

1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 359-364.

EFECTO DEL ENVASE DE CARTÓN CORRUGADO Y EMBALAJE EN LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE FRUTA DE AGUACATE CV. HASS

L. López-López¹, J. F. Cajuste-Bontemps²

¹Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza N° 6, C.P. 51700 Coatepec Harinas, Méx. Fax (714) 5 02 79 Tel: (714) 5 01 60 Fax: 5 02 79 E-mail: cictamex@edomex1.telmex.net.mx

²Programa de Fruticultura, IRGP Colegio de Postgraduados, Carr. México - Texcoco, Montecillos, Edo. de México. Fax (595) 1 03 11 E-mail:serrebo@colpos.colpos.mx

RESUMEN

Envase es aquel recipiente que contiene, protege, dosifica, identifica y conserva en buen estado los productos. Si se considera que el contener el producto dentro de un envase implica una restricción en la difusión de gases y se puede entender que las pérdidas pueden incrementarse por este hecho. Este trabajo se realizó con la finalidad de comparar los tipos de envase, para determinar su influencia en la calidad final de la fruta de aguacate cv. Hass. Se seleccionaron cuatro tipos de cajas de cartón con diferente diseño en cuanto al número de perforaciones (tratamientos), de cuatro kilogramos de capacidad. Por otro lado los frutos fueron cosechados en madurez fisiológica, seleccionados y empacados en 4 cajas de cada uno de los diferentes tratamientos. Se determinó el comportamiento postcosecha de los frutos de aguacate cv Hass, al ambiente y bajo almacenamiento refrigerado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 20 días. Al ambiente no hubo diferencias entre tratamientos, mientras que en almacenamiento se encontró que los tratamientos I y IV cuyo diseño tiene una mayor superficie de aireación, los frutos lograron una menor oscilación de temperatura, una mayor firmeza y aumento en los días a madurez de consumo, con la consecuente preservación de la calidad de los frutos, en comparación con los tratamientos II y III.

PALABRAS CLAVE: *Persea americana* Mill., fruto, cajas de cartón, firmeza, daño por frío.

EFFECT OF SINGLEWALL CORRUGATED FIBERBOARD CONTAINER AND PACKAGING ON 'HASS' AVOCADO FRUIT QUALITY AND CONSERVATION

SUMMARY

Container is that recipient that contains, protect, dose, identify, and preserve in good condition the products. If we consider the product within the container there is a restriction with dissemination of gases and one can think that the losses can be increase by fact. The present work was carried out to compare four types of containers in order to determine their influence in the conservation and the final quality of the

avocado (*Persea americana* Mill.) fruit cv. Hass. The carton boxes were of four types and were selected in relation to its perforation number. In addition to this, avocado fruits cv. Hass were harvested at physiological maturity and were packed in four different types of carton boxes of 4 kg capacity, to evaluate their postharvest behavior and environmental treatments at room temperature as under storage during 20 days at $5\pm 1^\circ\text{C}$. No differences were found at environment trials, meanwhile under storage, we found the treatments I and IV which their design with more perforation number and greatest ventilation reduced temperature oscillation, fruit firmness and the days to ripen increased, and their quality was much better than the treatments II and III.

KEY WORDS: *Persea americana* Mill., fruit, boxes, firmness, cold injury.

INTRODUCCIÓN

Se ha definido al envase como aquel recipiente que contiene, protege y conserva en buen estado los productos que se encuentran en su interior, el cual posee otras características como la de cuantificar, dosificar e identificar un determinado producto en particular. Mientras que el embalaje, su función es la de unificar y controlar colectivamente a envases menores y además proteger al producto durante las rudas etapas de la distribución tales como el transporte, carga, descarga, estiba y almacenamiento (Rodríguez, 1997).

