Rev. Fitotec. Mex. 17:164-174. 1994

EFECTO DE LA EPOCA DE CORTE EN LA CALIDAD Y RESISTENCIA A DAÑO POR FRIO DE AGUACATE CV HASS

EFFECT OF THE HARVEST STAGE ON THE QUALITY AND CHILLING INJURY RESISTANCE OF AVOCADO CV. HASS

Jacques F. Cajuste Bontemps, Crescenciano Saucedo Veloz y Sergio Chávez Franco[1]

RESUMEN

Frutos de aguacate cv. Hass, cosechados en octubre, enero y marzo fueron almacenados a dos temperaturas (2 y 5°C), durante tres periodos de conservación (2, 4 y 6 semanas) para conocer su sensibilidad a los daños por frío, así como su influencia sobre la maduración y cualidades organolépticas. El almacenamiento del fruto por un periodo de 4 y 6 semanas condujo a un marcado incremento en los daños por frío a la temperatura de 5°C. Asimismo, se presentó una diferenciación en la proporción de frutos con daño por frío en función a la época de cosecha. Las mejores características organolépticas y comportamiento en maduración se observaron en los frutos almacenados a 2°C.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Persea americana, frigoconservación, pruebas organolépticas, daño por frío.

SUMMARY

Avocado fruits cv. Hass harvested in October, January and March, were stored at two different temperatures (5°C and 2°C) for 2, 4, and 6 weeks. Fruits were observed for their susceptibility to chilling injury, taste, quality and maturation capacity. Storage at 5°C during 4 and 6 weeks induced chilling injury which was also influenced by harvest season. Best taste quality and ripening capacity were attained in fruits held at 2°C.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Persea americana, cold storage, organoleptic tests, chilling injury.

INTRODUCCION

La cosecha del fruto de aguacate no implica la finalización de los procesos fisiológicos y bioquímicos que suceden durante todo el crecimiento del fruto adherido al árbol. Sino que, al igual que en los frutos climatéricos, se da origen al establecimiento de una nueva etapa del desarrollo donde se inician nuevos procesos y continúan otros que conllevan al fruto a la maduración y senescencia.

La vida de almacenamiento que varía desde pocos días hasta varias semanas está controlado por diversos factores, los cuales se agrupan en aquellos que son una función de las condiciones del almacenamiento y otras las que son intrínsecos al fruto.

Después de 48 h de cosechados los frutos presentan alta actividad metabólica requiriendo de una rápida remoción del calor que se produce, a fin de retardar el deterioro fisiológico y crecimiento de patógenos (Chance y Pantástico, 1979). Se establece, asimismo, que una vez cosechado el fruto, su temperatura deberá disminuirse a valores de 5.5°C (Swartz, 1979).

[1] Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. CP 56230, Chapingo, Mex.

Fecha de recepción: 9 de febrero de 1994

En diferentes estudios realizados sobre almacenamiento bajo frigoconservación para frutos de aguacate (Lutz y Handerburg, 1986; Mena *et al* 1990; Pantástico *et al*, 1979), se indica que las temperaturas óptimas varían de acuerdo con diferentes razas. Los de origen antillano, con baja tolerancia al frío, requieren temperaturas de almacenamiento superiores a los 12.8°C, mientras que los de las razas guatemalteca y mexicana son tolerantes y pueden almacenarse a temperaturas de 4 y 8°C, respectivamente. La sensibilidad al frío depende también del cultivar (Zauberman *et al.*, 1973), ya que a través del almacenamiento de los cultivares Ettinger, Fuerte y Nabal, se pudo comprobar que este último presenta menor sensibilidad a las bajas temperaturas, pudiendo ser conservado por 4 semanas a 4°C sin presentar daños por frío. En tanto que en los otros dos cultivares, lograron conservarse durante dos semanas sin reducir su calidad.

Resulta difícil establecer una condición óptima para el almacenamiento de un determinado cultivar de aguacate, ya que las condiciones de almacenamiento reportadas por diversos autores varían para un mismo cultivar. Para el cv Hass se ha establecido que a las temperaturas de 5 y 0°C, la conservación puede efectuarse por dos semanas sin peligro de daño por frío (Eaks, 1983). Sin embargo, el almacenamiento puede extenderse a 6 ó 7 semanas si el fruto está cercano a la madurez de consumo (Kosiyachinda y Young, 1976). La restricción a esta forma de almacenamiento la constituye la reducción substancial del número de días que el fruto puede ser expuesto al medio ambiente para su comercialización.

