

■ Efecto de atmosfera controlada sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de *Persea americana* "Palto" var. Hass

G. Obando Paredes, C. Avalos Carranza, W. Mendez Vilchez

Investigación y Desarrollo, Camposol S.A., Chao, Trujillo, Perú

RESUMEN

Las tecnologías de conservación actualmente han evolucionado para mejorar la calidad y extender la vida útil en las frutas. El estudio determinó el efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ (AC) sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de frutos de *Persea americana* "palto" var. Hass. Se utilizó fruta del fundo Frusol, ubicado en el valle de Chao y cosechados a mitad de campaña (junio, 2014). Se implementó un sistema de AC usando mangueras conectados a bins herméticos aplicándose tres concentraciones de gases (T1: 5%O₂-5%CO₂, T2: 10%O₂-10%CO₂ y T3: 5%O₂-10%CO₂), más un grupo control (Atmósfera convencional). La fruta fue almacenada a 6°C y se evaluó la calidad a los 28 y 35 días a la salida de frío, tales como: apariencia externa (color de cáscara y daño lenticelar), firmeza, deshidratación y en condiciones de anaquel a 20°C (apariencia externa e interna). Se encontró diferencia significativa en los diferentes tratamientos en los distintos momentos de evaluación; el T3 (5%O₂-10%CO₂); respecto, a los demás tratamientos, mostró mejores parámetros de calidad (mejor color de cáscara, menor daño lenticelar; además, mantuvo la resistencia de la pulpa a la presión y redujo daños fisiológicos y pudriciones). Se concluyó que la concentración (5%O₂-10%CO₂) extiende el tiempo de vida útil de 28 a 35 días a la salida de frío y de 28+5 a 35+9 días en condiciones de anaquel. El uso de AC es una técnica de conservación promisorio para conservar las características de calidad y extender el tiempo de vida útil de los frutos de palto.

Palabras Clave: Atmósfera Controlada, *Persea americana*, Calidad, Post-cosecha.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de conservación actualmente han evolucionado para mejorar la calidad y extender la vida útil en las frutas. La industria de alimentos frescos y procesados ha buscado consecutivamente alternativas para extender la vida de anaquel de productos frescos; ya que, durante el almacenamiento la calidad disminuye y como consecuencia se produce pérdida de humedad y daños fisiológicos (Raghavan *et al.*, 2003).

Los productos vegetales continúan vivos tras la recolección y manifiestan procesos metabólicos de respiración, transpiración, crecimiento, maduración y senescencia. El mejor conocimiento de la fisiología y bioquímica de la maduración y senescencia en la post-recolección; así como, la influencia de la temperatura, la HR, el O₂, CO₂, C₂H₂ y otros gases sobre los órganos vegetales, permite optimizar la conservación refrigerada. En particular suele ser muy eficaz modificar y controlar la composición de la atmósfera alrededor del producto conservado en una cámara refrigerada estanca, por la eliminación o adición de gases respecto al aire, técnica denominada atmósfera controlada (Artes, 2006).

La atmósfera controlada es el proceso tecnológico más avanzado usado para controlar de manera precisa la composición atmosférica en el almacenamiento de productos frescos ya sea, en cámaras de almacenamiento o en contenedores para su transporte, pues incrementa la vida post-cosecha de alimentos frescos dos o tres veces más que otros métodos de conservación (Cerón & Rodríguez, 2007); es por ello, el objetivo de la presente investigación, determinar el efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ (AC) sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de frutos de *Persea americana* "palto" var. Hass.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó fruta del fundo Frusol, ubicado en el valle de Chao y cosechados a mitad de campaña (junio, 2014).

Se implementó un sistema de Atmósfera Controlada usando mangueras conectados a bins herméticos aplicándose tres concentraciones de gases (T1: 5%O₂-5%CO₂, T2: 10%O₂-10%CO₂ y T3: 5%O₂-10%CO₂), más un grupo control (Atmósfera convencional).