Se ha determinado que si un envase está diseñado adecuadamente contribuye a reducir los daños que sufren los productos alimenticios sobre todo aquellos clasificados como perecederos, entre los cuales se encuentran a las frutas y hortalizas. Si se considera que el contener el producto dentro de un envase implica una restricción en la difusión de gases se puede entender que las pérdidas en postcosecha pueden incrementarse por este hecho. De este modo se ha determinado que por efecto de un mal diseño y/o uso del envase y embalaje se desperdician alrededor de un 25 a un 30% de los alimentos producidos a nivel mundial (Kader, 1991; Rodríguez, 1997). Diversas son las características que deben considerarse para que el envase se diseñe de tal forma que las operaciones de enfriamiento, por mencionar una de ellas, el producto obtenga la temperatura deseada para propiciar un tiempo considerable de conservación (Berger *et al.*, 1982; Leclereq, 1990). Utilizar un envase implica que los costos del producto se incrementen, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones mejora la apariencia y conservación de la calidad del producto (Eaksteen, 1995). Para el caso específico del fruto del aguacate, y exclusivamente los que se utilizan para la exportación, diversos son los tipos de envase y embalaje, como las marcas de cada empacadora. Los envases que se han venido utilizando son la caja de cartón o de madera, el primero en la mayoría de los casos su capacidad es de 4 kg, con la ordenación de la fruta, en un solo nivel, mientras que el segundo su demanda ha sido en menor escala, su capacidad es de 10 Kg y la fruta en la mayoría de los casos se coloca a granel. En cuanto a las cajas de cartón diversos son los diseños por lo que para el presente trabajo se seleccionaron cuatro diseños diferentes (de los más utilizados por las diferentes empacadoras) con la finalidad de evaluar las características que presentan estas durante el embalaje, así como para determinar su influencia en la calidad postcosecha de la fruta de aguacate cv. Hass.

MATERIALES Y MÉTODOS

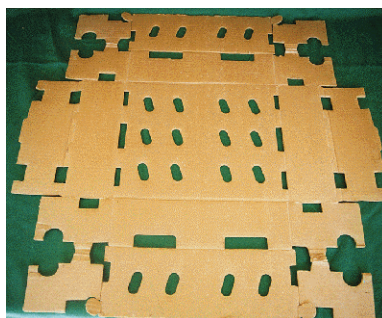
Material biológico

Se utilizaron frutos de aguacate cv. Hass para exportación, de una huerta localizada a 2100 msnm de la región de Tacámbaro, Estado de Michoacán. Después de la cosecha, la fruta fue trasladada a la empacadora en cajas de plástico de 30 kg, mismas que se colocaron a la sombra para reducir el calor de campo de la fruta.

La selección y empaque se realizó en una máquina seleccionadora con base de rodillos, la cual traslada la fruta a una solución de fungicidas donde la fruta es inmersa por un tiempo aproximado de dos minutos y entonces pasa por el área de cepillado, secado y selección. Los envases utilizados en el presente trabajo fueron cuatro, de diseño y construcción diferentes. Todos ellos de cartón perforado y capacidad de 4 kg, utilizados para la exportación los cuales se describen a continuación:

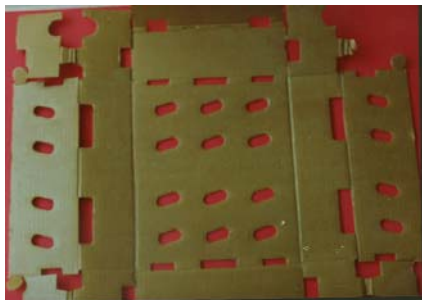
Tratamiento I

La distribución de las perforaciones para la circulación de aire; en la base de la caja se tienen dos grupos de seis perforaciones elípticas agrupadas, en la superficie de la misma tiene ocho; mientras que en las dos caras laterales: A lo largo posee cuatro orificios rectangulares colocados en la parte del dobléz de la caja y en la parte ancha dos orificios en forma de rombo. La superficie total de estas perforaciones es de 275.23 cm² la dirección de la flauta es horizontal y la resistencia a la compresión es de 275 libras por pie cuadrado.



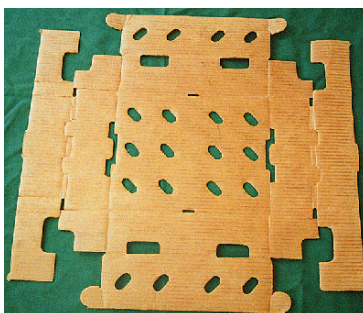
Tratamiento II

La distribución de las perforaciones para la circulación de aire; en la base de la caja se tienen dos grupos de seis perforaciones elípticas menos agrupadas que la primera, en la superficie de la misma tiene ocho mientras que en las dos caras laterales (largo y ancho) no tiene. La superficie total de estas perforaciones es de 239.15 cm²; la dirección de la flauta es horizontal y la resistencia a la compresión es de 55 libras pie (ECT).



