

1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 319-328.

EFFECTO DE LOS DAÑOS MECANICOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE FRUTO DE AGUACATE

Ma. T. Zamora-Magdaleno¹; J. Cajuste-Bomtemps¹; Ma. T. B. Colinas-León²; H. Santacruz-U.

¹Especialidad de Fruticultura, IREGEP. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. C.P. 56230.

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

RESUMEN

En años recientes las importaciones de aguacate hacia el mercado Estadounidense han incrementado; sin embargo, la fruta sigue presentando problemas en cuanto a su calidad, debido en gran parte a los daños producidos por los aditamentos utilizados durante la cosecha y transporte, como también por la maquinaria empleada para empaque. Dicho daño se manifiesta por manchas oscuras a nivel de exocarpio, denominado a nivel regional como rozamiento. Para evaluar su impacto tanto en fases anteriores a la cosecha como en el empaque, se examinaron frutos en desarrollo a través de los parámetros siguientes: firmeza, materia seca, patrón de maduración, color velocidad de respiración y producción de etileno. Los resultados revelaron que el daño sucede antes de la cosecha como resultado de la fricción entre frutos, entre estos con las hojas o ramas. El nivel de daño osciló en esta fase (anterior a la cosecha) desde un 2 hasta un 35%, siendo esta variación consecuencia del manejo de los huertos. A nivel de empaque la cantidad de fruta no comercializable objeto de castigo para el mercado de exportación incrementó a valores del 10 al 62%. La variable patrón de maduración reveló que a medida que los frutos expuestos a maduración correspondían a fases próximas a la cosecha, incrementaban su vida de anaquel. En frutos que tuvieron un mayor manejo, se observó un pico más elevado de etileno, no así la respiración, que tuvo un comportamiento inverso. Puede decirse que el estrés sufrido por los frutos como consecuencia de los golpes afectó la maduración normal, produciendo un ablandamiento consecuencia del daño.

PALABRAS CLAVE: *Persea americana* Mill., manejo de fruta, rozadura.

MECHANICAL INJURY EFFECT ON AVOCADO FRUIT RIPENING SUMMARY

Michoacán has increased its exportation of avocado mainly for the US-Market. However, there still exist fruit of undesirable quality; as are the presence of dark stains

(spots) on the exocarp of the fruit a consequence of friction during harvest and postharvest, regionally known as “rozamiento”. In order to evaluate friction damage proportion an effect on fruit quality a study of harvest and postharvest was made on the basis on physical, biochemical and physiological variables. Damage symptom was observed before harvest as a result of fruit friction during growth or as result of friction with leaves or small branches. Damage proportion at this point raised from 2 to 35%, and increased at the packinghouse from 10 to 62%. Fruit coming immediately from harvest had a longer storage life, compared to those from packaging. Ethylene production was higher in fruit recollected from the last phases of the packaging process, while their respiration rate was lower due probably to the result of mechanical injury. Their behavior could also be related to fruit firmness, yet these fruits at the beginning of ripening had a lower value.

KEY WORDS: *Persea americana* Mill., management of fruit, fruit friction.

INTRODUCCIÓN

Para el ciclo 1997-1998 Michoacán exportó 42,000 toneladas de aguacate (ASEAM, 1999), cifra que pone de manifiesto la importancia de este cultivo para el Estado. La apertura de las exportaciones al mercado estadounidense en los últimos dos ciclos de cosecha (1997-1999) como una opción más para el productor mexicano, crea la imperiosa necesidad de comercializar frutos con una excelente calidad si se desea cautivar los mercados extranjeros, como en aquellos existentes con anterioridad a nivel nacional; de lo contrario, las exportaciones serán motivo de sanciones económicas y en un futuro del cierre de dichos mercados.

Desde un punto de vista fisiológico y en particular de la postcosecha, los frutos se ven demeritados en su apariencia estética y en su calidad nutritiva que pueden además conllevar a una vida de postcosecha menor. Dichos defectos tienen su origen o se agudizan muchas de las veces por el inadecuado manejo en los procesos que se dan desde la cosecha hasta el empaque. Se considera que el daño por rozamiento, caracterizado por una oxidación del tejido que posteriormente se hunde y necrosa, es uno de los que más se presenta durante la cosecha, llegándose a estimar en el orden de un 78% de los frutos (Zamora *et al.* 1991).

