

COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE FRUTO DE AGUACATE (cv. Hass) EN FUNCION A LA EPOCA DE CORTE

POSTHARVEST BEHAVIOUR OF AVOCADO FRUIT (cv. HASS) ACCORDING TO THE PICKING STAGE

Jacques Cajuste Bontemps, Crescenciano Saucedo Veloz¹ y Ma. Teresa Colinas León²

RESUMEN

A fin de establecer el comportamiento postcosecha de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill) del cultivar Hass provenientes de la zona productora de Uruapan, Michoacán, se efectuaron cosechas en tres diferentes etapas del período de la producción. Como resultado del experimento se puede indicar que a medida que el fruto se cosecha en una época más tardía, el estado de madurez es más avanzado y en consecuencia su vida útil en postcosecha disminuye. Asimismo, se observó que respecto al comportamiento fisiológico, los frutos pertenecientes a la cosecha de enero requirieron de mayor número de días para adquirir la madurez de consumo. El estado de madurez de los frutos se determinó a través de los parámetros color y peso seco, los cuales marcaron una diferencia numérica entre las diferentes cosechas.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Persea americana Mill., maduración, cosecha, respiración, peso seco.

SUMMARY

Avocado (*Persea americana* Mill) fruits cv Hass harvested at different stages of maturity during the season from the regions of Uruapan, Michoacán were studied during ripening at room temperature to determine the effect of different stages of maturity on fruit postharvest behaviour and storage life. Fruits of both, early and late harvest had a lower storage life. Those of the second date required more time to ripen, compared to the first and last harvest. Among the parameters evaluated, color and dry matter content were related to fruit maturity at harvest.

¹ Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. C.P. 56230 Chapingo, México.

² Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230 Chapingo, México.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Persea americana Mill., ripening, harvest, respiration, dry matter.

INTRODUCCION

El resultado de algunas investigaciones (Biale y Young, 1971; Salunkhe y Desai, 1984) muestra que el tamaño del fruto de aguacate a la madurez fisiológica se debe no únicamente a los procesos de división y alargamiento celular de las etapas iniciales del crecimiento; sino también al desarrollo que alcanza hasta la cosecha. Otra característica propia del fruto de aguacate, es la de no madurar mientras se encuentra adherido al árbol (Andrade, 1973; Salunkhe y Desai, 1984) y que una vez separado de éste, la madurez se logra relativamente rápido. Estudios al respecto, en cultivares de aguacate (Biale y Young, 1971) establecen que el número de días para que el fruto alcance la madurez de consumo varía en un intervalo de 7 a 15. Sin embargo, esta diferencia más que una característica de cultivares resulta ser un factor que depende del grado de madurez del fruto al momento de la cosecha, ya que dentro de un mismo cultivar a medida que ésta se efectúa en una época más tardía, los días para la maduración son menos.

Es evidente que el buen sabor, la apariencia estética, la calidad nutricional y de almacenamiento de un fruto están estrechamente relacionados con la cantidad y tipos de constituyentes químicos que intervienen

dentro del fruto, así como de la naturaleza física al momento de la cosecha.

Durante el crecimiento la acumulación de aceite se realiza en forma paulatina, mientras que el contenido de humedad decae bruscamente. Esta característica ha permitido relacionar los valores de estos dos componentes para ser utilizados como un índice de la madurez fisiológica. En general, el contenido de materia seca presenta alta correlación con un adecuado grado de madurez, en tanto que con el estándar de contenido de aceite (8%) no siempre se da esta correlación en los diferentes cultivares. En el cultivar Hass el valor del contenido de aceite corresponde a una proporción del peso seco de 19.8%. Sin embargo, condiciones adecuadas de palatabilidad al final de la maduración sólo se logran con un contenido medio de 22.8% (Lewis, 1978).