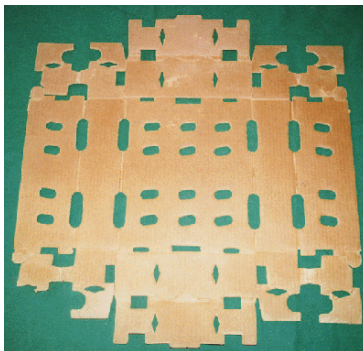
Tratamiento III

La distribución de las perforaciones para la circulación de aire; en la base de la caja se tienen dos grupos de seis perforaciones elípticas, estas a su vez agrupadas en par, en la superficie de la misma tiene cuatro; mientras que en la cara lateral ancha se encuentran dos en forma de rombo, La superficie total de estas perforaciones es de 122.9 cm^2 ; la dirección de la flauta es vertical y la resistencia a la compresión es menor a 90 libras por pie.



Tratamiento IV

La distribución de las perforaciones para la circulación de aire; en la base de la caja se tienen dos grupos de seis perforaciones elípticas repartidos sobre toda la base, en la superficie de la misma tiene ocho; mientras que en las dos caras laterales: a lo largo tiene cuatro, dos en cada lado. La superficie total de estas perforaciones es de 295.63 cm^2 ; la dirección de la flauta es horizontal y la resistencia a la compresión es de 275 libras por pie cuadrado.



En ellos se colocaron frutos de calibre 16 y 18 en una sola capa. Se utilizaron cinco cajas con fruta para cada uno de los tratamientos que se mantuvieron durante dos días al ambiente con una temperatura de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$. El siguiente estudio consistió en evaluar los cuatro diseños y construcciones diferentes bajo condiciones de almacenamiento refrigerado en un período de 20 días a una temperatura de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y 85% H.R

Los frutos para cada uno de los tratamientos y condiciones de maduración fueron evaluados en el Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Programa de Fruticultura del IREGP, del Colegio de Postgraduados a través de las siguientes variables:

Madurez fisiológica: determinada a partir del contenido de humedad y aceite de aquellos frutos provenientes de la cosecha. Se aplicó así mismo después del almacenamiento a fin de evaluar maduración durante la conservación en refrigeración y la comparación de los contenidos de estos en aquellos madurados al ambiente. Estas variables fueron cuantificadas utilizando la metodología propuesta por la AOAC (1975).

Firmeza: Se valoró usando un penetrómetro tipo Chatillon puntal cónico de 0.5 mm. Se registraron datos en cada lado opuesto de la parte ecuatorial de cada fruto, desprendiendo previamente la cáscara. Los datos se expresaron en kilogramo fuerza (kgf) y se registraron cada dos días hasta que los frutos lograron su madurez de consumo. Se utilizaron cuatro frutos por tratamiento y tres repeticiones.

Respiración: Mediante el método de corriente continua de gas modificado, propuesto por Laksminarayana *et al.*, (1974), se realizaron las determinaciones cada dos días y los resultados se expresaron $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de CO_2 . Se utilizaron tres frutos por tratamiento.

Patrón de maduración: Se llevó a cabo el registro de datos con base en el tiempo requerido para alcanzar el ablandamiento y fue realizado mediante cambios al tacto. Para esta determinación se utilizó una escala preestablecida compuesta de tres valores: Textura dura, frutos en estado sazón; frutos cambiantes, en donde se detectó un cierto grado de suavidad sin que éste fuera apto para consumo y frutos suaves, aquellos aptos para el consumo. Se utilizaron cuatro frutos por tratamiento y tres repeticiones.

Color de la cáscara: Esta variable se determinó por el sistema Hunter Lab 'L', 'a', 'b'. La expresión de los valores obtenidos se hizo a través del Índice de Color propuesto por Mateos *et al.* (1988). Para el registro de la lectura se realizó un círculo de 2 cm de

diámetro en la parte media del fruto. Por cada tratamiento se leyeron 4 frutos constituyendo un fruto la unidad experimental.

