%, 80% H.R., 25°C. Posteriormente, una vez finalizados los tratamientos se simuló un período de comercialización de 3 días a 15°C, 80% H.R.

Inmediatamente después de la recolección y después de cada experiencia en los frutos se midieron el grado de astringencia, índice de color, firmeza, alteraciones fisiológicas, sólidos solubles, acetaldehído, etanol, actividad del enzima polifenol oxidasa, y se evaluaron organolépticamente.

• Análisis

La **astringencia**, se evaluó mediante el método del cloruro fé-

rrico, basado en que los taninos en su forma soluble reaccionan con él, formando complejos iónicos tanino-Fe que son de color azul-negro. Se puede estimar el grado de astringencia midiendo el color desarrollado en la reacción en frutos seccionados ecuatorialmente. La medida se realizó sobre una muestra de 5 frutos por tratamiento, tras 2 horas de la aplicación por inmersión del cloruro férrico 5%, con un

colorímetro Minolta, tomándose el valor “L” de Hunter como indicativo del grado de astringencia (modificación del método descrito por Taira, 1995). La mayor astringencia viene determinada por los menores valores de “L”.

El **índice de color** (IC), se determinó sobre una muestra de 20 frutos por tratamiento, con ayuda de un colorímetro Minolta. El índice se expresó como $1000*a/L*b$.

La **firmeza**, se evaluó mediante un texturómetro Instron Universal Machine modelo 4301, con un punzón de 8 mm. Se expresó en kilogramos de fuerza. Las mediciones se efectuaron sobre diez frutos por tratamiento, en zonas opuestas de la zona ecuatorial a las que previamente se les eliminó la piel.

Las **alteraciones fisiológicas** observadas fueron los pardeamientos internos del fruto en ausencia de semilla. Éstos fueron definidos como: ausentes, ligeros (< 25% de la superficie afectada), medios (25-50%), o severos (> 50%). El Índice de Pardeamiento, (Ben Arie y col.,1991) fue calculado en



muestras de 15 frutos por tratamiento como:

$$I.P(0 \text{ a } 10)=100x((n^{\circ} \text{ ausencias } x 0)+(n^{\circ} \text{ ligero } x 2.5)+(n^{\circ} \text{ medio } x 5)+(n^{\circ} \text{ severo } x 10))/15$$

La **evaluación organoléptica** (apariencia, color, astringencia, firmeza, sabor) fue realizada por un grupo de 6 catadores semientrenados, utilizando la siguiente escala: 1(pésimo) a 9 (óptimo).

Los **sólidos solubles** (T.S.S.), se midieron en muestras de 3 zumos obtenidos de 15 frutos por tratamiento con un refractómetro digital PR1, siendo el valor expresado en °Brix.

El **etanol y acetaldehído**, se determinaron por triplicado sobre muestras de 3 zumos de 15 frutos por tratamiento, mediante cromatografía gaseosa de espacio de cabeza, con un cromatógrafo Perkin Elmer 2000. Previamente se colocaron las muestras en un baño a 20°C durante una hora, siendo posteriormente transferidos a otro baño a 60°C, 10 min., (Ke y col.,1990), transcurrido este tiempo se tomó 1 ml del espacio de cabeza y se inyectó en un cromatógrafo de gases, con las condiciones siguientes: temperatura de la columna 150°C, temperatura del inyector 175°C, temperatura del detector de ionización de llama (FID) 200°C. Se utilizó una columna empacada porapack QS 80/100 de 1.2 m. de longitud y 1/8 de pulgada de diámetro, de acero inoxidable. Los resultados se expresaron en mg. de

acetaldehído o etanol por 100 ml. de zumo.

La **actividad del enzima polifenol oxidasa** (PPO) se analizó basándose en la metodología descrita por Siriphanich y col. (1985), Flurkey y col. (1978). Se mezclaron 0.2 gramos de polvo acetona con 7.5 ml de tampón fosfato potásico 0.02M (KCl, K₂HPO₄ y ácido cítrico monohidrato) y 0.25 gramos de polivinilpirrolidona. Posteriormente se agitó a baja temperatura durante 20 minutos. La muestra resultante de la filtración se centrifugó a 12000 r.p.m. durante 20 minutos a 4° C. Del sobrenadante se tomaron 0.2 ml y se mezclaron con 2 ml de catechol 0.02M manteniéndolo en un baño a 25° C en agitación. Tras 30 segundos se midió la absorbancia a 420 nm. inmediatamente y tras 2 minutos de inicio de la reacción. El resultado se expresó como incremento de absorbancia 420nm./ min.* gr.

