

TRABAJOS DE INVESTIGACION

ALMACENAMIENTO DE PALTAS (*Persea americana* Mill) cv. FUERTE Y HASS EN ATMOSFERA CONTROLADA, ATMOSFERA MODIFICADA Y REFRIGERACION COMUN

Ings. Agrs. HORST BERGER S. y CARMEN AUDA M.
Profs. de Fruticultura, Facultad de Ciencias Agrarias
Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile

Ing. Agr. EDUARDO GONZALEZ Y.
Actividad privada

RESUMEN

La conservación de paltas es una práctica necesaria cuando se pretende extender la distribución del producto hacia mercados lejanos. La presente investigación tuvo por objetivo conocer algunas de las condiciones de almacenamiento más apropiadas para la conservación de paltas Fuerte y Hass, producidas en Chile. Para ello, se compararon dos sistemas de conservación: atmósfera controlada y atmósfera modificada, en palta Fuerte y, además, refrigeración común en la variedad Hass. En los tres sistemas se probaron dos temperaturas de guarda. La palta Hass se cosechó en dos épocas y la Fuerte sólo en una.

La palta Hass mostró mayor aptitud para la conservación que la Fuerte. El mejor sistema de almacenamiento fue atmósfera controlada para ambas variedades; sin embargo, en Hass no se descarta la posibilidad de uso de los otros dos sistemas.

ABSTRACT

Suitable conditions of storage are studied on avocados (cvs. Hass and Fuerte), grown in Chile.

Controlled and modified atmospheres were compared in both cultivars. Besides this, common storage was proved in Hass. The three systems were proved at two storage temperatures. Hass avocado was harvested at two periods and Fuerte only once.

According to results, Hass avocados showed better storing potential than Fuerte. The best estorage condition was controlled atmosphere for both cultivars, though the use of the two other systems is not discarded for Hass.

INTRODUCCION

En Chile existen condiciones climáticas que permiten el cultivo de paltos en algunas regiones que son potencialmente extensas como para abastecer el mercado nacional y, a la vez, permitir la exportación de esta fruta. En la actualidad, la rentabilidad del cultivo del palto está disminuyendo debido al aumento de la producción. En consecuencia, existe interés por el estudio del almacenamiento de esta fruta a fin de extender su distribución hacia mercados distantes.

Las variedades Fuerte y Hass son las que han

demostrado las mejores aptitudes para la conservación (1, 11). Para prolongar la vida de postcosecha de la fruta, es necesario frenar el proceso de maduración, el que está relacionado con la intensidad respiratoria que, en el caso de paltas, es muy baja (2, 10). Los medios disponibles más prácticos para lograr disminuir la respiración, son el uso de temperaturas bajas y modificaciones de la atmósfera en que se almacenan (5, 11). Se ha conseguido mantener paltas durante seis semanas usando temperaturas entre 6 y 8° C (1, 12). Por otra parte, Young y Kosiyachinda (11) lograron conservar paltas maduras, postclimáticas, durante seis se-

manas, empleando temperaturas tan bajas como 2°C. En una investigación realizada en Chile con palta Fuerte, también se observó que al disminuir la temperatura en fruta postclimática era posible conservarla por un período más prolongado (1).

Respecto a la modificación de la atmósfera, específicamente de los gases oxígeno y anhídrido carbónico, como complemento a la refrigeración, se recomienda el uso de concentraciones de 2 a 5% de CO₂ y de 10% de O₂ (3, 9).

En cuanto a la época de cosecha, se ha encontrado que la fruta cosechada anticipadamente requiere de un mayor tiempo para su maduración posterior (4). Además, es posible conservar esta fruta durante un período más prolongado en buenas condiciones (1).

Sobre la base de estos antecedentes se plantearon los objetivos de la presente investigación, que consisten en determinar el comportamiento de postcosecha de paltas almacenadas bajo dos regímenes de temperatura y usando tres sistemas de conservación.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con palta Fuerte, procedente de la localidad de Peumo, VI Región, y con palta Hass, de la localidad de La Cruz, V Región.

La palta Fuerte se cosechó en una sola fecha, que fue el 14 de septiembre y la palta Hass el 22 de noviembre (M1) y el 29 de diciembre (M2).

La palta Fuerte se sometió a dos sistemas de almacenamiento, atmósfera controlada (AC) y atmósfera modificada (AM). La palta Hass recibió los mismos tratamientos más un tercero bajo refrigeración común (RC).