Daño por frío: Se valoró a través de la determinación de la permeabilidad de la membrana celular, mediante el registro de la cantidad de electrolitos perdidos, de acuerdo a Creencia y Bramlage (1971), utilizándose un puente de conductividad. Las lecturas se midieron en la escala de $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Pérdidas acumulativas de peso: Se llevó un registro del peso de los frutos desde el inicio del experimento a la salida de la frigoconservación y diariamente hasta que los frutos lograron su madurez de consumo. La pérdida de peso de cada repetición, se calculó con base en el porcentaje de peso perdido. Por cada tratamiento se leyeron 4 frutos constituyendo un fruto la unidad experimental.

El análisis estadístico utilizado para el presente trabajo fue el diseño completamente al azar con la realización de un análisis comparativo sobre las diferencias estadísticas entre medias mediante la separación de las mismas con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento postcosecha al ambiente

En el Cuadro 1 se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a contenido de aceite, firmeza y permeabilidad de la membrana. Lo que indudablemente nos lleva a establecer una homogeneidad de la fruta en cuanto a su madurez fisiológica. En la variable pérdidas acumulativas de peso, los frutos procedentes de los tratamientos I y II tuvieron una menor pérdida acumulativa de peso siendo esta pérdida en promedio de 6.9 a un 7.5% menores a los obtenidos por los frutos de los tratamientos III y IV, en los cuales la pérdida acumulativa de peso fue superior al 10%.

Cuadro 1. Comparación de las características de calidad de la fruta de aguacate cv. Hass envasado en cuatro tipos de cajas de cartón, almacenados al ambiente.

Tratamiento	Días a Madurez	Pérdidas de peso (%)	Aceite (%)	Firmeza (kgf)	Permeabilidad de Membrana Pulpa ^z ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
I	10	7.5 b ^x	12.76 a	3.56 a	97 a
II	9	6.9 b	13.76 a	3.78 a	94 a
III	9	10.8 a	12.82 a	3.86 a	92 a
IV	10	11.2 a	13.23 a	3.95 a	88 a
CV ^y	--	7.56	6.38	22.56	17.41

^zCantidad de electrolitos perdidos, lectura registrada en un puente de conductividad

^yCoefficiente de Variación

^xValores dentro de columnas con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

En cuanto a la respiración, se observó que los frutos del tratamiento II, que se refiere al envase de cartón que en la base de la caja tiene dos grupos de 6 perforaciones elípticas distribuidas y en la superficie otras 8; en tanto que en las dos caras laterales (largo y ancho) no tiene, los frutos envasados en este tipo de diseño alcanzaron el pico

climatérico a los nueve días con un nivel de $105.8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de CO_2 , mientras que los frutos envasados y madurados al ambiente ($22\pm 1^\circ\text{C}$) del resto de los tratamientos (I, III y IV) el pico climatérico se presentó a partir del día siete, después de la cosecha, selección y empaque de los frutos (Figura 1).

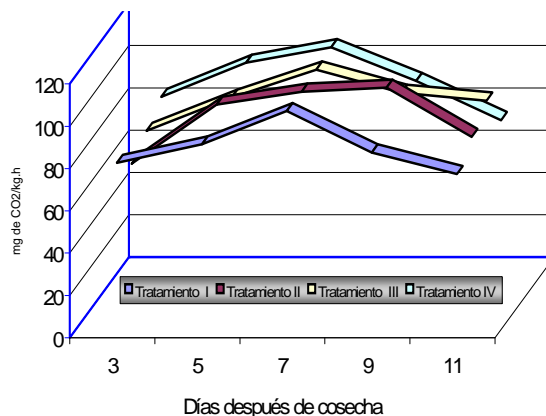


Figura 1. Velocidad de respiración de frutos de aguacate cv. Hass madurados al ambiente.

En cuanto al índice de color la Figura 2 muestra el comportamiento de esta variable y de manera general se observó que no hubo diferencias entre tratamientos al momento de la cosecha, el índice osciló entre los 17 y 25 días después de efectuado el corte de los frutos y cuando estos lograron su madurez de consumo fue entre los 4 y 10 días, respectivamente.

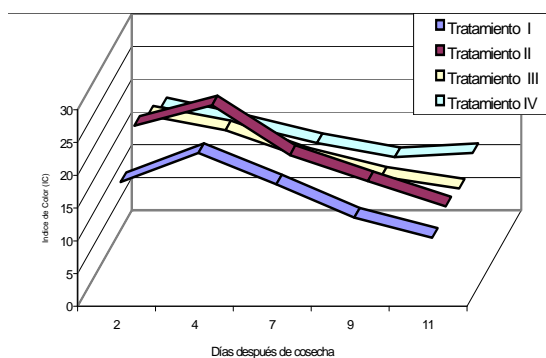


Figura 2. Determinación del índice de color en la cáscara de frutos de aguacate cv. Hass madurados al ambiente.