El daño se torna más notorio en los frutos a lo largo de su recorrido en el empaque, debido en gran medida al inadecuado manejo del fruto y que repercute afectando el nivel de frutos con calidad para la exportación.

Con base en lo anterior se planteo la presente investigación cuyo propósito es el de establecer la influencia del efecto del manejo en cosecha y posterior a la misma (empaque) en la calidad del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido con frutos de aguacate ‘Hass’ provenientes de diferentes huertos y empaques ubicados en el estado de Michoacán.

Para conocer la manera en que las operaciones de cosecha y postcosecha contribuyen afectando la calidad del fruto y propician el daño por rozamiento, como de un posible

efecto por condiciones y localización de huerto, se recolectaron frutos de los huertos: Machúparo (2150 msnm), Tizate (2050 msnm), Copal (1500 msnm), La Merced (1430 msnm), Galeana (2350 msnm), San Martín (1480 msnm), Caracha (1500 msnm) y El Durazno (1750 msnm). En el huerto el Copal se consideraron dos sitios de muestreo diferentes: el primero, cuando el fruto es desprendido del árbol por los cortadores; y el segundo grupo se tomó del camión al ser transportados al empaque. La evaluación del comportamiento postcosecha de dichos frutos se hizo a una temperatura promedio de laboratorio de 20 ± 2 °C.

El análisis del daño ocurrido en empaque se hizo de la colecta de 30 frutos de cada una de las etapas de empackado en una empacadora local que dedica su producto a exportación. El primer muestreo fue después del preenfriado (a 12 °C), en la banda de vaciado del elevador; un segundo grupo, después del cepillado del fruto (cepillos). La siguiente toma de muestra se hizo en la mesa de selección; un cuarto grupo se obtuvo del singulador (elevador de rodillos que transportan los frutos hacia las charolas de calibración por peso); el quinto, se tomó de los carros donde se coloca el fruto para ser empackado por calibres y el sexto y último grupo fue tomado de los "Pallets". Estos frutos se utilizaron para evaluar incidencia y severidad de rozamiento.

Variables evaluadas

Velocidad de respiración y producción de etileno

Se tomaron 10 frutos para cada una de las seis etapas del empackado. Las mediciones se hicieron cada tercer día hasta llegar a la madurez de consumo. La respiración se evaluó utilizando el método de corriente de gas continuo, descrito por Loomis y Scull (1937) y modificado por Lakshminarayana *et al.* (1974).

La producción de etileno se cuantificó por método estático. Las muestras se leyeron en un cromatógrafo de gases marca Aerograph, modelo 1400, con detector de ionización de flama y columna de 2 m de longitud y de 1/8 medida de diámetro, empackado por Porapack-N. Las condiciones de trabajo fueron: temperaturas de columna de 60°C, del detector 130 °C y el inyector 110 °C. El gas de arrastre fue helio y la cantidad de muestra inyectada 0.5 ml.

Color externo.

Se registro a través de un colorímetro (Hunter Lab). Los valores de L, a y b se analizaron conforme a un índice de color (-10 ab/L) establecido por Mateos *et al.* (1988).

Firmeza.

Se determinó con un texturómetro "Chatillon". La medición consistió en la fuerza ejercida durante la penetración de un puntal, en forma de cono, en la pulpa del fruto. Se evaluó cada tercer día, en cinco frutos, de cada una de las etapas del empackado; cada fruto representó una repetición.

Patrón de maduración.

El patrón de maduración se calculó a través de una escala subjetiva que comprendió tres categorías: frutos de textura dura al tacto, frutos cambiantes y frutos suaves (al alcanzar la madurez de consumo). De cada tratamiento se analizaron 30 frutos; donde cada fruto representó una repetición; y las observaciones fueron tomadas todos los días. Los valores finales se expresaron, como el número promedio de días requeridos para obtener la madurez de consumo.

Incidencia de rozamiento.