La fruta fue almacenada a 6°C y 85±3 % de HR y se evaluó la calidad a los 28 y 35 días a la salida de frío, tales como: apariencia externa (color de cáscara y daño lenticelar), firmeza, deshidratación y en condiciones de anaquel a 20°C (apariencia externa e interna).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con estructura factorial 4*2, siendo los factores 04 tratamientos y 02 salidas de frío. La unidad experimental fue una muestra de 10 paltas con 3 repeticiones. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) y al encontrar diferencia significativa, se realizó un análisis de comparación múltiple mediante la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados de la tabla 1, se demuestra que existe diferencia significativa en los tratamientos en las distintas fechas de evaluación a la salida de frío para el color de cáscara y firmeza pero no para la apariencia externa (daño lenticelar).

Tabla 1. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ (AC) sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de frutos de *Persea americana* "palto" var. Hass, a la salida de Frío (6°C)

Tratamiento	Días Almc.	Color Cáscara			Ap. Externa			Firmeza	
T0: Control	Inicial	2.0	a	Verde bosque	1.9	a	25% daño	54.8	c
	28 días	3.5	d	40% negra/roja	1.9	ab	25% daño	6.3	a
	35 días	3.4	cd	>20% negra/roja	2.4	abc	>25% daño	4.7	a
T1: 5%O ₂ - 5%CO ₂	Inicial	2.0	a	Verde bosque	1.9	a	25% daño	54.8	c
	28 días	2.1	a	Verde Bosque	1.8	a	25% daño	52.9	bc
	35 días	2.0	ab	Verde Bosque	2.2	abc	>25% daño	51.8	b
T2: 10%O ₂ -10%CO ₂	Inicial	2.0	a	Verde bosque	1.9	a	25% daño	54.8	c
	28 días	1.9	ab	Verde Bosque	2.0	abc	25% daño	54.0	bc
	35 días	1.9	ab	Verde Bosque	2.3	abc	>25% daño	52.1	b
T3: 5%O ₂ -10%CO ₂	Inicial	2.0	a	Verde bosque	1.9	a	25% daño	54.8	c
	28 días	1.9	ab	Verde Bosque	2.1	abc	25% daño	55.1	c
	35 días	1.9	ab	Verde Bosque	2.4	abc	>25% daño	53.1	bc
F de Fisher									
Tratamiento (1)		***			NS			***	
Día de alm. (2)		***			***			***	
(1) x (2)		***			NS			***	

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas al 5%. NS, ** No Significativo o significativo a $p < 0.05$ y 0.01 respectivamente

El color es un factor de calidad de importancia fundamental de los alimentos, ya que la apreciación visual es el primer sentido que se utiliza y por lo tanto una característica decisiva en la elección de la fruta (Cantos *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2005). En la figura 1, de los resultados se registró a los 35 días de evaluación de la salida de frío para el color de cáscara > a 20% negra/roja para el T0 (Control); caso contrario, sucedió con la fruta tratada con las diferentes concentraciones de gases (T2, T3 y T4) que presentó un color de cáscara verde bosque.

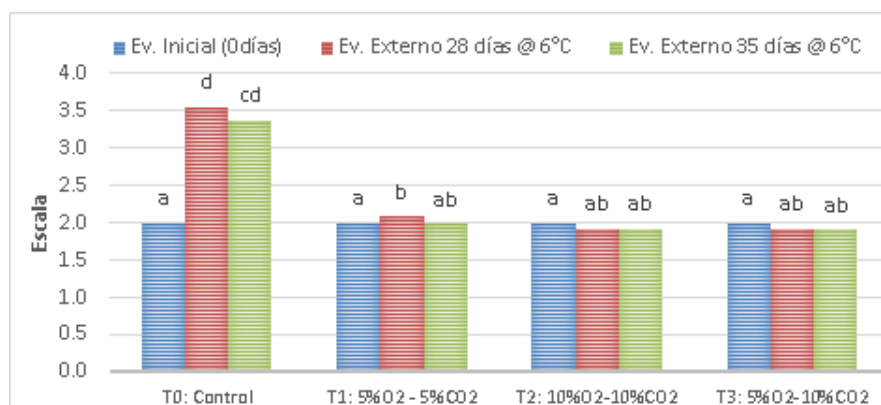


Figura 1. Efecto del uso de atmósfera controlada sobre el color de cáscara en palta.

En la figura 2, se registró para todos los tratamientos a los 35 días de evaluación de la salida de frío para la apariencia externa (daño lenticelar) un valor > a 25% de daño, demostrando que no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

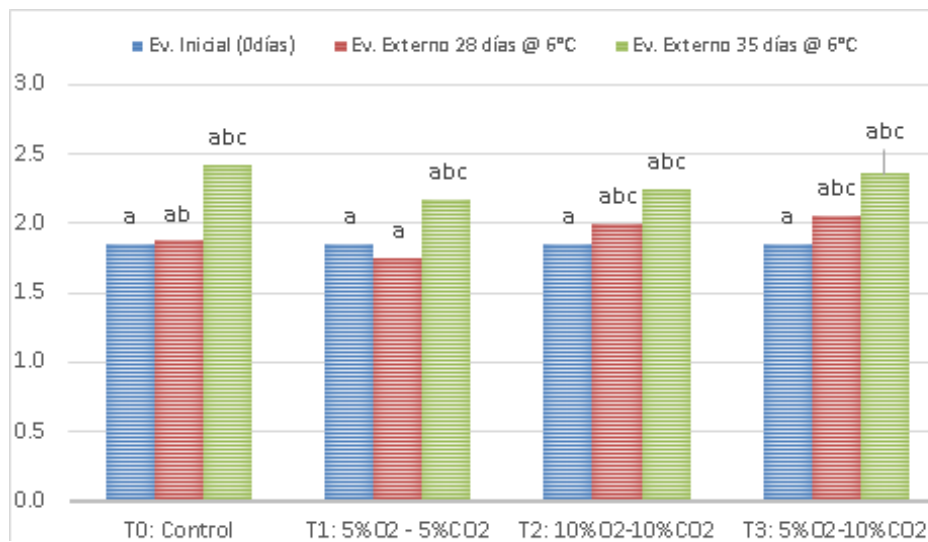


Figura 2. Efecto del uso de atmósfera controlada sobre la apariencia externa en palta.

La disminución del O₂ retardó el aumento crítico de la actividad respiratoria y por lo tanto, el ablandamiento de la fruta, explicando el comportamiento de los frutos bajo Atmósfera Controlada (Biale & Pratt, 1944). La firmeza de la fruta registrada a los 35 días de almacenamiento en AC (figura 3), fue de un 53.1 lbf promedio para los tratamientos; sin embargo, la fruta no tratada con AC (T0) presentó una firmeza de 4.7 lbf existiendo una diferencia altamente significativa entre el grupo de frutas sometidas en AC respecto al control.

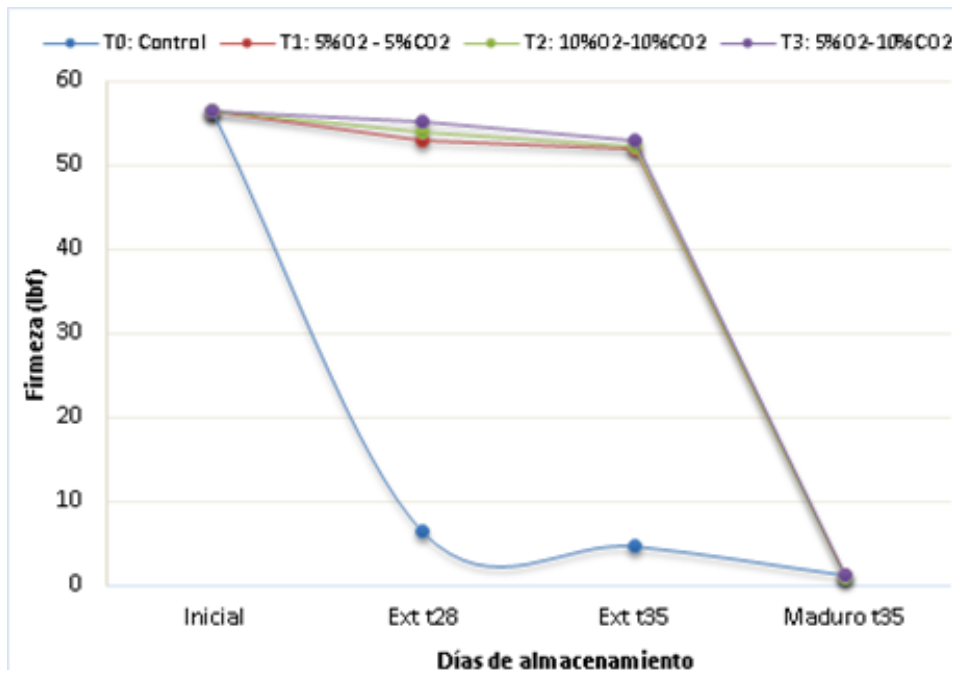


Figura 3. Efecto del uso de atmósfera controlada sobre la firmeza en palta.

Tabla 2. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ (AC) sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil de frutos de *Persea americana* "palto" var. Hass, a la salida de anaquel (20°C).

Tratamiento	Día Almc	Color Cáscara		Daño fito		Ap. Externa		Firmeza (lbf)	Ap. Pulpa	Unif. Madurac		Pulpa Gris		Osc. Vasc		Putric. Pedunc.		Putric. Pulpa																									
		4.5	bc	80% negro/verde	0.0	a	0.5			a	5% daño	1.0	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a																					
T0 CONTROL	0 + 11 días	4.2	ab	>60% negro/verde	0.0	a	1.4	b	<15% daño	1.1	a	2.0	a	100% unif.	0.1	b	0.3	b	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a							
	28 + 8 días	4.0	a	60% negro/verde	0.0	a	1.5	b	15% daño	1.2	a	2.0	a	80% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a					
	35 + 3 días	4.5	bc	80% negro/verde	0.0	a	0.5	a	5% daño	1.0	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a			
T1 5%O ₂ -5%CO ₂	0 + 11 días	4.8	cd	<100% negro/verde	0.0	a	0.5	a	5% daño	1.2	a	2.0	a	70% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a			
	28 + 8 días	4.6	cd	>80% negro/verde	0.0	a	0.7	a	>5% daño	0.8	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
	35 + 7 días	4.5	bc	80% negro/verde	0.0	a	0.5	a	5% daño	1.0	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
T2 10%O ₂ -10%CO ₂	0 + 11 días	4.7	cd	>80% negro/verde	0.0	a	0.7	a	>5% daño	1.2	a	2.0	a	80% unif.	0.1	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
	28 + 8 días	4.6	cd	>80% negro/verde	0.0	a	0.9	a	<10% daño	1.1	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
	35 + 7 días	4.5	bc	80% negro/verde	0.0	a	0.5	a	5% daño	1.0	a	2.0	a	90% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
T3 5%O ₂ -10%CO ₂	0 + 11 días	4.8	d	<100% negro/verde	0.0	a	0.7	a	>5% daño	1.2	a	2.0	a	100% unif.	0.0	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a	
	28 + 9 días	4.8	cd	<100% negro/verde	0.0	a	0.6	a	>5% daño	1.2	a	2.0	a	80% unif.	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	0.0	a	
	35 + 8 días																																										
F de Fisher																																											
TRATAMIENTO (1)			***		NS		***		NS	NS	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
DIA ALMC (2)			***		NS		***		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
(1) X (2)			***		NS		***		NS	NS	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Según los resultados de la tabla 2, se demuestra que existe diferencia significativa entre tratamientos en las diferentes fechas de evaluación a la salida de anaquel a 20°C para los parámetros de calidad: color de cáscara, apariencia externa (daño lenticelar), pulpa gris y oscurecimiento vascular; sin embargo, no hubo diferencia estadística para daño por frío, apariencia de pulpa, uniformidad de maduración, pudrición de pulpa, firmeza (lbf) y pudrición pedúncular y de pulpa.

En la presente investigación para los días de maduración de la fruta en los diferentes tratamientos después de la evaluación en anaquel, existió un incremento del ablandamiento, pudiendo deberse a un aumento de la respiración, siendo notorio este cambio a temperatura de maduración (20°C), para los frutos del control que fue de 3 días promedio, a diferencia de los frutos almacenados bajo AC, que mostraron un ablandamiento en 7 días promedio; resultados similares fueron corroborados por Gómez (2000) y Figueroa (1994) para la variedad Hass.

El efecto del AC sobre el color de la cáscara de la palta después de la evaluación en anaquel a 20°C, se registró en el T0, un puntaje de 4.0 equivalente según la escala para clasificar el color de cáscara de frutos de palto var. Hass (Cuadro 1) a un valor de 60% de coloración negro/morada/roja sobre verde a los 35 + 3 días; sin embargo, estos resultados no se registraron para los tratamientos con AC; donde, el puntaje registrado fue de 4.6 promedio correspondiente a una coloración > a 80% negro/morada/roja sobre verde, con pequeño indicio de fondo verde en el fruto a los 35+7 días promedio.

Cuadro 1. Escala para clasificar el Color de Cáscara de frutos de palto var. Hass.

Puntaje	Clasificación
3.5	40% coloración negra/morada/roja sobre verde
4.0	60% coloración negra/morada/roja sobre verde
4.5	80% coloración negra/morada/roja sobre verde Con pequeño indicio de fondo verde en el fruto

La apariencia externa (daño lenticelar) de la palta después de la evaluación en anaquel a 20°C, registró en el T0, un puntaje de 1.5 equivalente según la escala para clasificar la apariencia externa de frutos de palto var. Hass (Cuadro 2) a un valor de 15% de daño a los 35 + 3 días promedio; sin embargo, para el T1, T2 y T3, se registró puntajes de 0.7, 0.9 y 0.6 equivalente a un valor < al 10%, 10% y < al 10% de daño respectivamente.

Cuadro 2. Escala para clasificar la Apariencia Externa de frutos de palto var. Hass.

Puntaje	Clasificación
1	10% de daño
2	20% de daño
3	50% de daño

CONCLUSIONES

- La concentración 5%O₂-10%CO₂ extiende el tiempo de vida útil de 28 a 35 días a la salida de frío y de 28+5 a 35+9 días en condiciones de anaquel.
- El uso de AC es una técnica de conservación promisorio para conservar las características de calidad y extender el tiempo de vida útil de los frutos de palta.

RECOMENDACIONES

- Medir la producción de etileno y la respiración de la fruta con y sin AC.
- Evaluar la aplicabilidad de esta tecnología en frutos de palta en diferentes momentos de la campaña.
- Realizar tiempo de vida útil de la fruta a mayores días con la tecnología de AC.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren agradecer a todos aquellos involucrados en esta investigación, en especial al Ing. Piero Dyer y a la Lic. Rocío Enciso; además, del equipo de I&D: Sussy Polo y David Ibáñez por su constante colaboración en el desarrollo de las actividades relacionadas a este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Artes, F 2006, El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 7, núm. 2, enero, 2006, pp. 61-85.
- Cantos, E, Espín, J C, Tomás-Barberán, F A 2002, Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of Agricultural Food CHEMISTRY* 50: 5691-5696.
- Cerón, T G, & Rodríguez, V 2007, Atmosferas controladas: principios, desarrollo y aplicaciones de esta la tecnología en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos* 1; 55-65.
- Figueroa, J 1994, Atmósfera controlada en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agro. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 77p.
- Gómez, C A 2000, Comportamiento de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass almacenadas a diferentes concentraciones de CO₂ y O₂. Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 50p.
- Raghavan, G S V, Gariépy, Y, & Vigneault, C 2003, Controlled Atmosphere Storage. En D. R., Heldman. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. Marcel Dekker, Inc. Nueva York. pp. 148-152.
- Serrano, M, Guillén, F, Martínez-Romero, D, Castillo, S, & Valero, D 2005, Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2741-2745.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