Con respecto a la variable, patrón de maduración se notó que para cada uno de los tratamientos tuvo una relación directa con el máximo climatérico en razón de que cambios al tacto coincidieron con los de respiración, es decir el máximo climatérico antecedió en un día a la madurez de consumo, momento a partir del cual los frutos se encontraban suaves al tacto. Por otra parte la apariencia externa de los frutos en madurez de consumo fue agradable y las características de la pulpa también fueron del todo satisfactorias.

Comportamiento postcosecha de frutos de aguacate cv Hass con 20 días de almacenamiento a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y 85% H.R.

Cabe resaltar que desde el inicio de las determinaciones las cajas de los tratamientos II y III mostraba en su mayoría cierta deformación como producto de la presión ejercida por el envase y el contenido del mismo; Rodríguez (1997), señaló que la protección al producto se cumple siempre y cuando, el envase aisle de la presión que ejerza el producto entre una caja y otra.

La variación de temperatura en los frutos se observó no fue homogénea, habiendo una diferencia entre 1 y 1.5°C para los frutos contenidos en los tratamientos II y III. Mientras que en los frutos de los tratamientos I y IV la variación de la temperatura de la fruta estuvo entre 0.5 y 1°C . La diferencia obtenida en cuanto a la variación de la temperatura podría ser debida al número de orificios el cual es mayor por cuatro en los tratamientos, I y IV en comparación con los resultados obtenidos de los tratamientos II y III. Resultados semejantes en cuanto a variación de temperatura fueron señalados por Boelema (1987), quien determinó que durante las etapas iniciales de enfriamiento hubo una diferencia de hasta 1°C . Otra de las variables en las que no se encontraron diferencias fue en cuanto a daños por frío, tanto en cáscara como en pulpa, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de las características de calidad de la fruta de aguacate cv. Hass envasado en caja de madera y cartón a 14 días de almacenamiento.

Tratamiento	Días a Madurez	Perdidas de Peso (%)	Permeabilidad de Membrana en Cáscara ^z ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Firmeza (kgf)	Permeabilidad de Membrana en Pulpa ^z ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
I	9	7.2 a ^x	0.460 a	1.3356 a	201 a
II	7	9.9 a	0.458 a	1.1856 b	194 a
III	7	10.8 a	0.454 a	1.1534 b	196 a
IV	9	8.2 a	0.428 a	1.3568 a	208 a
CV ^y	--	6.72		25.67	19.45

^zCantidad de electrolitos perdidos, lectura registrada en un puente de conductividad

^yCoficiente de Variación

^xValores dentro de columnas con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P\leq 0.05$.

La firmeza de la pulpa de aguacate almacenado por 20 días a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ fue de 7.54 y 6.34 kgf para la fruta de los tratamientos I y IV y disminuyó a 1.33 y 1.35 kgf en madurez de consumo, mientras que para la fruta de los tratamientos II y III esta fue del orden de 6.43 y 5.68 kgf y cuando los frutos alcanzaron la madurez de consumo la firmeza registrada fue de 1.15 y 1.18 kgf.

La Figura 3 muestra la velocidad de respiración de fruta del cultivar Hass de los distintos tratamientos después de 20 días de almacenamiento. Una vez expuestos los frutos de los diferentes tratamientos al ambiente ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$) para su maduración, se observó que el pico climatérico se presentó entre los 5 días para los tratamientos II y III y 7 días para los frutos de los tratamientos I y IV, respectivamente.