La frigoconservación a temperaturas de 5.5°C o superiores, generalmente conducen a la maduración del fruto durante el almacenamiento, limitándose la conservación a dos semanas (Swartz, 1980).

El efecto del estado de madurez del fruto juega un papel importante en la conservación (Bower, 1986; Smith y Lunt, 1984). En aguacate cv Fuerte, se establece que el transporte puede llevarse a cabo a una temperatura promedio de 5.5°C y dependiendo de la época en que se realiza la cosecha, la temperatura puede variar en un intervalo ligeramente superior para cosechas tempranas y ligeramente inferior si se efectúa en períodos tardíos. Este comportamiento del fruto, en función al estado de madurez durante el almacenamiento, resulta ser una función del contenido de aceite (Voster *et al*, 1987). Frutos cosechados al principio de temporada con un contenido de aceite menor al 14%, son más propensos al daño por frío y se reduce en los que presentan de 14-20%.

Un factor a considerar para lograr mayor efectividad del almacenamiento prolongado, mediante el uso de bajas temperaturas, es la humedad relativa y el tiempo de exposición. En general, para que se originen los daños en la estructura celular se requiere de una exposición prolongada a la temperatura crítica. En la medida que disminuye la temperatura, el tiempo de exposición debe también reducirse. La aparición de los daños por frío en el fruto de aguacate se manifiesta a través de las siguientes sintomatologías: anormalidades en la maduración, reducción de la producción de etileno, tendencias atípicas del patrón respiratorio, desarrollo de sabores y aromas desagradables, obscurecimiento de la pulpa y/o haces vasculares entre otros (Eaks, 1983; Swartz, 1979; Vakis, 1982). Cabe señalar que estos daños pueden ocurrir en cualquier punto de la cadena postcosecha en los que el fruto se expone a las bajas temperaturas. Además, los síntomas pueden no ocurrir durante el período de exposición al frío, en cuyo caso se hacen evidentes al transferirse a la temperatura de maduración o comercialización (Eaks, 1983; Zauberman *et al.*, 1977).

Como objetivos de esta investigación se plantearon: 1) establecer las condiciones de almacenamiento del fruto de aguacate 'Hass' bajo frigoconservación en función de su estado fisiológico dado por la época comercial de cosecha y 2) evaluar posibles cambios en la sensibilidad de los frutos a las bajas temperaturas por efecto de época de cosecha.

MATERIALES Y METODOS

Frutos de aguacate cv Hass provenientes de un huerto comercial ubicado en el Km 7 de la carretera Uruapan-San Juan Nuevo en el Municipio de Uruapan, Michoacán; fueron colocados en cajas de plástico y transportados al Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Méx. La recolección de frutos fue realizada de forma manual con ayuda de tijeras. Se prosiguió con una selección eliminando aquellos frutos con daño y/o mal formaciones y recortando los pedunculos a una longitud de 10 mm. Las cosechas fueron efectuadas en tres épocas: la primera en octubre de 1991 y las dos siguientes en enero y marzo de 1992, respectivamente.

En seguida se almacenaron a dos temperaturas de conservación (2 y 5°C) dentro de cámaras de refrigeración con circulación de aire, durante 2, 4 y 6 semanas, más un tiempo de exposición para su maduración a "temperatura ambiente", (20 ± 2°C, y 50 - 60% HR) tras cada período de conservación indicado. Los tratamientos quedaron conformados por un número de 60 a 70 frutos.

La proporción de frutos con manifestación de daño por frío fue evaluado de manera visual a través del corte longitudinal de éstos y de acuerdo al grado de avance de la sintomatología (escala subjetiva) los daños se clasificaron en ligeros, medios y severos.

La calidad de frutos fue establecida a través de una prueba organoléptica (con la participación de 20 catadores) consistente en la evaluación de la apariencia externa e interna y del sabor. Esta evaluación se hizo a través de una escala preestablecida compuesta de 4 valores (1 - malo; 2 - regular; 3 - bueno y 4 - excelente). Los frutos provenientes del almacenamiento fueron comparados en su calidad organoléptica con un grupo único de frutos comerciales madurados a temperatura ambiente (testigo) para las tres épocas de cosecha.