Para el tratamiento AC se utilizaron frascos de vidrio de 20 litros de capacidad, equipados con tapas de goma provistas de 2 conexiones al exterior, cada una de 5 mm. de diámetro, para permitir la regulación de las concentraciones de CO₂ y de O₂. En cada frasco se colocaron 9 frutos; se emplearon 3 frascos por tratamiento, correspondiendo cada uno a una repetición.

La concentración de O₂ se mantuvo entre 3 y 5% y de la CO₂ entre 6 y 8%. El control de las concentraciones de estos gases se efectuó diariamente con un aparato ORSAT. Los excesos de CO₂ se eliminaron haciendo circular la mezcla gaseosa de los frascos, a través de una solución concentrada de KOH, mediante el accionar de una bomba dispuesta en circuito cerrado. La falta de O₂ fue superada por medio de la incorporación al interior de los frascos, de aire normal en las magnitudes requeridas y regulada por el tiempo de acción de la bomba.

El tratamiento AM se logró colocando la fruta en bolsas de polietileno, de 30 cm de ancho y

50 cm de largo y de 0,025 mm de espesor. Cada bolsa disponía de 32 perforaciones del diámetro de un alfiler. Al término del almacenamiento se midió la concentración de O₂ y CO₂ de la atmósfera interna de las bolsas, empleando para ello el aparato ORSAT.

La refrigeración común (RC) consistió en el almacenamiento en cámaras frigoríficas, usando como medio de embalaje, cajas de madera con una sola capa de paltas sobre viruta de madera, a fin de evitar el contacto directo de la fruta con el fondo del envase.

Los dos tratamientos de temperatura empleados en los tres sistemas de almacenamiento fueron: uno a 7°C durante todo el período de guarda y otro a 7°C sólo los 15 primeros días, para continuar a 4°C el tiempo restante.

El almacenamiento duró 25 y 35 días, evaluándose la fruta al término de cada uno de estos períodos y, posteriormente, a los 5 días de permanecer a una temperatura de 15°C, simulando un período de comercialización.

Los análisis efectuados a la fruta fueron los siguientes:

- Resistencia de la pulpa a la presión, medida con un presiómetro fijo, marca Univ. de California, provisto de un émbolo de 5/16" de diámetro.
- Porcentaje total de aceites, que se determinó extrayéndolos con éter etílico puro en ebullición, con un aparato SOXHLET.
- Contenido de agua, que se obtuvo por diferencia entre peso fresco y seco.
- Desórdenes fisiológicos que se evaluaron, de acuerdo a su intensidad, en 6 categorías: 0 = fruto sano; 1 = daño incipiente; 2 = daño leve; 3 = daño moderado; 4 = daño severo, y 5 = daño muy severo.

El diseño estadístico empleado fue aleatorización completa con estructura factorial de 2x3x2x2 para la palta Hass y de 2x2x2 para la Fuerte, en todos los casos con 3 repeticiones de 9 frutos cada una. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y se efectuó la prueba de Duncan, a un nivel de 5% significación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Palta Fuerte

La palta Fuerte se caracterizó al momento de la cosecha, por presentar una resistencia a la presión de 45,4 lb, un contenido total de aceite de 24,0% (base peso fresco) y un contenido de agua de 66,4%. El peso unitario medio de la fruta fue de 308 g.

Resistencia a la presión. Las variaciones en la resistencia a la presión experimentada por la fruta de cada tratamiento durante el almacenamiento, se presentan en la Figura 1. Se aprecia que

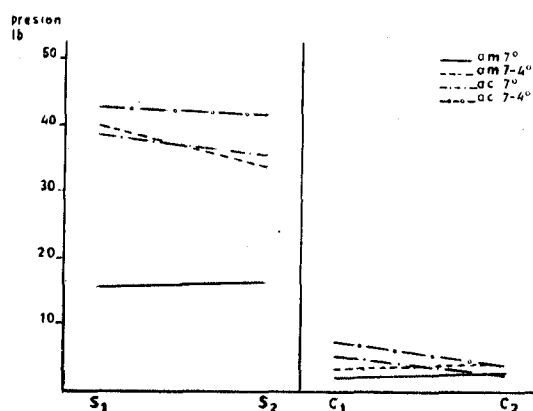


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la resistencia a la presión en palta Fuerte, al término del almacenamiento y comercialización.

durante su permanencia en frío, el único tratamiento que sufrió un ablandamiento significativo fue AM 7°C. Esta pérdida de resistencia a la presión se produjo durante los primeros 25 días de guarda (S1), no continuando posteriormente. Sin embargo, cabe destacar que en la segunda salida de frío, a los 35 días (S2), se registró una variación entre las repeticiones de este tratamiento, equivalente a una diferencia de 33 libras entre el valor mayor y el menor. Los valores más altos de resistencia a la presión se presentaron en la repetición cuya atmósfera registró la mayor concentración de CO₂ y la menor de O₂. Las concentraciones de estos dos gases, medidos en las bolsas de polietileno, se indican en el Cuadro 1.

En el tratamiento AM 7-4°C, también hubo una repetición diferente en cuanto a las recomendaciones gaseosas, produciéndose el mismo fenómeno anterior, pero más atenuado, puesto que la diferencia entre el valor máximo y el mínimo fue de sólo 14 lb.

Durante la etapa de comercialización simulada, correspondiente a los 25 días de guarda (C1), la fruta de los 4 tratamientos se ablandó hasta los niveles requeridos para su consumo, es decir, 8 a 1 lb (Figura 1). Los valores más altos pertenecieron a AC 7-4°C. En la comercialización posterior a los 35 días de almacenamiento (C2), todos los tratamientos alcanzaron valores muy similares, entre 3 y 2 lb.

Porcentajes de aceite y de agua. Los contenidos de aceite y de agua durante el almacenamiento, experimentaron variaciones de escasa magnitud, no significativas, tanto en relación a la cosecha como entre tratamientos. En términos generales, puede señalarse que el contenido de aceite tendió a disminuir en 1 a 3% respecto a cosecha. Resultados similares obtuvieron Luza *et al* (6) en paltas Fuerte y Ampolleta Grande.

Las fluctuaciones en el porcentaje de aceites fueron acompañadas por variaciones en el contenido hídrico en relación inversa, es decir, ante un aumento de aceite se produjo una disminución equivalente de agua. Este fenómeno se observa en la Figura 2, donde el porcentaje de aceite está expresado en base peso seco.

Alteraciones fisiológicas. En esta investigación, no se observaron alteraciones fisiológicas en la piel de la fruta; en cambio, en la pulpa se presentaron 4 desórdenes que, en orden de importan

CUADRO 1
CONCENTRACION DE CO₂ Y O₂ PARA LOS TRATAMIENTOS DE ATMOSFERA MODIFICADA EN PALTA FUERTE

Almacenaje		7° C		7 - 4° C		Observaciones
		% CO ₂	% O ₂	% CO ₂	% O ₂	
25 días	I	4,4	15,9	—*	—*	8 frutos
	II	4,3	16,2	2,2	18,7	8 frutos
	III	4,3	16,1	1,7	19,0	7 frutos
	$\bar{X}$	4,33	16,1	1,95	18,85	
35 días	I	4,8	15,6	1,4	19,4	8 frutos
	II	8,8	9,1	6,5	12,8	8 frutos
	III	4,8	15,1	1,8	19,0	7 frutos
	$\bar{X}$	6,1	13,3	3,2	17,1	

* Se descartó por rotura de la bolsa al momento de la medición.

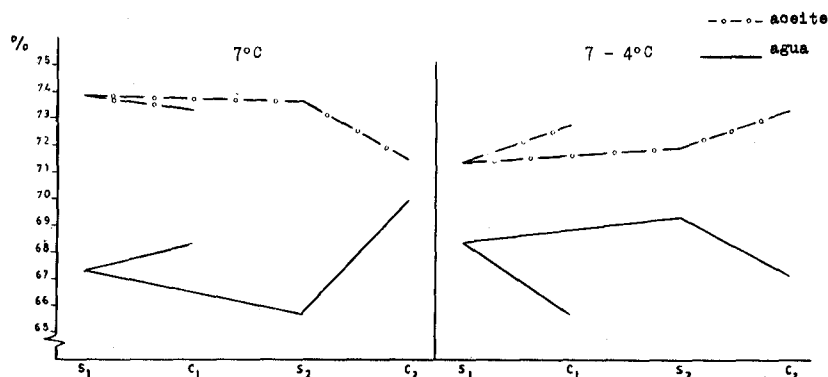


Figura 2. Contenidos de agua y de aceite (base peso seco) de palta Fuerte almacenada en Atmósfera Controlada.

cia fueron: "moteado pardo", "manchas grises", "pardeamiento" y "oscurecimiento de fibras". Estas denominaciones son arbitrarias y se basan en la sintomatología del daño.

El "moteado pardo" corresponde a manchas de bordes definidos, de color pardo oscuro a negro, ubicadas en el extremo distal del mesocarpo. Sus dimensiones fluctuaron entre 1 y 3 mm de diámetro. Estas manchas se presentaron tanto aisladas como agrupadas.

Las "manchas grises" se caracterizaron por su forma relativamente circular, de márgenes medianamente definidos, de tamaño variable pero siempre mayor que el "moteado pardo". Su color fluctuó entre gris pálido y negro. De preferencia se encontraban ubicadas en el extremo proximal del fruto.

El "pardeamiento" se manifestó como una tonalidad gris, difusa, de la pulpa que comenzaba en la parte globosa del fruto y avanzaba por la zona comprendida entre las fibras, hacia el lugar de inserción del pedicelo. En casos más avanzados, el daño abarcó el tejido de la cavidad de la semilla. Frente a la exposición al aire se intensificaba el color, sin avanzar más allá del área afectada inicialmente.

El "oscurecimiento de fibras", como su nom-

bre lo indica, consistió en el cambio de color de éstas, de verde amarillento claro a un pardo oscuro e incluso negro. Este daño se presentó en la zona del fruto comprendida entre la base de la semilla y el extremo distal, tal como lo escribe Peralta (7).

En el Cuadro 2 se presenta la intensidad de daños, considerados en conjunto, que registró cada tratamiento. Se observa que el menos afectado fue AC 7°C, cuya fruta se mantuvo dentro del rango de daño incipiente durante los dos períodos de guarda y sus respectivas etapas de comercialización. El principal desorden que se observó en esta fruta fue "moteado pardo".

El cambio de temperatura de 7°C a 4°C se tradujo en la fruta almacenada en AC, en un aumento de la incidencia de alteraciones fisiológicas, que alcanzó significación sólo en la última etapa de postalmacenamiento (C2). En este caso, también el "moteado pardo" fue más frecuente, presentándose, además, "manchas grises" y "pardeamiento". Este último cobró importancia solamente en la etapa de comercialización correspondiente a los 35 días de guarda (C2).

El almacenamiento en AM aumentó la incidencia de daños en relación a AC. Los desórdenes predominantes en los tratamientos AM fueron "oscu-

CUADRO 2
INTENSIDAD DE ALTERACIONES FISIOLÓGICAS EN PALTA FUERTE DESPUES
DE LOS PERIODOS DE ALMACENAMIENTO Y DE COMERCIALIZACION

Tratamiento	Almacenamiento		Comercialización	
	S1	S2	C1	C2
AC 7°C	0,6 a	1,7 a	1,2 a	1,2 a
AC 7 - 4°C	1,0 a	3,3 ab	1,8 ab	4,0 b
AM 7°C	3,7 b	4,7 b	3,8 b	6,0 b
AM 7 - 4°C	2,1 ab	3,3 ab	4,1 b	5,1 b

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas al 5%.

CUADRO 3
CARACTERISTICAS DE LA PALTA HASS A LA COSECHA

Cosecha	Resist. a la presión (lb)	Peso unitario (g)	Contenido agua (%)	Contenido aceite (%)
Primera (M1)	43,7	235,2	72,6	17,2
Segunda (M2)	44,0	256,5	69,4	19,9

recimiento de fibras", "manchas grises" y, en tercer lugar, "moteado pardo".

Pudriciones. Estos daños fueron escasos y ocasionales y no tuvieron un carácter determinante de la duración del almacenamiento. El agente causal más importante fue el hongo *Botrytis* sp. que, en todos los casos, se encontró afectando la zona pedicelar del fruto.

Palta Hass

Las características de la palta Hass a la cosecha se presentan en el Cuadro 3. En él se observa que el retraso en la recolección se tradujo, principalmente, en un aumento del contenido de aceite en un 2,7%.

Resistencia a la presión. La palta de los tratamientos AC no se ablandó mientras permaneció almacenada. En cambio, en la fruta de los tratamientos AM y RC, se produjo evolución de la resistencia a la presión, la que estuvo influenciada tanto por la madurez de cosecha como por la temperatura de guarda (Figura 3). En estos dos tratamientos, AM y RC, los mayores cambios en resistencia a la presión los experimentó la fruta de la primera cosecha, lo cual no concuerda con Chandler (4), quien señala que a medida que se retrasa la cosecha se acelera la maduración.

El efecto de la temperatura se manifestó especialmente en AM de la primera cosecha, en que el cambio de 7° a 4°C redujo significativamente el ablandamiento en relación a 7°C permanente.

En los tratamientos RC de la primera cosecha la temperatura no tuvo una influencia de importancia, mientras que en la fruta de la segunda cosecha, el tratamiento de temperatura combinada 7-4°C, evitó el ablandamiento.

Durante los períodos de comercialización, la fruta de todos los tratamientos se ablandó alcanzando los valores de consumo.

Contenidos de aceite y de agua. Los cambios en los porcentajes de aceite y de agua registrados durante el almacenamiento, fueron mínimos y no mostraron tendencias definidas en relación a ninguna de las variables en estudio.

Alteraciones fisiológicas. Se detectaron dos alteraciones afectando la pulpa de la fruta: "pardeamiento" y "oscurecimiento de fibras", cu-

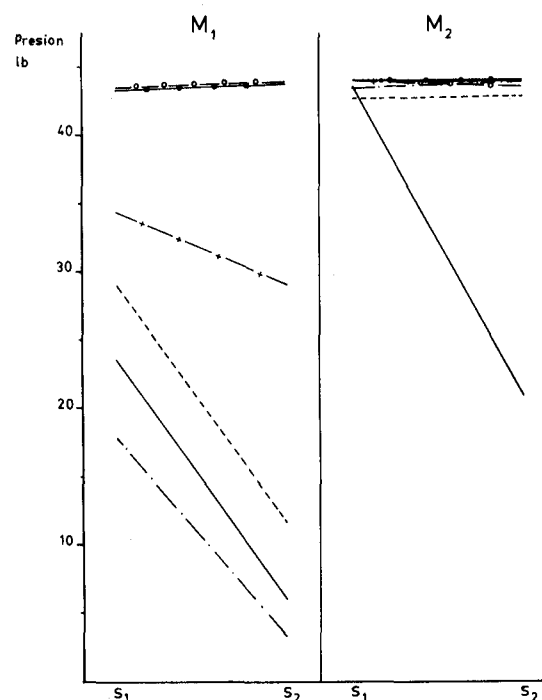


Figura 3. Efecto de los tratamientos y la madurez de cosecha sobre la evolución de la resistencia a la presión en palta Hass durante el almacenamiento.

yas características fueron similares a las descritas para palta Fuerte.

A los 25 días de almacenamiento y su respectiva comercialización, la intensidad de daños fue muy baja en todos los tratamientos, inferior al valor 1,0 de la escala de evaluación. A los 35 días de almacenamiento, las paltas de la segunda cosecha mantenían esta misma condición; en el período de comercialización posterior, sólo el tratamiento RC, 7° C experimentó un incremento, alcanzando el valor 1,2 de la escala de intensidades.

En la fruta de la primera cosecha, se produjo un aumento significativo de daños en los dos tratamientos RC, entre los 25 (S1) y 35 (S2) días de guarda. Luego, a temperatura ambiente (C1 y C2), la intensidad de las alteraciones aumentó en estos

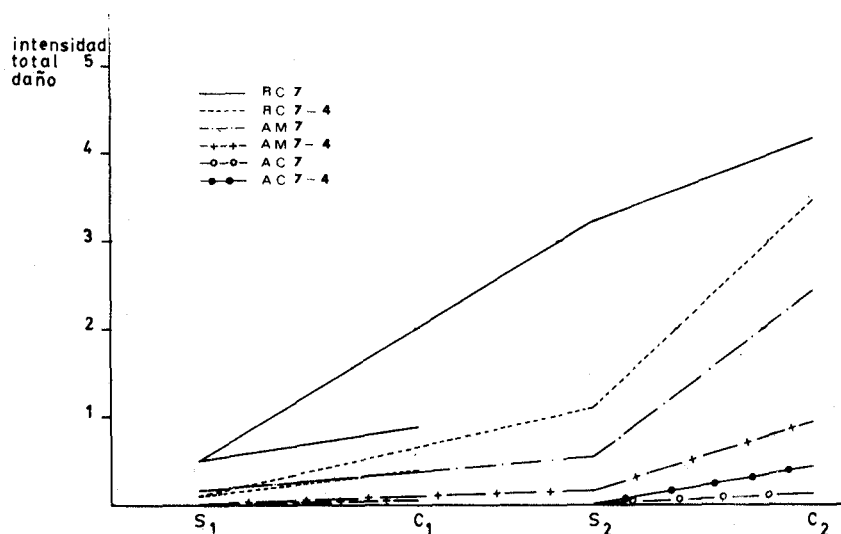


Figura 4. Evaluación de la intensidad de daños por alteraciones fisiológicas durante el almacenamiento y comercialización de palta Hass de la primera cosecha

misos tratamientos RC y también en AM 7° C (Figura 4). Sin embargo, los dos tratamientos AM se mantuvieron siempre en mejores condiciones que los RC, confirmando lo señalado por Scott y Chaplin (8), en cuanto a que el uso de polietileno reduce la incidencia de daños fisiológicos en relación al almacenamiento en atmósfera normal.

En relación al efecto de la madurez de cosecha, los resultados obtenidos en esta investigación señalan un mejor potencial de conservación para fruta de cosecha más tardía. Peralta (7), en cambio, obtuvo un efecto contrario en palta Fuerte.

Pudriciones. La incidencia de pudriciones fue inferior al 2% en todos los tratamientos. Las características y el agente causal del daño fueron similares a los observados en palta Fuerte.

CONCLUSIONES

El desarrollo de alteraciones fisiológicas es el principal problema que limita el almacenamiento de paltas. La palta Hass presenta menos susceptibilidad a estos daños; por ello su potencial de conservación es mayor que el de la Fuerte.

El mejor sistema de conservación es la atmósfera controlada. El uso de atmósfera modificada, en Fuerte y en Hass, y de refrigeración común, en Hass, son alternativas útiles para períodos de almacenamiento más cortos.

La temperatura de guarda actuó, en esta investigación, en forma distinta dependiendo del sistema de conservación. En atmósfera controlada, la temperatura más promisorio fue de 7° C permanente, mientras que en atmósfera modificada y en

refrigeración común, se obtuvieron mejores resultados bajando la temperatura de 7° a 4° C a los 15 días de iniciado el almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. BERGER, H., LUZA, J. y PERALTA, L. 1978. Almacenamiento de paltas Fuerte y Hass. Proc. Am. Soc. Hort. Sc. 22: 30-39.
2. BIALE, J. y YOUNG, R. 1962. Bioquímica de la maduración de los frutos. Endeavour 21: 164-174.
3. ————. 1971. The Avocado pear. En: The Biochemistry of fruits and their products. London ARC. Food Res. Inst. Vol. 2: 1-63.
4. CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja persistente. México. U.T.E.H.A. 458 p.
5. JACOBS, C.I. 1974. Storage problems with avocados. Citrus and Subtropical fruit Journal (485): 16-21.
6. LUZA, J., BERGER, H. y LIZANA, A. 1979. Almacenaje en frío de paltas (*Persea americana* Mill), cv Negra La Cruz, Ampolleta y Fuerte. Simiente 49(3-4): 42-47.
7. PERALTA, L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte. Tesis, Univ. de Chile, 89 p.
8. SCOTT, H.J. y CHAPLIN, G.R. 1978. Reduction of chilling injury in avocados stored in sealed polyethylene bags. Tropical Agriculture, 55(1): 87-90.
9. SPALDING, D.H. y REEDER, W.F. 1975. Low-oxygen high-carbon dioxide controlled atmosphere storage for control of chilling injury of avocado. Phytopathology 65(4): 458-460.
10. SPENCER, M. 1966. La maduración de la fruta. En: Fruit Biochemistry. N. Y., Browker, 200-230.
11. YOUNG, R.E. y KOSIYACHINDA, S. 1975. Low temperature storage of ripe avocado fruit. Cal. Avocado Soc. Yearb. 73-76.
12. ZAUBERMANN, G., SCHIFFMANN-NADEZ, M. y YANKO, U. 1977. The response of avocado fruits to different storage temperature. Hortscience 12(4): 353-354.