Para obtener la incidencia de rozamiento en los frutos se elaboró una escala basada en la proporción del exocarpio dañado. Los frutos fueron agrupados en las categorías siguientes:

Cuadro 1. Incidencia de rozamiento en fruto de aguacate cv. Hass.

Nivel del daño	Cognotación	Porciento de incidencia	
I	Sano	< 5%	de superficie dañada
II	Leve	5 – 15%	de superficie dañada
III	Moderado*	16 – 30%	de superficie dañada
IV	Severo*	> 30%	de superficie dañada

*No comercializable para exportación

Materia Seca

Se analizó pesando 20 g de mesocarpio fresco que se sometió a secado a una temperatura de 70 °C en estufa con circulación de aire, hasta mantener un peso constante, que coincidió con un tiempo de 48 h. Se registró el peso y por relación directa se obtuvo el porciento de materia seca. Se efectuó tanto al inicio, como al final de la maduración en 30 frutos.

Contenido de aceite

Se realizó solamente de nueve muestras provenientes del secado para cuantificación de materia seca. El método utilizado fue el Soxhlet, empleando como solvente al hexano. La finalidad de esta variable fue el de complementar la de cuantificación de materia seca permitiendo establecer con una mayor precisión el estado de madurez de los frutos a la cosecha.

Determinación de fenoles totales.

La cuantificación de fenoles totales se hizo con base en el método propuesto por Chaplin *et al.* (1982) para la medición objetiva de daños por frío en aguacates y la curva estándar se preparó conforme a la metodología de Litwarck (1967). El tejido utilizado fue exocarpio de aguacate fresco en tres estados diferentes de madurez, denominados como: frutos avanzados (de más de 26% de materia seca), intermedios (entre 21-25% de materia seca) y tardíos (menos de 21% de materia seca), considerando tres repeticiones en cada caso.

Diseño Estadístico

Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar. Donde huertos de diferentes regiones productoras y fases a lo largo del proceso de cosecha y postcosecha, se consideraron como tratamientos.

El tamaño de muestra para evaluar el rozamiento en frutos no cosechados (todavía adherido al árbol) fue dependiendo del huerto entre los 400 y 500 frutos que correspondió al 1.65% de un lote comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La afectación de frutos por rozamiento y su relación con cada una de las etapas de cosecha y postcosecha se presenta a continuación:

Es importante señalar que en algunos huertos la manifestación del daño por rozamiento ya se presentaba desde fases anteriores a la cosecha, indicando un posible efecto de las condiciones de desarrollo. En todos los huertos muestreados (Tizate, La Merced, Galeana, San Martín y Copal) hubo incidencia por rozamiento; sin embargo, en tres de ellos (Tizate, Copal, y La Merced) se destino fruto para exportación. Se observó asimismo que dentro de este último grupo sólo los huertos Tizate y Copal presentaron una proporción de frutos sanos mayor al 75%. En contra parte, los huertos de San Martín y Galeana llegaron a presentar niveles desde un 30 hasta un 35% de frutos no exportables.

La condición intrínseca de la planta de fructificar en inflorescencias racimosas que permiten el crecimiento en conjunto de por lo menos dos frutos es una característica que pudiera originar el inicio del daño por rozamiento. Cuando a la condición anterior se le suma la participación del viento, el movimiento entre frutos o de estos con otros órganos de la planta tales como ramas u hojas puede inducir a una mayor severidad del daño, como consecuencia de la fricción.

Hasta este nivel y bajo condiciones naturales al estar el fruto adherido al árbol el mecanismo de cicatrización es activo (Bell, 1981), lo cual no acontece en frutos maduros fisiológicamente y separados del árbol.

A nivel empaque, el estudio se pudo conducir en sólo tres de los huertos: Machúparo, Tizate y Copal (Cuadro 2). Como era de esperarse, el manipuleo de los frutos y la interacción de estos con la maquinaria dentro de los procesos del empaque condujo a un aumento y a una mayor severidad en la expresión del daño.