Resultados presentados por diferentes autores indican que los lípidos no son utilizados como un sustrato en la respiración, mientras que los azúcares, en especial la fructuosa, manohéptulosa y cetoazúcares se reducen de un 50 a un 80% de su contenido inicial. Uno de los problemas presentados en la cosecha es la heterogeneidad en la maduración de los frutos, sobre todo al inicio del período de cosecha (Burreli y Tzaneen, 1982). Lo anterior resulta de la variabilidad del contenido de aceite y humedad e indirectamente de las condiciones climáticas y de manejo. Durante la maduración el contenido de aceite en la pulpa se incrementa en un 10% aproximadamente. En esta fase, una de las primeras manifestaciones que se observa es el ablandamiento que conlleva al fruto a la textura cremosa característica. Esta pérdida de firmeza se origina por un aumento de la actividad de las enzimas poligalacturonasa (Biale y Young, 1971) y pectinmetilsterasa (Awad y Young, 1980), las cuales actúan sobre las sustancias pécticas, incrementando su solubilidad en agua. Aunado a éstas, se ha podido establecer la participa-

ción de las enzimas celulasa y amilasa; así como la acción de esta última con el suministro de energía metabólica en el proceso respiratorio (Pesis *et al.*, 1978).

De forma paralela a la pérdida de firmeza se observa un aumento de la actividad respiratoria 40 mg CO₂/kg/h en el preclimaterio a 170 mg CO₂/kg/h en el pico climaterico. La relación entre el proceso respiratorio y los cambios de firmeza se verifica durante el establecimiento del máximo climaterio, ya que dentro del primero al cuarto día de presentarse éste, se obtiene el potencial comestible del fruto (Salunkhe y Desai, 1984).

Siendo evidente que el estado nutrimental y características iniciales de composición en las que se encuentra el fruto al momento de cosecha ejercen un efecto sobre la capacidad de maduración y comportamiento postcosecha del fruto. Se plantea como objetivo de este estudio evaluar la respuesta de frutos cosechados en diferentes épocas de la estación en cuanto a su calidad y vida útil en postcosecha.

MATERIALES Y METODOS

Frutos de aguacate de la variedad Hass provenientes de un huerto comercial de la zona productora de Uruapan, Michoacán, cosechados en tres diferentes etapas del período de producción fueron acondicionados para el establecimiento del presente experimento en el Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Postgraduados.

La primera cosecha (I) se realizó en octubre de 1991 y las subsecuentes II y III en enero y marzo de 1992, respectivamente. Los frutos fueron expuestos al medio ambiente (20 ± 2°C, y 50-60 HR) hasta lograr la madurez de consumo.

Para la evaluación del comportamiento de las diferentes cosechas se determinaron los parámetros siguientes:

Índice de respiración por el método de corriente continua de gas modificado (Lakshminarayana *et al.*, 1974), los datos se expresaron en mg CO₂/kg/h. La evaluación de este parámetro fue diaria.

Firmeza de pulpa, evaluada mediante un penetrómetro universal ASTM con puntal para grasa con un peso de 250.1 g, los datos se reportaron en "milímetros de penetración" y las medidas se realizaron cada dos días durante el climaterio y en fases anterior y posterior a ésta. La toma de firmeza fue realizada en la zona ecuatorial del fruto y en dos caras opuestas, eliminando una sección de la piel del fruto, para posteriormente registrar la distancia de penetración del puntal dentro de la pulpa del fruto.

Pérdidas de peso acumulativas, registradas diariamente y expresadas en porcentaje con relación al valor inicial.

Peso seco obtenido por el método establecido por la AOAC (1975).

Patrón de maduración, evaluado con base en el tiempo requerido para alcanzar el ablandamiento determinado mediante cambios al tacto. Esta determinación fue efectuada utilizando una escala subjetiva compuesta de 3 valores: frutos de textura dura, en estado sazón; fruto en estado ambiente, en donde se detecta cierto grado de suavidad sin que ésta corresponda al estado apto para el consumo y frutos suaves, con estado óptimo para el consumo.