La capacidad de maduración para consumo fue expresada como el número de días promedio requeridos para alcanzar el ablandamiento (evaluado mediante el tacto) después de cada período de conservación.

El experimento fue conducido y analizado bajo un diseño completamente al azar en un arreglo factorial de tratamientos. Para las variables de evaluación organoleptica, el análisis fue llevado a cabo mediante la prueba no paramétrica de Friedman. Cada tratamiento constó de un lote de 60 a 70 frutos colocados dentro de cajas de plástico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante la exposición a maduración, a ambas temperaturas y en las tres cosechas, los frutos presentaron una reducción en el período de tiempo requerido para ablandarse conforme se incrementó el tiempo de frigoconservación. Esta disminución del número de días necesarios para alcanzar la madurez de consumo fue más marcada a 5°C, debido posiblemente a que los frutos continuaron de manera transitoria la maduración durante el almacenamiento (Swartz, 1980). El estado de madurez del fruto al momento de cosecha también influyó en la conservación, ya que los frutos de la tercera cosecha, en estado de

madurez más avanzado, a partir de la cuarta semana de almacenamiento se diferenciaron de las otras dos (a 5°C) por la marcada reducción del número de días requerido para madurar.

La mayor vida útil en postcosecha se presentó para los frutos de la segunda cosecha, en especial en aquellos almacenados a 2°C. Esta característica puede atribuirse a la menor tasa de respiración y al mayor tiempo que tomarán los frutos de dicha cosecha para presentar el climaterio. A esta temperatura la diferencia de comportamiento entre cosechas se observó fundamentalmente en las dos primeras semanas. De la cuarta semana en adelante se obtuvo un número de días promedio a madurar similar para las tres cosechas (Cajuste, 1992).

A dos semanas de almacenamiento y expuestos los frutos al ambiente 4 días, en la cosecha I se tuvo un 85 y 100% de frutos maduros a 2 y 5°C, respectivamente. En tanto que para la cosecha II se tenía solamente 5% de frutos suaves a 2°C y un 25% a 5°C. Para la cosecha III, el número de frutos suaves vuelve a incrementar, teniéndose un 100% de frutos suaves en ambas temperaturas (Figura 1).

Después de cuatro semanas de almacenamiento, las diferencias en la proporción de frutos maduros entre cosechas fue observada básicamente para la temperatura de 2°C. A 5°C, aun cuando se llegó a apreciar cierta diferencia, el margen entre éstas fue menor. Sin embargo, la maduración de frutos en las cosechas I y III fue durante los tres primeros días de exposición, mientras que en la segunda cosecha se presentó del tercer al quinto día (Figura 2).

Después de seis semanas (Figura 3) las diferencias observadas en los dos períodos anteriores sólo se producen entre los frutos de la cosecha II con respecto a aquellos de la tercera cosecha.

El almacenamiento de frutos por dos semanas tanto a la temperatura de 2°C como a 5°C se obtuvieron frutos completamente sanos después de madurados, con excepción de aquellos de la segunda cosecha, en los que se hizo presente frutos con daño ligero, pero comercializables. En los periodos posteriores se presentó un incremento de la proporción de frutos dañados, siendo siempre mayor a la temperatura de 5°C. La respuesta a esta mayor proporción de frutos dañados 5°C, quiza sea, resultado de la actividad metabolica que continuan efectuando dichos frutos durante el almacenamiento, ya que al proseguirse la respiración y dificultarse la salida de gases producto de ésta, se obtiene un incremento en ciertos compuestos que a determinadas concentraciones pueden resultar en una toxicidad para el tejido (Cajuste, 1992; Vakis, 1982).

Después de 4 semanas de almacenamiento más el tiempo de exposición a maduración (Cuadro 1), los frutos provenientes de la temperatura de 2°C presentaron 100% de frutos comercializables.