El huerto en el cual se encontró mayor daño a nivel empaque correspondió al de Tizate, y que al final del proceso arrojó un 60% de frutos de calidad no exportable. A este huerto le prosiguió el Copal con un valor similar de frutos no exportables, pero que a diferencia del primero, la presencia de frutos no comercializables inicio a partir de la mesa de selección. Los frutos en este último huerto en las dos primeras fases del

empaque eran 100% comercializables; sin embargo, al pasar por los rodillos se hicieron manifiestos los golpes y una mayor severidad del daño a medida que el fruto pasaba por las fases finales del empaqueo. A diferencia de los dos huertos anteriores, los frutos provenientes del Machúparo presentaron el menor daño por fricción y la proporción de fruta dañada, que no reunió características para la exportación, correspondió a sólo el 10% de la producción al término del proceso de empaque.

Cuadro 2. Incidencia y severidad del daño por rozamiento durante el proceso de empaque.

Huerto	Nivel de daño				PFC	PFNC
	I	II	III	IV		
Fase de empaqueo						
Machúparo						
Banda de vaciado del elevador	100				100	
Cepillos	90	10			100	
Mesa de selección	97	3			100	
Simulador	96	4			100	
Carriltos o Tolva	71	22	7		93	7
Pallets	56	34.4	9.6		90.4	9.6
Tizate						
Banda de vaciado del elevador	50	37.5	6.25	6.25	87.5	12.5
Cepillos	50	40	10		90	10
Mesa de selección	10	41	35	14	51	49
Simulador	19	37.5	25	18.5	56.5	43.5
Carriltos o Tolva	5	45	50		50	50
Pallets	12.5	25	50	12.5	37.5	62.5
Copal						
Cortadores	87	13			100	
Camión en el huerto	65	35			100	
Banda de vaciado del elevador	74	26			100	
Rodillos	57	40	3		97	3
Mesa de selección	67	22	11		89	11
Tolva para ser empacados	29	25	20	26	54	46

*Porcentaje de frutos. Nivel de daño (I=sano <5%; II=leve 5-15%; III=moderado 16-30%; IV=severo >30%). PFC=Porcentaje de fruta comercializable. PFNC=Porcentaje de fruta no comercializable.

La condición observada para el huerto el Tizate quizás obedezca a que este huerto era el único que se encontraba bajo condiciones de temporal, siendo común que se tenga influencia de estrés hídrico desde precosecha (durante los meses de desarrollo después del amarre), condición que favorece la expresión de la PPO (polifenol oxidasa) y en consecuencia el oscurecimiento de tejidos (Bower y Cutting, 1987)

En el huerto el Copal, el estudio se pudo evaluar desde campo; donde el daño producido por cortadores es de consideración (13%), aunque poco perceptible. Posteriormente al llegar los frutos al camión, la proporción se elevó del 13% al 35% como consecuencia de las fricciones entre frutos y de estos con las cajas, como de golpes recibidos durante la recolección y en la colocación de cajas dentro de camiones

Otro factor que podría contribuir en una mayor susceptibilidad del fruto al rozamiento durante el empaque lo es el mojado del fruto durante la aspersión y a la fricción durante el cepillado, produciéndose un efecto similar al de una cosecha en húmedo, como lo establece Duvenhage (1993). En estas condiciones los frutos cosechados presentan lesiones a nivel de lenticelas.

Cuadro 3. Días promedio a la maduración de frutos de aguacate desde cosecha y postcosecha.

Huerto Machúparo							
Etapa de postcosecha	Días después de cosechados						Días promedio a maduración
	8	9	10	11	12	13	
Frutos maduros (%)							
Banda del elevador			30		20	50	11.9
Cepillos			20	20	30	30	11.7
Selección	10		20	10	40	20	11.3
Simulador	10		20		20	50	11.7
Carritos o tolva		30	10		30	30	11.2
Pallets		10	10		20	60	12.1

Huerto Copal							
Etapas de postcosecha	Días después de cosechados						Días promedio a maduración
	7	8	9	10	11	12	
Frutos maduros (%)							
Cortadores				14	50	36	11.2
Camión				17	60	23	11.0
Banda			20	20	20	40	10.8
Tubos			13	4	47	36	11.0
Selección		4	20	16	30	30	10.7
Tolva	10	20	10	20	40		9.6