Color de la piel, definido mediante un colorímetro Hunter Lab y expresado en función a un índice -10 ab/L (Mateos *et al.*, 1988). El color fue determinado enmarcando una zona del fruto, a través de un área circular de aproximadamente 2 cm de diámetro, de manera que los cambios en lectura registrados fuesen tomados siempre en el mismo lugar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Respecto a la variable respiración los datos obtenidos (Figura 1) en las tres cosechas muestran el clásico comportamiento de un fruto climatérico (Biale, 1960; Biale y Young, 1962; Wardlaw y Leonard, 1935). Tanto el inicio del climaterio como la presentación del pico climatérico se presentaron desplazados en tiempo en función a cosechas, con intervalos de 2 a 4, y de 7 a 9 días, respectivamente; siendo los frutos de la segunda cosecha los que registraron el mayor atraso en estos aspectos; así como la menor velocidad respiratoria en postcosecha, con un valor al máximo climaterio de 114 mg de CO₂/kg/h, en tanto que para las cosechas I y III éste se elevó a 137 y 147, respectivamente. Se considera que dichas características de los frutos de la segunda cosecha son indicativo de la mayor vida útil en postcosecha, ya que los frutos de las cosechas I y III para alcanzar la madurez de consumo en promedio requirieron de 9 días en tanto que los correspondientes a la segunda cosecha requirieron de 11 días.

Por otra parte en la primera y tercera cosechas, a los 5 y 7 días después de la cosecha se presentó un 30 y 20% de frutos maduros, respectivamente. En la segunda cosecha la maduración se concentró en los tres últimos días después de la cosecha. Lo anterior indica la heterogeneidad en la madurez de frutos en la primera y tercera cosechas es alta (Figura 2).

En cuanto a las pérdidas de peso acumulativas en los frutos de las tres cosechas, al inicio de la maduración fue similar. Sin embargo, al finalizar este período, del octavo día de postcosecha la madurez de consumo, los de la primera cosecha se diferenciaron de los de la segunda por su mayor pérdida fisiológica de peso. En todo el período de análisis los frutos de la cosecha II presentaron siempre las menores pérdidas fisiológicas de peso (Cuadro 1). El mayor valor de