Sin embargo, se marcó una diferencia entre cosechas en función de la proporción de frutos completamente sanos. La mayor cantidad de fruto sano se presentó en la cosecha I. A 5°C la diferencia entre cosechas fue más marcada. Cuando para las cosechas I y III se obtenía 20 y 50% de fruto no comercializable, para la cosecha II ésta fue sólo de un 5%. En esta última cosecha se presentó además la mayor proporción de fruto sano a dicha temperatura.

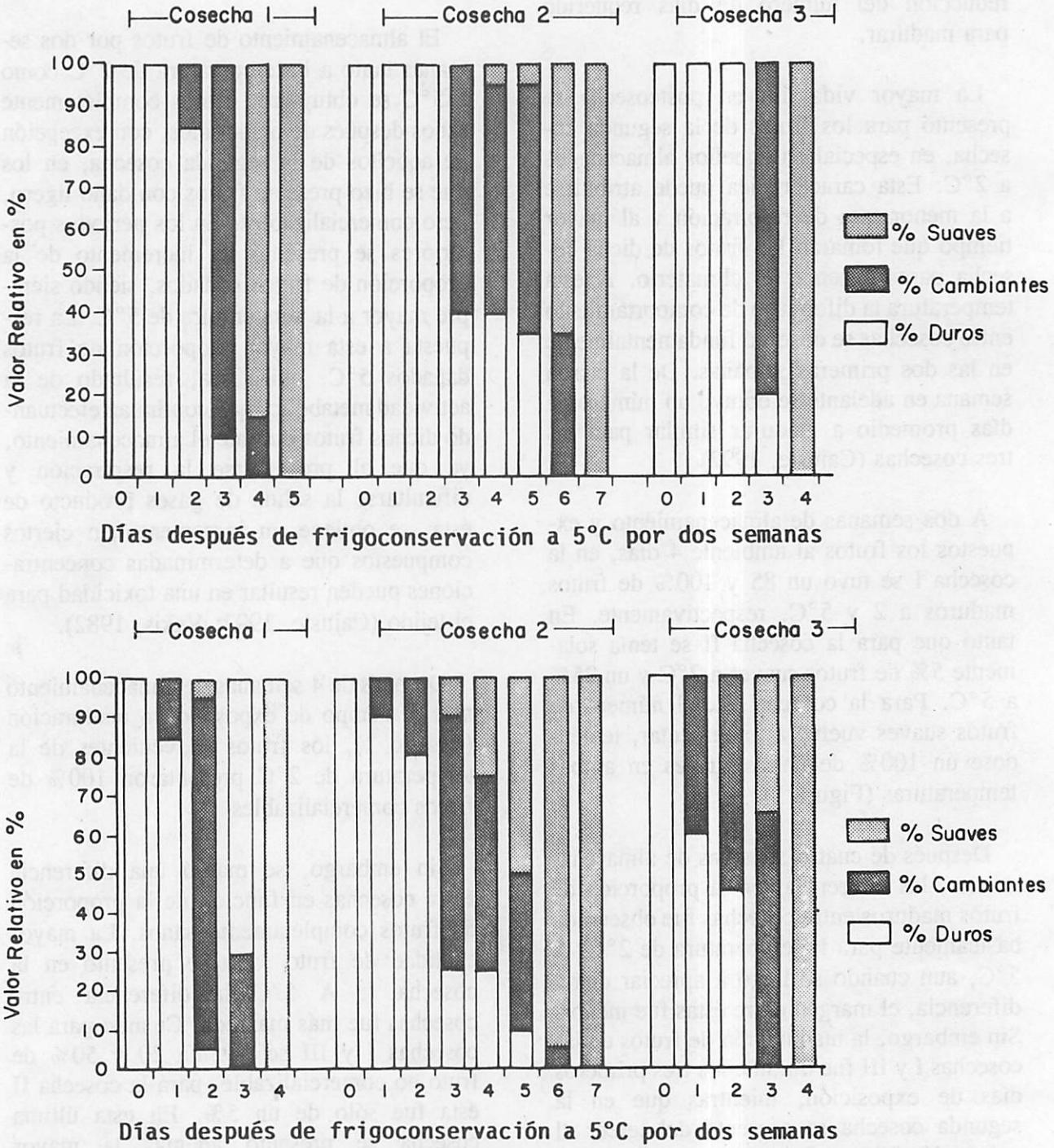


Figura 1.- Cambios en firmeza (al tacto) del fruto, madurados al ambiente después de frigoconservacion a 2° y 5°C durante dos semanas.