Los datos de las experiencias fueron evaluados siguiendo un análisis de la varianza (ANOVA) y comparación múltiple de medias mediante el test LSD (p £ 0.05). Para ello se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 2.1.

RESULTADOS

El análisis estadístico de los índices de calidad en las dos recolecciones realizadas nos mostraron que no existen diferencias significativas entre ambas, a excepción

de la astringencia que fue mayor en la segunda recolección, y la actividad del enzima polifenol oxidasa que fue más elevada en la primera (Tabla 1).

Los menores valores de la astringencia después de ser sometidos los frutos a las atmósferas modificadas más tres días a 15°C, mostraron que los valores menores de L, indicativos de una mayor astringencia, se encontraron en los frutos tratados con N₂, y en la menor duración de este tratamiento (L=33.63 18H; L=37.02 27H). En los frutos tratados con CO₂ la mayor astringencia apareció en el tratamiento de máxima duración (L=47.92 18H; L=45.45 27H). La eficacia de los tratamientos en la reducción de astringencia, en los frutos de las dos recolecciones con distinto grado de astringencia, se ha calculado como la variación del valor de astringencia respecto al inicial. Se ha observado que existen diferencias significativas tanto entre los gases como en los tiempos de tratamiento, destacando una mayor reducción de la astringencia en los tratamientos cuya duración fue de 27 horas. El tratamiento con CO₂ fue más eficaz en reducir la astringencia que el tratamiento con N₂, independientemente del tiempo de duración (Figura 1).

La producción de acetaldehído y etanol fue significativamente diferente entre los gases y tiempos de tratamiento, siendo mayor la producción de ambos en el tratamiento con CO₂ durante 27 horas (Figura 2).

Tabla 1. Valores de los índices de calidad en las recolecciones (R) de la fruta de caqui cv. "Rojo Brillante".

R	Astring. L	Acetald. mg/100ml	Etanol mg/100ml	Firmeza Kg.	IC 1000a/LB	T.S.S. °Brix	I.P 0 a 10	PPO ΔA420/min*g
1	28.02a ^z	0.19a	0.04a	3.50a	13.73a	16.38a	0.16a	0.02a
2	23.03b	0.26a	0.02a	3.60a	12.90a	16.00a	0.16a	0.01b

^z Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5%.



La firmeza y color no mostraron diferencias significativas después de ser sometidos a los gases de la experiencia, pero si en los tiempos de duración del tratamiento, pues después de 27 horas disminuyó la firmeza a la vez que se observó un aumento en el color del fruto (Figura 3).

El contenido en sólidos solubles no cambió significativamente por el efecto de los distintos gases y/o tiempos de tratamiento. Sin embargo experimentó una ligera disminución respecto al valor existente en la recolección, llegando a valores cercanos a 15°Brix.

Los tratamientos con N_2 y CO_2 no aumentaron las alteraciones del fruto, medidos como índice de pardeamiento, pues no se observaron valores diferentes respecto a los de la recolección.

El análisis organoléptico mostró una mayor astringencia en los frutos tratados con N_2 , así como en los menores tiempos de tratamiento, lo cual fue coincidente con el análisis mediante el método del cloruro férrico. El mejor sabor fue apreciado en frutos tratados con CO_2 , no observándose diferencias entre la duración de cada tratamiento. El aspecto, color y firmeza se evaluaron como similares en todos los casos (Figura 4).

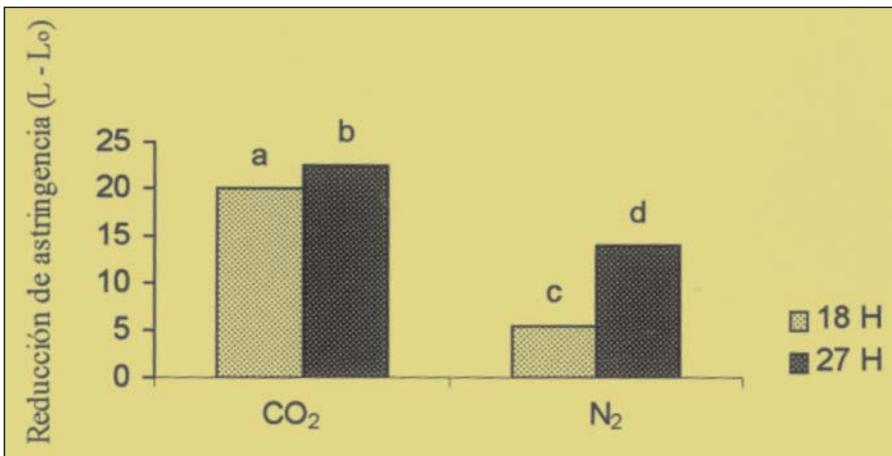


Figura 1. Influencia de tratamientos con CO_2 o N_2 sobre la reducción de la astringencia (L-L₀) en caqui cv. "Rojo brillante"