Huerto San Martín							
Etapas de postcosecha	Días después de cosechados						Días promedio a maduración
	8	9	10	11	12	13	
Frutos maduros (%)							
Cortadores y camión	20	10	10	60			10.1

Patrón de maduración

Los frutos del huerto San Martín fueron más perecederos, al madurar en promedio en un día menos que el de aquellos del huerto el Copal; se observó también para ese mismo huerto que la maduración de frutos inició desde el noveno día, mientras que para el Copal aconteció en el undécimo día y con un porcentaje de frutos maduros en cinco unidades menos. Esta diferencia no puede atribuirse propiamente a diferencias en el estado de madurez de los frutos a la cosecha ya que el contenido de materia seca no presentó diferencias (valores no mostrado) y pudiera mas bien obedecer a las

condiciones de la recolección y traslado (manejo del fruto en campo).

Durante los procesos de empaque, la vida útil de los frutos provenientes del huerto Machúparo (de su entrada a su salida) aparentemente no se vio afectada ya que se mantuvo en promedio doce días. Después del cepillado la maduración de frutos se vio afectada en un día, sin embargo, al llegar a la selección el valor inicial se vuelve a estandarizar. Una tendencia similar se observó cuando los frutos llegaron a la fase tolva. Para el huerto el Copal la tendencia fue la de una reducción de la vida útil de los frutos en aproximadamente dos días desde el ingreso al empaque hasta llegar a una fase anterior a la colocación en cajas (tolva). Todas las fases en el empaque analizadas para los frutos provenientes de el Copal, más del 50% en cada una de ellas se encontraban maduros a los once días de cosechados, en cambio, para el huerto Machúparo sólo el 50% de las fases analizadas (tres de seis) la habían registrado, además de ser en un día posterior (día 12).

Con base en estos resultados, se podría pensar que los frutos del huerto el Copal al entrar al empaque y por acción de los daños mecánicos sufrieron un reblandecimiento, a su vez aceleraron su maduración (Arpaia, 1987).

Color

Para esta variable, a pesar de que los valores expresados mediante el índice a la madurez de consumo no reflejaron diferencias estadísticas, si fue notoria en cambio de manera visual las diferencias en tonalidad que fue reflejo del estado de madurez a la cosecha. Esta condición se acompañó también de una marchitez en los frutos y en especial, por una deshidratación en la zona circundante al pedúnculo.

Al inicio del experimento se observó que estando el fruto en un color verde los daños por rozamiento fueron evidentes y se agudizó afectando la apariencia a medida que se incrementó el daño, pudiéndose en algunos casos confundirse con el daño por frío (tejido manchado con una coloración oscura, hundido y deshidratado).

Tanto al inicio como a final del proceso de empaque no existieron diferencias estadísticas entre las diferentes fases del empaque. Los frutos de las últimas fases tuvieron siempre los menores valores del índice de color, como consecuencia de la selección que permitió eliminar los frutos tiernos o con un contenido bajo de materia seca.

Firmeza.

La firmeza de frutos aunque menos palpable que en el caso del patrón de maduración presentó una tendencia similar a este último. A partir del día seis después de haberse cosechado los frutos se observó la tendencia de que los frutos muestreados en campo mantuvieron una firmeza en promedio significativamente mayor que el de aquellos que provinieron del empaque, lo que reafirma un posible efecto por golpe, aunado a que a medida que los frutos se acercaban al final del proceso la pérdida de firmeza durante la maduración fue mayor (Cuadro 5).

Cuadro 4. Índice de color del exocarpio de fruto de aguacate maduros al ambiente (20 °C).

Fase de Empacado	Días después de cosechados				
	4	5	7	9	11
Cortadores	40.15* a	47.78 a	38.68 a	34.79 a	1.61 ab
Camión	38.21 ab	42.66 a	27.56 a	28.57 ab	1.68 b
Banda	25.93 ab	31.18 a	22.03 a	21.68 ab	1.17 ab
Rodillos	31.7 ab	39.96 a	30.29 a	25.89 ab	1.12 ab
Selección	29.47 ab	35.92 a	25.44 a	23 ab	1.03 ab
Tolva	23.65 b	34.85 a	21.97 a	21.64 ab	0.87 a

*Índice de color (-10ab/L). Medias con la misma letra son iguales (sin diferencia significativa) en el sentido de las columnas (Tukey $P \leq 0.05$).