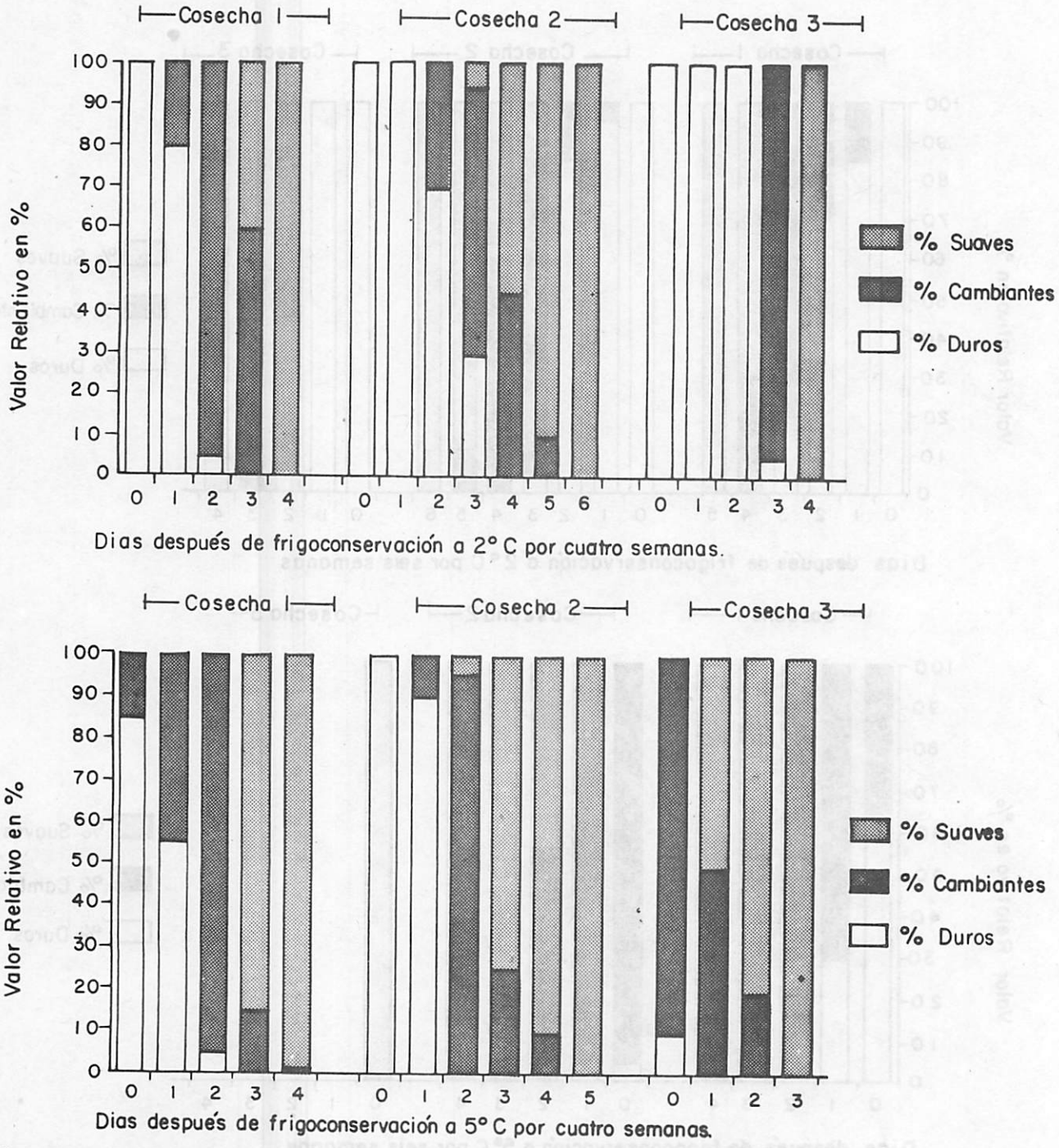


Figura 2.- Cambios en firmeza (al tacto) del fruto, madurados al ambiente después de frigoconservación a 2° y 5° C durante cuatro semanas.

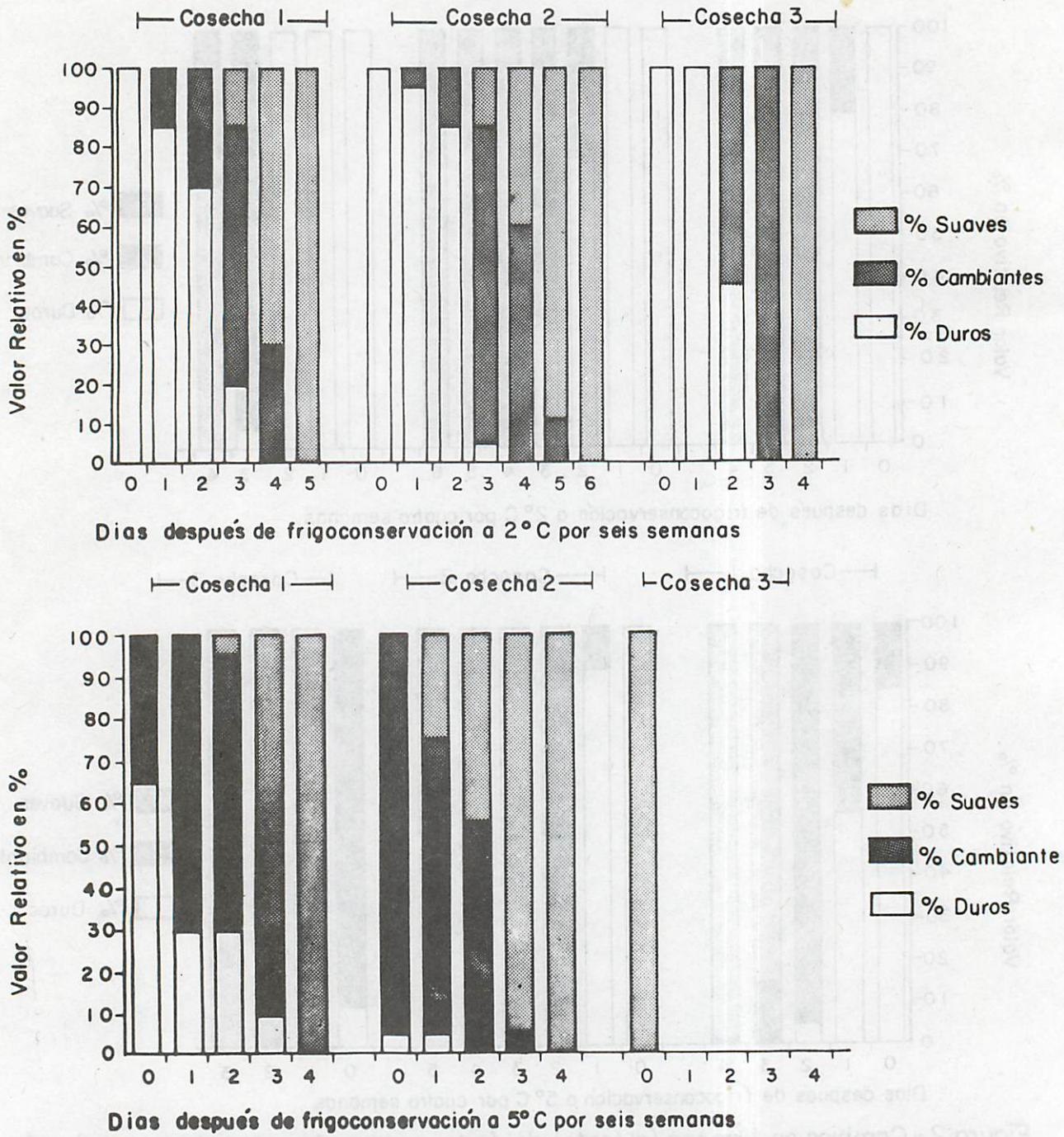


Figura 3.-Cambios en firmeza (al tacto) del fruto, madurados al ambiente después de frigoconservación a 2° y 5° C durante seis semanas.

Cuadro 1. Frutos de aguacate cv Hass con manifestación de daño por frío en % provenientes de almacenamiento refrigerado y madurados al ambiente 20°C.

Semana		Cosecha					
		16 Octubre		15 Enero		19 Marzo	
		2°C	5°C	2°C	5°C	2°C	5°C
2	S[1]	100	100	90	75	100	100
	DL[2]	0	0	10	25	0	0
	DM[3]	0	0	0	0	0	0
	DS[4]	0	0	0	0	0	0
4	S	90	55	75	60	10	15
	DL	5	25	25	35	90	30
	DM	5	10	0	5	0	20
	DS	0	10	0	0	0	35
6	S	85	10	40	5	85	0
	DL	5	45	55	5	5	5
	DM	0	20	5	40	10	5
	DS	10	25	0	50	0	90

[1] S: Fruto sano
[2] Dl: Fruto con daño ligero y comercializable
[3] DM: Fruto con daño moderado, no comercializable
[4] DS: Fruto con daño severo, no comercializable

Al término de las seis semanas de almacenamiento (Cuadro 1) la proporción de fruto con daño a 5°C que no permitía su comercialización (frutos con daño moderado a severo) fue desde 45% (cosecha I) hasta la casi totalidad de frutos (cosechas II y III). A 2°C las cosechas I y III presentaron 10% de frutos no comercializables, en tanto que para la cosecha II sólo fue del 5%, aunque en esta última, la proporción de frutos completamente sanos fue dos veces menor que el de las otras dos cosechas.

Diferentes autores han señalado sobre el efecto del tiempo de corte (estado de madurez) en la aparición de los daños por frío, indicando que a medida en que ésta se efectúa en una época más tardía, la susceptibilidad a los daños por frío resulta menor. Sin embargo, en este experimento, los datos muestran una tendencia opuesta. Los frutos de la cosecha I, los cuales pertenecieron a inicio de temporada presentaron mayor proporción de frutos sanos.

Del análisis obtenido sobre la evaluación de los frutos en cuanto a sus características organolépticas después de cada periodo de almacenamiento (Cuadro 2), se aprecia que los frutos provenientes de la temperatura de 2°C presentaron calificaciones promedio de los cuatro parámetros evaluados similares a las de frutos madurados bajo condiciones óptimas de maduración (testigo). En tanto

que las calificaciones obtenidas por los frutos procedentes de la temperatura de 5°C, se encontraron siempre por debajo del testigo. Las calificaciones asignadas para los frutos a 2°C fueron de bueno a excelente, encontrándose como parámetro sobresaliente al sabor; mientras que para los frutos a 5°C, el 70% de éstas fue de regular a malo.

Los frutos de la cosecha II en almacenamiento a 2°C por 6 semanas presentaron la mayor calificación para apariencia externa y cuyo valor quedó contrastado con aquel de los frutos a 5°C a 4 semanas de la cosecha I.

En general las calificaciones asignadas para la apariencia externa y sabor de frutos a 2°C fueron numéricamente mayores a la del fruto testigo. Para la apariencia interna, aun cuando se observó una tendencia opuesta al de los dos parámetros anteriores; es decir, calificaciones menores a la del fruto testigo, esta diferencia desde el punto de vista estadístico resultó no significativa (Cajuste, 1992).

Para todos los parámetros organolépticos (Cuadro 3), los frutos a 2°C sobresalieron con respecto a aquellos de 5°C, y en cuanto a época de cosecha se obtuvo mejor evolución de los frutos provenientes del segundo corte, quedando manifestado por la apariencia interna. No se observó una tendencia en función al periodo de almacenamiento.

CONCLUSIONES

Los frutos almacenados a 2°C presentaron mayor vida útil en postcosecha y dentro de épocas de corte, se obtuvo una mayor conservación en los cosechados en enero.

Los frutos cosechados en octubre presentaron la menor proporción de daño por frío para las dos temperaturas de estudio.

Las mejores características organolépticas se obtuvieron de los frutos a 2°C y provenientes de la segunda cosecha (enero).

No se observó una tendencia entre la proporción de frutos con daño por frío y la

Cuadro 2. Calificación global promedio de los parámetros organolépticos evaluados en frutos de aguacate cv Hass.

Cosecha	Condiciones de almacenamiento			
	2°C		5°C	
	4 semanas	6 semanas	4 semanas	6 semanas
Octubre	3.4	3.4	1.8	1.9
Enero	3.6	3.7	3.0	1.9
Marzo	3.3	3.4	1.9	1.3[2]
Testigo[1] 3.5				

[1] Frutos comerciales adquiridos en madurez de consumo.

[2] El sabor de los frutos no fue posible de evaluar debido a la mala apariencia.
Escala de medición ordinal con valores: 1 - malo; 2 - regular; 3 - bueno y 4 - excelente.
No fue aplicada la prueba de medias.

Cuadro 3. Comportamiento de parámetros organolépticos en función de la temperatura de almacenamiento y período de cosecha de aguacate cv Hass.

	Apariencia externa[1]	Apariencia interna[1]	Color del fruto[1]	Sabor[1]
COSECHA				
Octubre	2.89 a	2.37 c	2.33 b	2.85 a
Enero	3.05 a	3.02 a	3.00 a	3.17 a
Marzo	2.92 a	2.69 b	2.87 a	3.09 a
TEMPERATURA				
2°C	3.27 a	3.47 a	3.48 a	3.62 a
5°C	2.59 b	1.76 b	1.76 b	2.32 b

[1] Calificación promedio asignada
Valores con letras diferentes dentro de columnas son estadísticamente diferentes de acuerdo con prueba no parámetrica de Friedman.
Escala de medición ordinal con valores: 1 - malo; 2 - regular; 3 - bueno y 4 - excelente

calidad organoléptica en función de la época de cosecha. Sin embargo, el análisis en función de la temperatura de almacenamiento revela una relación directa entre usar una mayor temperatura de almacenamiento (5°C) con los daños por frío y la afectación de la calidad de los frutos.

LITERATURA CITADA

Bower, J. P. 1986. Seasonal change in browning potential of avocado as influenced by low temperature storage. Frigair 86 Conference, Pretoria, Republic of South Africa. Vol. III: 19. (Abstract)

Cajuste B., J. F. 1992. Efecto del grado de madurez en la frigoconservación de aguacate (*Persea americana* M.) cultivar Hass. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. 183 pp.

Chance, W. y E. B. Pantástico. 1979. Principios de transporte y comercialización. **En:** Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas, Tropicales y Subtropicales. Ed. por Pantástico Er. B. Trad. Marino, A. Edit. C. E. C. S. A. México, D. F. pp 531-556.

Eaks, L. I. 1983. Effect of chilling on respiration and ethylene production of 'Hass' avocado fruit at 20°C. HortScience 18:235-237.

Kosiyachinda, S. and E. R. Young. 1976. Chilling sensitivity of avocado fruit at different stages of the respiratory climateric. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101:665-667.

Lutz, J. M. and P. E. Handerburg. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Department of Agriculture Handbook 66 pp.

Mena N., G., J. Cajuste B. y C. Saucedo V. 1990. Efecto de las temperaturas de refrigeración en el patrón de maduración de frutos de aguacate cv Fuerte. Memoria Fruticultura Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Edo. de México. Coatepec de Harinas, México. pp. 169-182.

Pantástico, E. B., T. K. Chattopadhyay y H. Subramanyan. 1979. Almacenamiento y operaciones comerciales de almacenaje. **En:** Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. CECSA. México, D.F. pp. 375-405.

Smith, J. and R. Lunt. 1984. Storage temperatures studies. S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrb. 7:36-37.

Swartz, D. H. 1979. Lead discoloration on avocado Farmingin South Africa. Avocado. Series. 1-3.

_____. **1980.** A method of determining the ripeness of avocado. Citrus and subtrop. Fruit Res. Inst. (South Africa) Information Bull. 90:15-19.

Vakis, N. J. 1982. Storage behaviour of Ettinger, Fuerte and Hass avocados grown on Mexican rootstocks in Cyprus. J. Hort. Sci. 57:221-226.

Vorster, L. L., J.C. Toerien and J.J. Bezuidenhou. 1987.A storage temperature regime for South African export avocados. S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrb. 10:146-149.

Zauberman, G., M. Schiffman-Nadel and U. Yanko. 1973. Susceptibility to chilling injury of three avocado cultivars at various stage of ripening. HortScience 8:511.513.

_____, _____ and _____. **1977.** The response of avocado fruits to different storage temperatures. HortScience. 19:353-354.