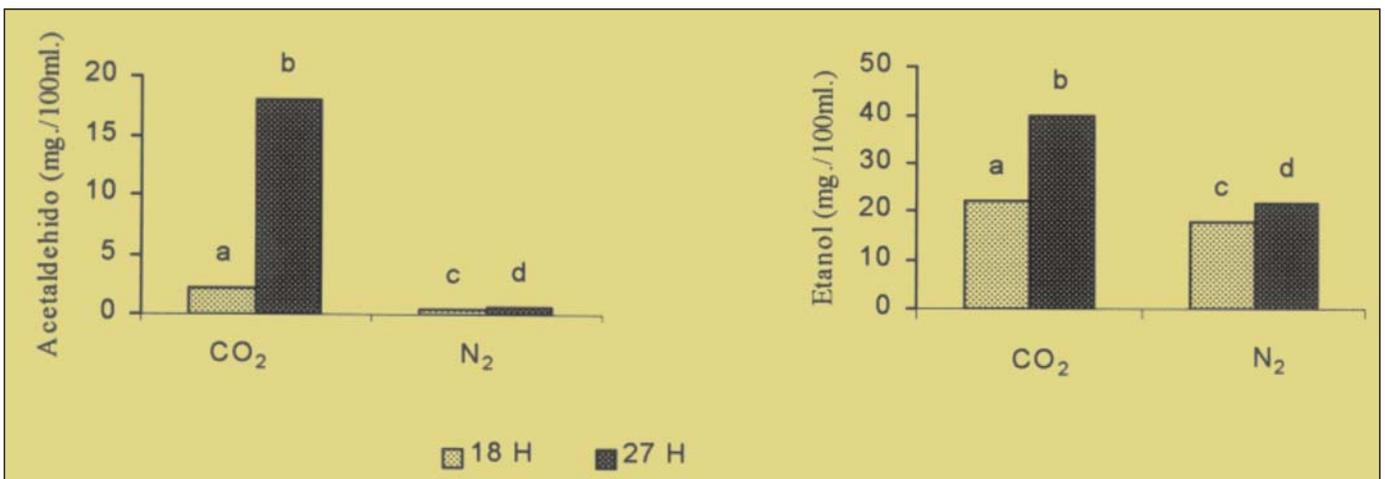


Figura 2. Influencia de tratamientos con CO_2 o N_2 sobre la producción de acetaldehído (mg./100 ml) y etanol (mg./100 ml) en caqui cv. "Rojo brillante".