Cuadro 5. Firmeza (kg) de pulpa de frutos de aguacate al ambiente (20 °C) durante la maduración.

Fase de empacado	Días después de cosechados			
	4	6	8	11
Cortadores	8.04 ab	7.32 a	3.04 a	3.23 a
Camión	7.08 b	6.66 ab	2.91 a	2.31 ab
Banda	7.31 ab	5.38 bc	3.58 a	1.62 ab
Rodillos	7.25 b	4.69 c	3.64 a	2.60 ab
Selección	8.42 a	4.96 c	3.81 a	2.06 ab
Tolva	7.70 ab	5.06 c	4.25 a	1.17 b

Medias con la misma letra son iguales (sin diferencia significativa) en el sentido de las columnas (Tukey $P \leq 0.05$).

Peso seco y contenido de fenoles

El peso seco, (en los frutos del huerto el Copal) como una variable indicadora del estado de madurez, no presentó significancia entre las medias de los tratamientos evaluados; por lo tanto, la madurez de los frutos evaluados fue similar en todas las fases de postcosecha estudiadas; aun así, desde el punto de vista numérico los valores nos llevaron a confirmar que durante la fase de selección la tendencia fue a eliminar los frutos tiernos, ya que al final del proceso los frutos de las últimas fases presentaban en promedio cuatro unidades porcentuales más que el de aquellos tomados en fase de cosecha. Esta misma tendencia se volvió a repetir cuando alcanzaron la madurez de consumo.

El contenido de fenoles en frutos presentó una asociación con los valores de materia seca, frutos con un 20% de materia seca presentaban para los huertos muestreados valores de 80-100 mg de compuestos fenólicos por gramo. Cuando el contenido de materia seca era entre un 21-25%, los valores de fenoles disminuyeron a 50-60 mg·g⁻¹;

sin embargo, al incrementarse la materia seca de los frutos (26%) los niveles de fenoles también se incrementaron, lo que puede explicar en gran parte el porqué de un mayor oscurecimiento en las muestras puestas a secar a medida que avanzó su maduración. De forma directa no se pudo concluir si el contenido de fenoles en el fruto tenían una relación con las fases del empaçado ya que el nivel de éste en los frutos era constante. Comparativamente entre huertos, la concentración de fenoles totales en fruto fue mayor en el huerto San Martín que a su vez presentó el mayor rozamiento.

Variables fisiológicas

El máximo climaterio se presentó en promedio para los frutos del huerto el Copal en la fase campo a los 10 días después del corte, mientras que para aquellos de empaque el máximo climaterio se presentó a los nueve días, tendencia que concuerda con lo observado en la variable de patrón de maduración.

Los niveles máximos de respiración (picos máximos de CO₂) disminuyeron a medida que se avanzó en la cadena de empaçado, el valor más alto se registró para los frutos de la fase cortadores (198 mg·kg⁻¹·h⁻¹ de CO₂) y el más bajo en la fase tolva (106 mg·kg⁻¹·h⁻¹ de CO₂), como se observa en la Figura 1. Es de señalar además que para ésta última fase del empaque algunos frutos maduraron a una mayor velocidad ya que al día 7 de cosechados se contaba con un 10 % de frutos maduros, y al día 12 el total de ellos se encontraban sobremaduros (Cuadro 3).

En lo concerniente a la producción de etileno el valor máximo se registró al día 10 después de la cosecha. Los frutos de las fases de campo (muestreados a nivel de cortadores y camión) siempre expresaron bajos picos, llegando a ser de una tercera parte en comparación con algunas de las fases de empaque. El análisis general, desde campo hasta empaque, reveló una mayor producción de etileno a medida que el fruto provenía de las fases finales del empaçado.

Al parecer no se encontró una dependencia directa entre los procesos fisiológicos estudiados, puesto que los frutos de la fase de campo que tuvieron las mayores tasas de producción de CO₂, su nivel de etileno fue el más bajo.