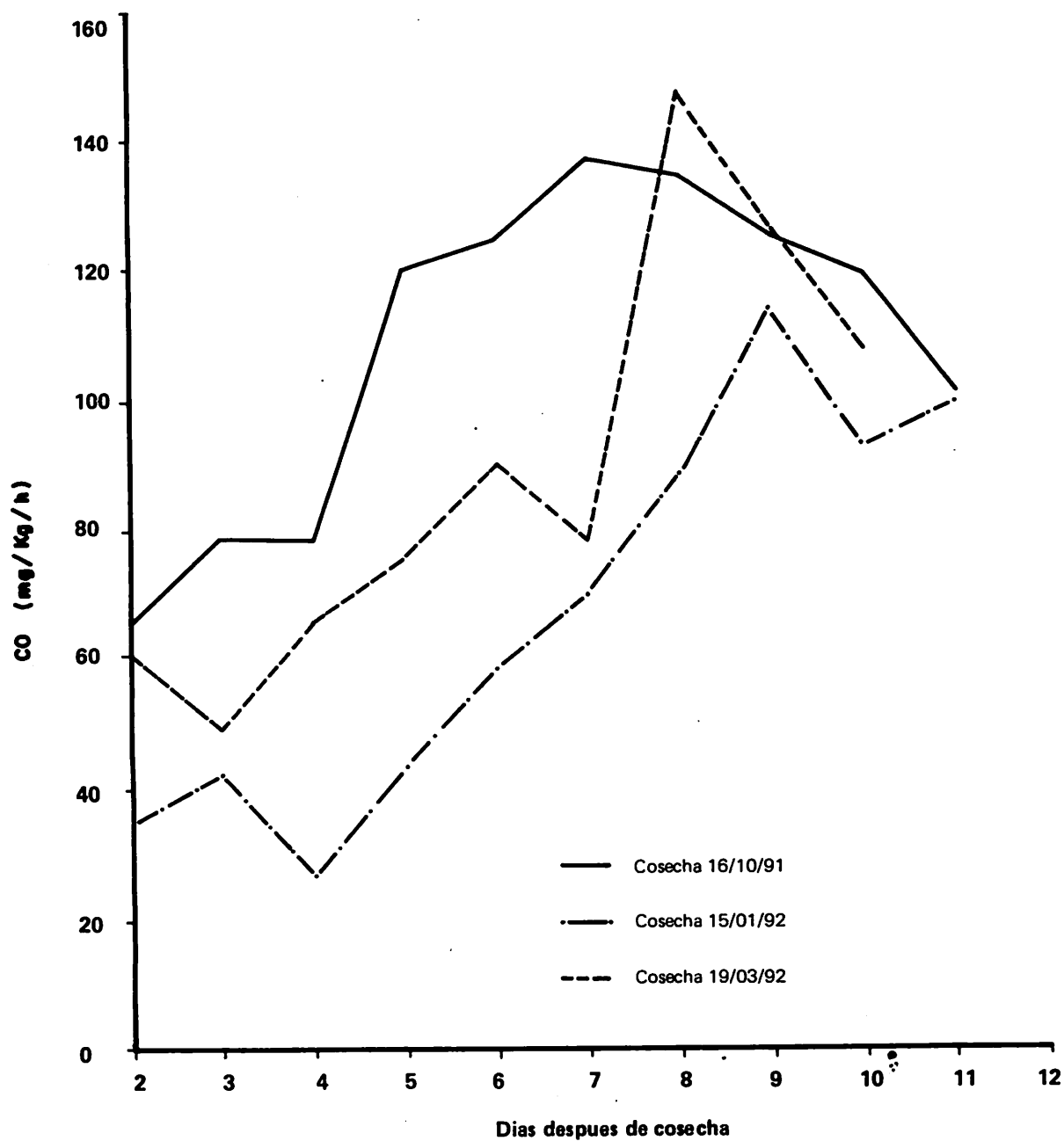


Figura 1. Velocidad de respiración de frutos de aguacate ' Hass ' maduros al ambiente en efecto de corte.