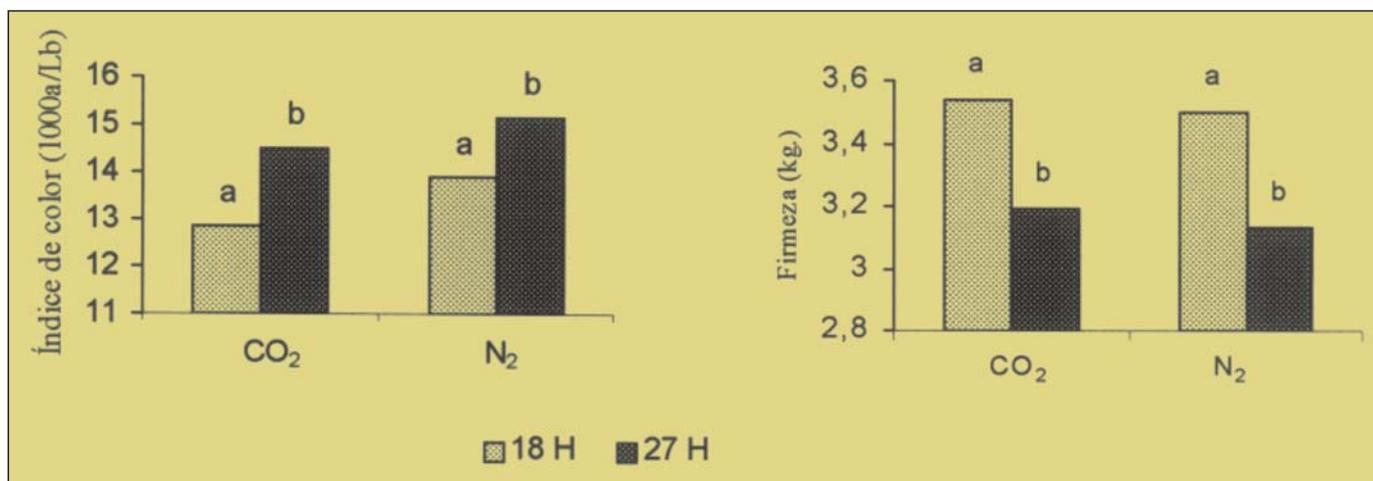


Figura 3. Influencia de tratamientos con CO₂ o N₂ sobre el Índice de color (1000a/Lb) y la firmeza (Kg.) en caqui cv. "Rojo brillante".

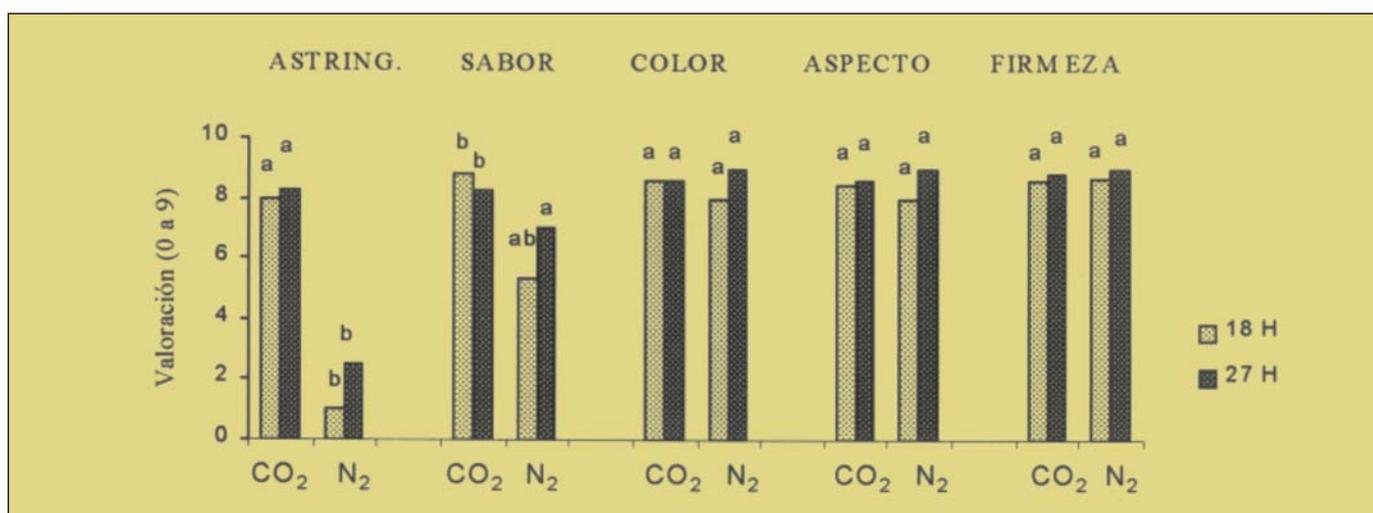


Figura 4. Influencia de tratamientos con CO₂ o N₂ sobre el análisis organoléptico (valoración 0 a 9) en caqui cv. "Rojo brillante".

La actividad de la PPO fue diferente en las recolecciones por ello se evaluó calculando la variación de la actividad respecto a los valores iniciales. Los valores resultantes no mostraron diferencias significativas entre tratamientos y tiempos. En general, se observó una disminución, llegando a valores de variación de actividad respecto al valor inicial de 0.016 (18 horas) / 0.002 (27 horas) para el N₂, y 0.007 (18 horas) / 0.002 (27 horas) para el CO₂.

DISCUSIÓN

Ambos gases, N₂ y CO₂, fueron capaces de producir anoxia en los frutos, contribuyendo así a la disminución de la astringencia, debido a la formación de acetaldehído en la respiración anaerobia. Sin embargo, existe una notable diferencia en esta capacidad, pues el CO₂ fue más efectivo para reducir la astringencia, así en el tratamiento de 18 horas, la reducción

fue tres veces mayor a la alcanzada con N₂. El efecto del CO₂-27 horas fue mayor que el del N₂ de igual duración, no llegando a alcanzar este último, los valores de reducción de astringencia que se obtuvieron tras 18 horas en CO₂. El proceso de desastringencia ha sido relacionado con el nivel endógeno de acetaldehído obtenido en el fruto mantenido con CO₂ o N₂. La gran eficiencia de la reducción de la astringencia con CO₂ fue atribuida al alto nivel de acetal-

dehido producido con esta atmósfera. Esta afirmación, también fue obtenida por Pesis, E. y cols., en 1986, tras la aplicación de condiciones anaerobias.

El aumento del etanol endógeno, mayor en frutos tratados con CO₂, se produjo como respuesta de convertir su precursor, el acetaldehído tóxico, en este producto (Hribar y cols.,2000). Las concentraciones de etanol alcanzadas no produjeron deterioración del sabor. Esto puede ser debido a que las concentraciones acumuladas fueron bajas (máximo de 40 mg./100ml en tratamientos de CO₂-27h), no superando los valores de 75 mg./100ml., pues según las experiencias de Ben Arie en 1991, este valor puede ser un umbral para provocar malos sabores. Otras experiencias realizadas con caqui "Triumph" en el interior de bolsas de polietileno indican que el índice de pardeamiento llega a ser aparente cuando el acetaldehído acumulado llega a alcanzar niveles de 10 mg/100ml., (Ben Arie y cols.,1991), sin embargo, en nuestras experiencias no se ha observado este hecho.

La firmeza y color mostraron diferencias entre los tiempos de tratamiento, aunque en el resultado organoléptico no se apreciaron, de-

bido a la gran subjetividad que presenta el análisis individual de estos parámetros. Por ello consideraremos de mayor fiabilidad los datos obtenidos en el laboratorio. Éstos nos muestran que a las 27 horas disminuyó la firmeza, a la vez que se observó un aumento del índice de color del fruto (mayor valor de "a", color rojizo). La firmeza y color no estuvieron influenciados por los diferentes gases, al no observarse diferencias significativas entre los frutos sometidos a ellos.

Los sólidos solubles de los frutos no fueron alterados por los gases utilizados, ni por el tiempo de su aplicación.

La actividad del enzima PPO experimenta una reducción respecto al valor inicial después de la aplicación de ambos tratamientos. Este enzima está relacionado con los pardeamientos internos del fruto; en presencia de oxígeno es capaz de oxidar los componentes fenólicos, para convertirlos en quinonas, las cuales tras su polimerización forman los pigmentos responsables del color marrón o pardeamiento, (Siriphanich y cols.,1985). Por ello, la reducción del oxígeno, debe disminuir su actividad, tal y como ocurrió tras la aplicación de atmósferas enriquecidas en N₂ y CO₂.

BIBLIOGRAFÍA

- Ben Arie, R., Zutkhi, Y., Sonogo, L. and Klein, J., 1991. Modified atmosphere packaging for long-term storage of astringent persimmons. *Postharvest Biology and Technology*. 1:169-179.
- Ben Arie, R., and Sonogo, L., 1993. Temperature affects astringency removal and recurrence in persimmon. *Journal of Food Science*. 58 (6):1397-1400.
- Flurkey, W.H. and Jen, J.J., 1978. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *Journal of Food Science*. 43:1826-1828,1831.
- Hribar, J., Zaurtanik, M., Simic, M., Vidrih, R., 2000. Changes during storing and astringency removal of persimmon fruit (*Diospyros kaki L.*). *Acta Alimentaria*. 29 (2):123-136.
- Ke, D. and Kader, A., 1990. Tolerance of "Valencia" oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 (5): 779-783.
- Matsuo, T. and Ito, S., 1982. A model experiment for de-astringency of persimmon fruit with high carbon dioxide: in vitro gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. *Agric. Biol. Chem.* 46:683-689.
- Pesis, E., Levi, A., Ben Arie, R.,1986. Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. *Journal of food Science*. 51 (4):1014-1016, 1041.
- Siriphanich, J. and Kader, A., 1985. Effects of CO₂ on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 (2):249-253.
- Taita, S., 1995. Astringency in persimmon. (H.F.Linskens and J.F. Jackson). *Fruit Analysis*. Springer. 97-110.
- Taira, S., Ono, M., Matsumoto, N., 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. *Postharvest Biology and Technology*. 12, (3):265-27