Aparentemente el incremento en la producción de etileno pudiese ser consecuencia del daño físico sufrido en empaque. El etileno es biosintetizado por tejidos al sufrir daños mecánicos, viéndose modificado su patrón de producción (Yang y Hoffman, 1994).

Aun cuando la dependencia entre ambas variables no fue directa en este estudio, si se encontró una asociación entre ambos procesos, como lo establecen varios autores, Eaks (1983), Saucedo (1989), Blumenfeld *et al.* (1986) ya que en ambos procesos se presentó un incremento paulatino, que posteriormente evoluciona hacia los picos manifiestos entre el octavo y el décimo día después de cosechados los frutos (Figura 1 y 2).

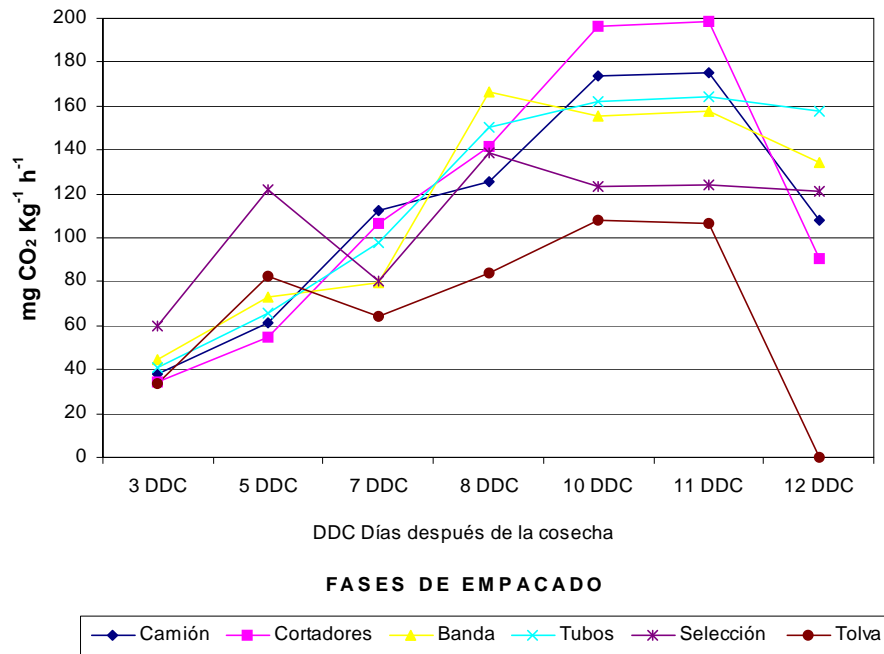


Fig. 1 Respiración de frutos de aguacate a temperatura ambiente (20°C) para cada una de las fases de empacado.

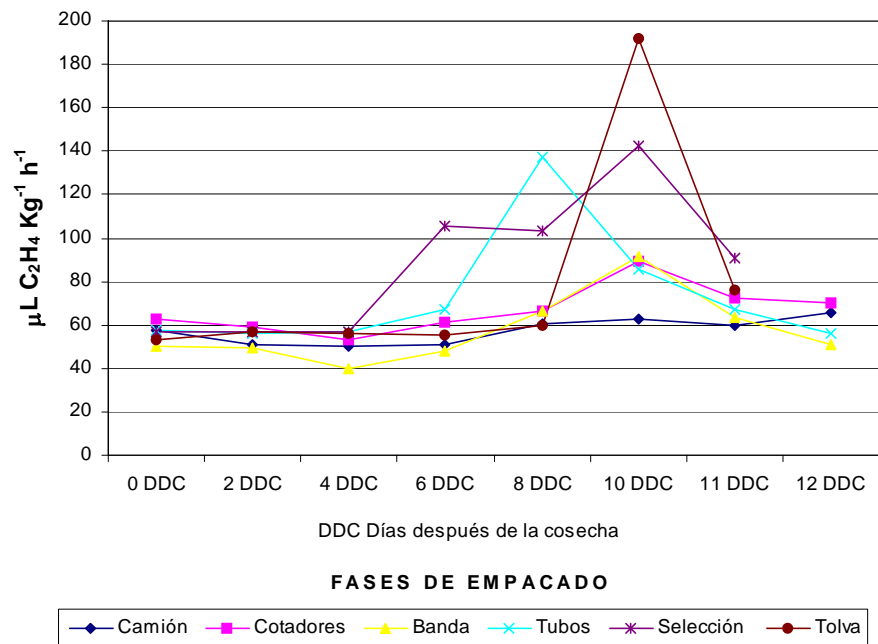


Fig. 2 Producción de etileno en frutos de aguacate al ambiente (20°C) para cada una de las fases de empacado.