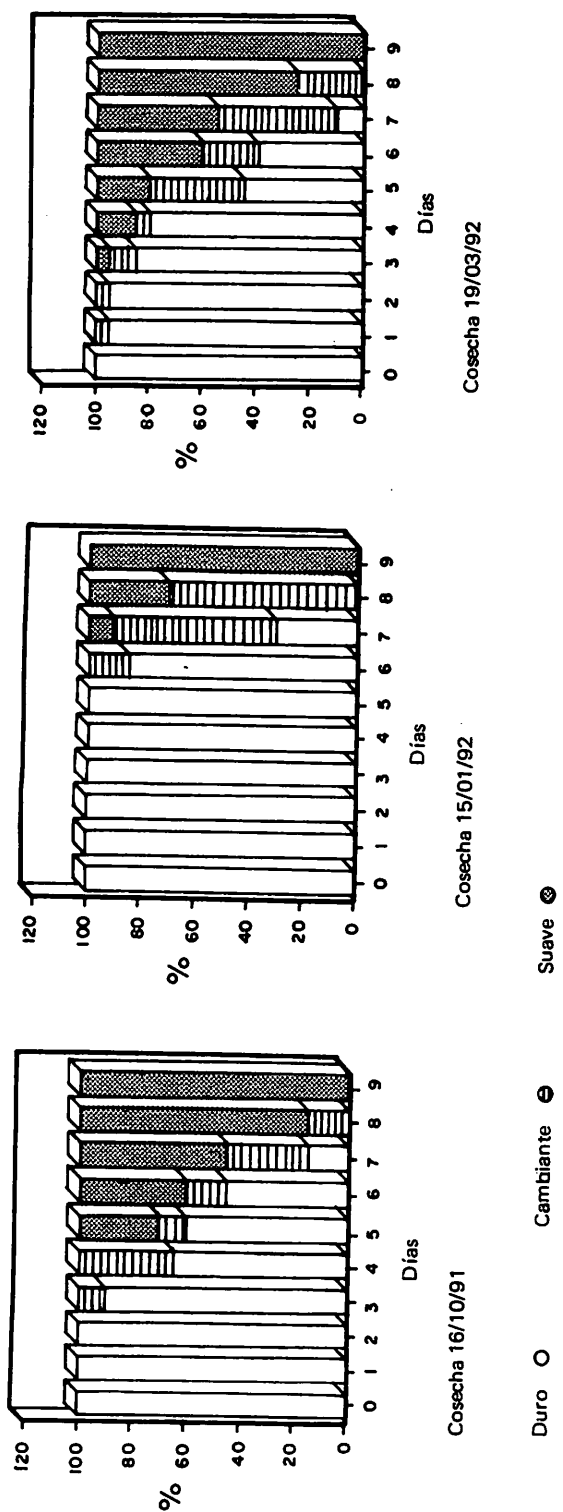


Figura 2. Cambios de firmeza (al tacto) de frutos de aguacate 'Hass' madurados al ambiente en tres fechas de corte.

pérdidas de peso en los frutos de la cosecha I se atribuye a un menor estado de madurez del fruto, corroborado por un menor contenido en peso seco.

En el Cuadro 2 se muestra que con el retraso de cosechas se obtuvo un avance de la madurez y los frutos presentaron un aumento en peso seco (Lee y Young, 1983; Lewis, 1978). En la primera cosecha el valor registrado fue de 26.7%, mientras que en las sub-secuentes se obtuvieron valores de 30.3 y 32%, respectivamente. El comportamiento

registrado al momento de la cosecha prevaleció durante la exposición a maduración, los frutos de la cosecha I presentaron siempre el menor valor; después de 8 días de ésta los frutos de la cosecha III superan a los frutos de la primera y segunda cosecha y al finalizar la maduración el valor de los frutos de la primera fue significativamente menor al de las otras cosechas. El incremento en peso seco durante la maduración fue desde 4 (cosechas I y II) hasta 6 unidades porcentuales (cosecha III).

Cuadro 1. Pérdidas de peso acumulativas durante el proceso de maduración de frutos de aguacate cv Hass.

Cosecha ¹	Días después de cosecha			
	4	6	8	10
	Peso acumulativo perdido (g)			
I	2.2 a	3.8 a	5.8 a	8.1 a
II	1.6 a	2.9 a	4.4 b	6.7 b
III	1.9 a	3.9 a	5.7 a	7.6 ab

¹ I = 16/10/91, II = 15/01/92, III = 19/03/92.

Valores con mismas letras dentro de columnas no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 2. Evaluación del peso seco durante la maduración de frutos de aguacate del cv. Hass.

Cosecha	Días después de cosecha				
	2	4	6	8	10
	Peso seco (%)				
I	26.71 a	29.38 a	30.67 a	29.57 b	29.04 b
II	30.30 a	31.37 a	31.20 a	32.56 b	34.50 a
III	32.00 a	32.16 a	32.93 a	38.26 a	35.10 a

Valores con misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes.

La firmeza inicial de los frutos provenientes de las tres cosechas fue similar, con valores promedio de 2.5, 2.2 y 2.0 mm, respectivamente. Durante la maduración, los frutos de la tercera cosecha presentaron un mayor ablandamiento de la pulpa, llegando a la madurez de consumo con un valor de 16.7 mm, en tanto que para las otras dos, fueron de 14.1 y 14.7, en orden de cosecha. Al igual que el peso seco, el cambio en firmeza se observó al octavo día después de la cosecha, manifestándose como una pérdida del orden de 1.5 veces el valor inicial (Cosechas I y II) o de hasta dos veces este valor (cosecha III). Por otra parte los máximos valores de firmeza mostraron una correspondencia con el momento del establecimiento del pico climaterio. Para la cosecha I correspondió a tres días posteriores, en la segunda a un día posterior y la tercera al segundo día de establecido el máximo climaterio (Valores no presentados dentro este artículo). En las dos últimas cosechas se presentó una mejor coincidencia en tiempo con respecto a la evolución del patrón respiratorio (Mena *et al.*, 1990; Salunkhe y Desai, 1984).

El valor del índice de color (IC) de los frutos en función a cosechas, disminuye conforme éstos se recolectan tardíamente, lo cual también se observa dentro de una misma cosecha a lo largo de la maduración. Estas alteraciones se atribuyen a la degradación de clorofila expresada en un valor menor de "a" (parámetro de medición de calor en sistema Lab.). De ahí que las mayores tasas de cambio en color se observen en las dos primeras cosechas (Figura 3).

Las variaciones mostradas en el IC durante la maduración de los frutos de las tres cosechas fueron evidentes al cuarto día y se manifestaron a través de un cambio en la pendiente de curvas de positivo a negativo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede señalar que existen diferencias en el comportamiento fisiológico de los frutos de aguacate de una misma variedad en función a la época de la cosecha; lo cual se verifica por las diferencias de comportamiento presentadas por estos durante la postcosecha.

Frutos con un estado de madurez avanzado (posterior a la madurez fisiológica) o inmaduros (anterior a la madurez óptima) presentan reducción en su vida útil en postcosecha.

El color y peso seco de los frutos constituyen parámetros indicadores de la madurez de éstos al momento de la cosecha, en tanto que la velocidad de respiración y las pérdidas de peso se asocian con la percibibilidad de frutos.

Se puede afirmar que los frutos pertenecientes a la segunda cosecha (enero) fueron los que presentaron la mayor vida útil en postcosecha.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade R., R. 1973. Efecto de los tratamientos postcosecha con agua caliente en la respiración, composición química y daños por hongos en aguacate. Tesis profesional. Industrias Agrícolas. UACH. Chapingo, México.
- Association of Official Analytical Chemistry. 1975. Official methods of analysis. William Horwitz (Ed). 12a. edición. Washington, D.C. 1094 pp.
- Awad, M. and R.E. Young. 1980. Avocado pectinmethylesterase activity in relation to temperature, ethylene, and ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 638-641.

Figura 3

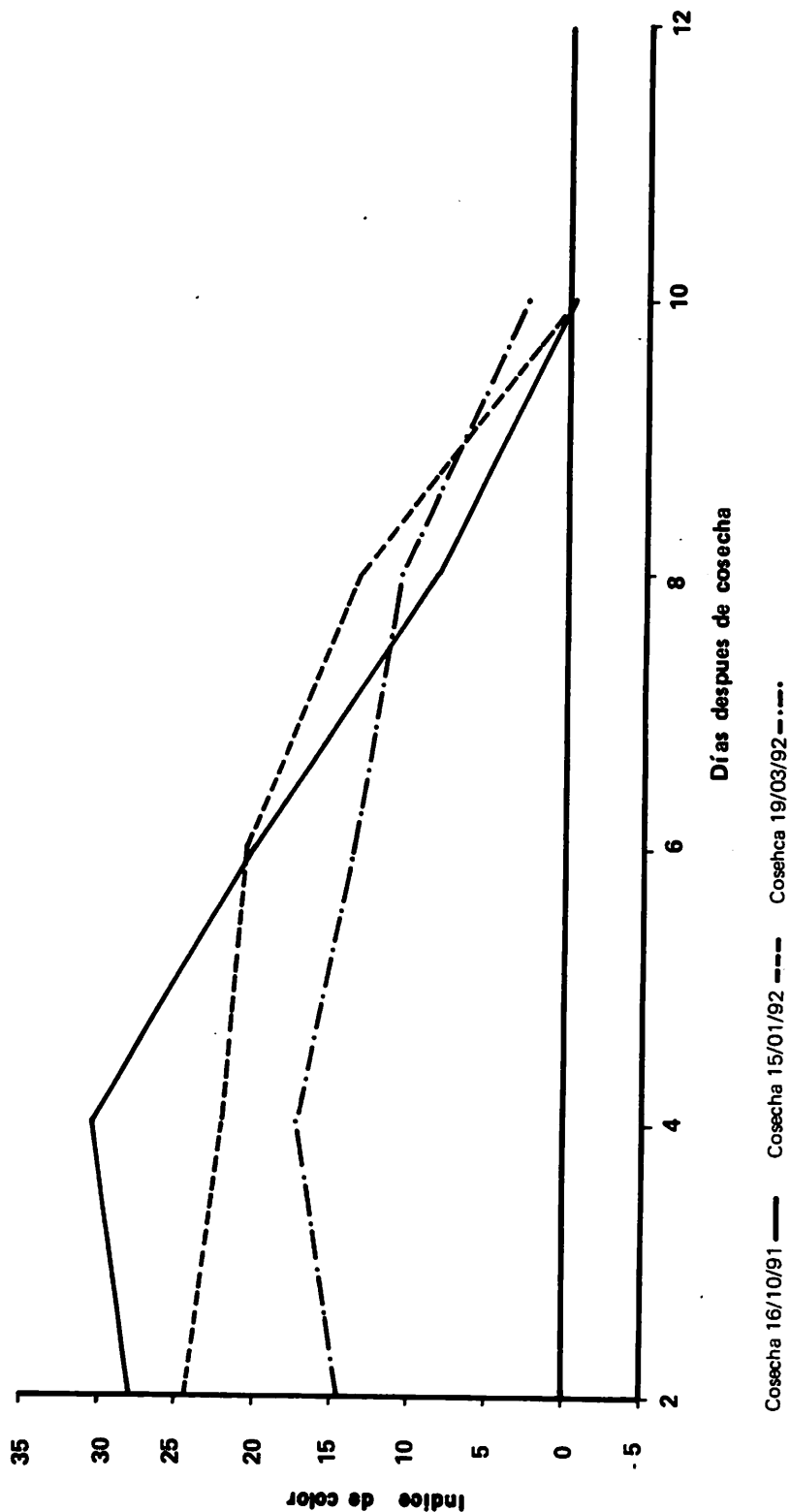


Figura 3. Cambios de color en la piel de frutos de aguacate 'Hass' maduros al ambiente en tres fechas de corte.

- Biale, J.B. 1960.** The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. *Adv. Food Res.* 10:293-354.
- _____, and **E.R. Young. 1962.** The biochemistry of fruit maturation. *Endeavour* 21, 164.
- _____, and _____. 1971. The avocado pear. In: A.C. Hulme (Ed.). *The Biochemistry of Fruits and their Products*. Vol. 2. Academic Press, New York. pp. 1-63.
- Burreli, G.G. and S. Tzaneen. 1982.** Quality and oil content of early season Fuerte Avocado originating from the Levubu region. *S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrbk.* 5, 25-27.
- Lakshminarayana, S., M. Muthu and R.N. Lingiah. 1974.** Modified continuous gas stream method for measuring rates of respiration in fruits and vegetables. *Lab. Pract.* 23:709-710.
- Lee, S.K. and E.R. Young. 1983.** Growth measurement as an indication of avocado maturity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 395-397.
- Lewis, C.E. 1978.** The maturity of avocados - A general review. *J. Sci. Fd. Agric.* 29: 857-866.
- Mateos M., M.A. Del Rfo, J.M. Martfnez-Jfvega y P. Navarro. 1988.** Efecto de las envolturas plfsticas individuales, calentamientos intermitentes y pretratamientos con CO₂ en la conservaci3n de aguacate "Hass". *Actas del III Congreso de la Soc. Esp. de Ciencias Hort.*
- Mena N., G., J. Cajuste-B. y C. Saucedo-V. 1990.** Efecto de las temperaturas de refrigeraci3n en el patr3n de maduraci3n de frutos de aguacate cv Fuerte. *Memoria CIC-Fruticultura-CICTAMEX. Coatepec de Harinas, M3xico.* pp. 169-182.
- Pesis, E., Y. Fruch and G. Zauberaman. 1978.** Starch content and amylase activity in avocado fruit pulp. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 673-676.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984.** Postharvest biotechnology of fruits. Vol. II: CRC Press. Boca Raton, Fl. pp. 27-52.
- Wardlaw, C.V. and E.R. Leonard. 1935.** The avocado fruit metabolic activity Trinidad low tempo. *Res. Sta. Imp. Coll. Trop. Agr. Memoire No. 1, 12. Soc.*