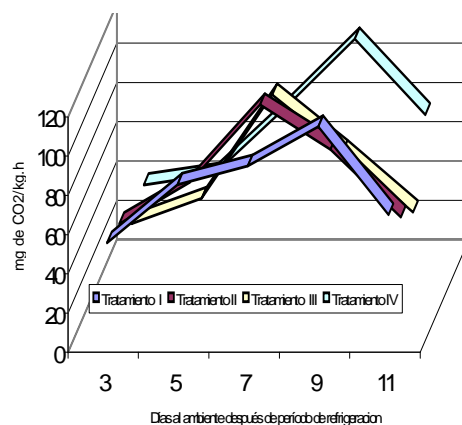
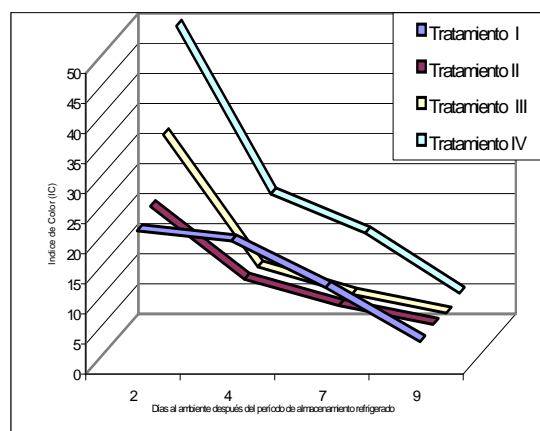


Figura 3. Velocidad de respiración de frutos de aguacate cv. Hass después de 20 días de almacenamiento.

En cuanto a la determinación del índice de color de la cáscara de los frutos de aguacate de cada uno de los tratamientos, los resultados se muestran en la Figura 4, se aprecia de acuerdo a la gráfica que la degradación de la clorofila fue a una mayor velocidad en la fruta de los tratamientos I y IV, en comparación con el comportamiento obtenido por los frutos de los tratamientos II y III, una vez que los distintos tratamientos fueron expuestos al ambiente, lo que podría ser debido a una mayor tasa de evaluación del metabolismo del fruto como consecuencia de la entrada de luz y aire, además del incremento de la temperatura promedio de los frutos.

Figura 4. Determinación del Índice de Color en la cáscara de fruto de aguacate cv. Hass después de 20 días de almacenamiento



CONCLUSIONES

La distribución del número de orificios influyó en el comportamiento postcosecha de los frutos de aguacate envasado en caja de cartón bajo almacenamiento refrigerado con un periodo de 20 días.

El diseño de los tratamientos I y IV ofrecieron ventajas para la preservación de la calidad de la fruta principalmente en las variables de firmeza, número de días a la maduración y apariencia en general.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Sociedad Cooperativa de Venta en Común CUPANDA S. C. L., y a la ASEEAM (Asociación de Empacadores y Exportadores de Aguacate de Michoacán) por el apoyo brindado en la ejecución del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis 14th de Assoc of Official Analytical Chem. Washington D.C.
- BERGER, H.; AUDA, C.; GONZÁLEZ, E. 1982. Almacenamiento de paltas (*Persea americana* Mill) cv 'Fuerte' y 'Hass' en atmósfera controlada, modificada y refrigeración común. *Simiente* 52: 55-60.
- BOELEMA, T. 1987. Long-distance transport of avocado. *South African Avocado Growers' Association*. 10: 153-156.
- CREENCIA, R.P.; BRAMLAGE, W.J. 1971. Reversibility of chilling injury and respiration response of 'Hass' and 'Fuerte' avocado fruits to 20°C following chilling. *J. Amer. Soc Hort. Sci.* 10: 538-540
- EKSTEEN, G.J. 1995. Handling guidelines for avocado-1995 season. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 18: 111-113.
- KADER, A. A. 1991. Indices de madurez, factores de calidad, normalización e inspección de productos hortícolas. *In: Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas en México*. Yahia E. e Higuera, I. (eds) Limusa. D.F., México.
- LAKSMINARAYANA, S.; MUTHU, M.; LINGIAH, R.N. 1974. Modified continuous gas stream method for measuring rates of respiration in fruits and vegetables. *Lab. Pract.* 23: 709-710
- LECLEREQ, H. 1990. Observations on overseas markets during 1989 avocado season. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 13: 11-13.
- MATEOS, M.; DEL RIO, M.A.; MARTÍNEZ J., J.M.; NAVARRO, N. 1988. Efecto de las envolturas plásticas individuales, calentamientos intermitentes y pretratamientos con CO₂ en la conservación del aguacate "Hass" *Actas del III Congreso de la Soc. Española de Ciencias Hortícolas*.
- RODRÍGUEZ, T.F. 1997. *Ingeniería en Envase y Embalaje*, Ed. Limusa. D.F., México 235 p.