Cabe señalar, que al efectuarse el análisis estadístico no existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre cada uno de los valores obtenidos para las fases del empaçado, sin embargo, ello no implica que no exista un efecto fisiológico. Las diferentes tasas de respiración y producción de etileno condujeron a comportamientos distintos, ya que como se constató con los días a maduración y elevación climatérica los frutos a través de la cadena de empaçado sufren un deterioro, al acelerar su maduración.

CONCLUSIONES

El rozamiento es un daño inicial a nivel de exocarpo, resultado de las fricciones y golpes durante el manejo del fruto en las operaciones de cosecha y empaque. Se puede originar de forma natural desde el desarrollo del fruto, alcanzando niveles desde un 2 hasta un 8%. El síntoma se agrava en frutos inmaduros por su alto contenido de fenoles.

Los frutos cosechados en los diferentes huertos, en una misma fecha, mostraron un comportamiento diferente en el número de días para llegar a la madurez de consumo, lo que implica un posible efecto de condiciones de desarrollo. Los daños mecánicos durante el empaque contribuyeron considerablemente en el ablandamiento del fruto además de presentarse en una forma heterogénea.

LITERATURA CITADA

- ARPAIA, M. L.; MITCHELL, F. G.; KATZ, P. M.; MAYER, G. 1987. Susceptibility of avocado fruit to mechanical damage as influenced by variety, maturity and stage of ripeness. *S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrbk.* 10: 149-151.
- ASEAM, 1999. Asociación de Empacadores de aguacate del Estado de Michoacán.
- BELL, A. A. 1981. Biochemical mechanisms of disease resistance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32:21-81.
- BOWER, J. P.; CUTTING, I. G. M. 1987. Some factors affecting postharvest quality in avocado fruit. *S. Afr. Avocado Growers' Assoc. Yrbk.* 10:140-144.
- BLUMENFELD, A.; SITRIT, Y.; RIOV, J.. 1986. Avocado fruit ripening and ethylene biosynthesis. *Acta Horticulturae.* 179: 787-791.
- CHAPLIN, G. R.; WILLS, R. B. H.; GRAHAM, D. 1982. Objective measurement of chilling injury in the mesocarp of stored avocados. *Hortscience* 17: 238-239.
- DUVENANHAGE, J. A. 1993. The influence of wet picking on postharvest diseases and disorders of avocado fruit. *South African Avocado Growers Assoc. Yrbk.* 77-79.
- EAKS, I. L. 1983. Effects of chilling on respiration and ethylene production of 'Hass' avocados fruits at 20°C. *Hortscience* 18:235-237.
- LAKSHMINARAYANA, 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
- LITWARCK, G. 1967. *Bioquímica Experimental.* Ediciones Omega S. A: Barcelona, España. pp. 216-217.
- MATEOS, M.; DEL RÍO, M. A.; MARTÍNEZ-JAVEGA, J. M.; NAVARRO, P. 1988. Efecto de las envolturas plásticas individuales, calentamientos intermitentes y

- pretratamientos con CO₂ en la conservación de aguacate (*Persea americana* Mill) 'Hass'. Actas del III Congreso de la Soc. Esp. de las Ciencias Hortícolas.
- SAUCEDO V., C. 1989. Influencia de la conservación en condiciones variables y programadas sobre la fisiología y calidad de mandarina "Fortune" y aguacate "Hass" y "Fuerte". Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 35:155-189.
- ZAMORA M., M. T.; EQUIHUA, A.; GUIJOSA S., M. A. 1991. Aspectos de postcosecha en aguacate (*Persea americana* Mill) var. Hass de tres regiones de Michoacán. Tesis de ingeniero agrónomo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán.