

## DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ACEITES EN PALTAS (*Persea americana* Mill.) CVS. FUERTE Y HASS CULTIVADOS EN CHILE

J. A. Olaeta<sup>1</sup>; P. Undurraga<sup>1</sup>; M. Schwartz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso - Chile. Casilla 4-D Quillota - Chile. Fax +56-32-274570. E mail [jolaeta@ucv.cl](mailto:jolaeta@ucv.cl)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Chile. Santa Rosa Paradero 35 1/2 La Pintana, Santiago - Chile.

### RESUMEN

Frutos de los cultivares Fuerte y Hass, en la etapa final de su desarrollo, se cosecharon cada 15 días, midiéndoseles porcentaje de humedad y aceite; y la composición de ácidos grasos mediante cromatografía gases. Para el cv. Fuerte, se determinó que existen variaciones entre el contenido de aceite y el porcentaje de humedad. Sin embargo de un año a otro, los valores, aunque mantienen una cierta proporcionalidad, dada por la forma de medición, variaron en forma visible probablemente debido a las condiciones climáticas o específicamente de pluviometría y temperatura de la temporada. Referente a los ácidos grasos, se determinó que es el oleico el predominante superando el 50%. Con niveles cercanos al 10% y 8% fueron los ácidos palmítico y linoleico, respectivamente. Otro aspecto de gran interés fue que se detectó una disminución de los contenidos de ácido oleico a medida que la fruta sobrepasaba su nivel óptimo de madurez de cosecha. Esta situación, que ocurrió en todas las temporadas, fue mas fuerte en el año 1996 en que la reducción alcanzó niveles de 30% al termino de la temporada (diciembre). De acuerdo con lo señalado se puede apreciar también, que no existe una correlación entre los distintos ácidos grasos evaluados. En el cv. Hass, se determinó que los niveles de madurez evaluados por el porcentaje de aceite superior a 12% se alcanzaron en épocas diferenciadas en cada temporada. El ácido oleico fue el ácido graso predominante en este cultivar. Dentro de los ácidos grasos de menor relevancia se encuentran el linolénico, esteárico y palmitoleico. Este último es uno que se presenta con un nivel mayor en este cultivar que en la 'Fuerte', siendo clara también su tendencia a subir. Los otros dos ácidos grasos medidos no siguen una constante definida en su evolución, siendo erráticos e inconstantes en su aparición.

**PALABRAS CLAVE:** Aguacate, ácidos grasos, ácido oleico, ácido linoleico, ácido palmítico humedad.

---

## DETERMINATION OF THE EVOLUTION AND CHARACTERIZATION OF THE OIL OF AVOCADO (*Persea americana* Mill.) CVS. FUERTE AND HASS CULTIVATED IN CHILE

### SUMMARY

The evolution of moisture, oil content and the oil composition in avocado (*Persea americana* Mill.), cvs. Hass and Fuerte, were measured every 15 days, during three seasons 1996, 1997 and 1998, at the end period of fruit development. The oil content was estimated using the moisture content and the oil composition measured by gas chromatography, using a Perkin Elmer model 3920 chromatograph, with FID detector (250°C) and 1.8 m x 3.1 mm column, filled with 5% of DEGS chromosorb W, acid washed and salinized, 100 mesh, heated at 190°C with 40 ml·min<sup>-1</sup> nitrogen flow. The fatty acids: oleic, linoleic, palmitic, palmitoleic, linolenic and stearic were measured. In both, it was found, that the oil and moisture level, were different at the same date, in each season, probably because of the weather conditions, specifically the rainfall. The oleic acid rose up to 50% and was the highest fatty acid component in the avocado oil. palmitic and linoleic acids were found in 10% and 8% respectively and palmitoleic in 3-5%. stearic and linoleic acids were found in very low amounts (0 to 1%), during the fruit development. The oleic acid decreases in each season, after the minimum oil content (10%) to peak was reached. It was not found a correlation, between the development of the different fatty acids measured.

**KEY WORDS:** Fatty acids, oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, moisture.

### INTRODUCCIÓN

La palta (*Persea americana* Mill.) presenta durante su desarrollo en el árbol, un incremento de su contenido de aceite y una disminución en su porcentaje de humedad, lo que es utilizado como índice de madurez, afectando su palatabilidad (Campbell y Malo, 1978; Ibar, 1986; Olaeta, Gardiazábal y Martínez 1986; Olaeta y Undurraga 1995; Kruger *et al.*, 1995).

El alto contenido de aceite de la palta y los ácidos grasos que la constituyen, en su mayoría corresponden a los llamados insaturados (Esteban, 1993). La porción comestible de la fruta es rica en ácidos oleico, palmítico, linoléico y palmitoléico; mientras que del esteárico sólo tiene trazas, habiendo pocas diferencias en el contenido de ácidos grasos del mesocarpio y el endocarpio.

La composición del aceite crudo de palta, contiene alrededor de un 80 a 85% de ácidos grasos insaturados, así como un importante nivel de materia insaponificable (Olaeta, 1990). Human (1987) reporta en paltas cv. Edranol, que el ácido oleico se presenta en mayor cantidad con un 70.5%, seguido del palmítico y linoleico con un 11.8 y 9.5%, respectivamente.

Hulme (1971) reportó que durante el desarrollo de los frutos en el cv Hass, aumentaron los ácidos oleico, palmítico, palmitoleico y linolénico, permaneciendo sin cambios el ácido linolénico. Inoue y Tateishi (1995) trabajando con paltas cv. Fuerte, en Japón reportaron, también un incremento de los ácidos oleico y palmítico, pero una disminución de los ácidos linoleico, linolénico y palmitoleico.

La industria cosmetológica, considera, que la composición de ácidos grasos del aceite de palta, junto con la fracción insaponificable de este, presentan gran valor industrial (Olaeta, 1990). Desde la fracción insaponificable, Joseph y Neeran (1982); aislaron compuestos folialcanólicos, sólo presentes en aceites de paltas, importante en propiedades cosméticas.

La determinación de la evolución de los componentes del aceite de paltas, es de particular importancia para su posible aprovechamiento industrial, principalmente en la industria cosmética, un mayor nivel de ácidos grasos insaturados determina también una mejor calidad para este uso. Por ello en esta investigación se procedió a evaluar la calidad del aceite de palta, en función de la evolución de su composición durante la maduración de la fruta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Frutos de los cultivares Fuerte y Hass provenientes de la Estación Experimental "La Palma" ubicada en el Valle de Quillota, Chile, marcados al momento de la cuaja, fueron cosechados aproximadamente cada 15 días, en la etapa final de su desarrollo.

En cada cultivar y en cada fecha de evaluación, se cosecharon ocho frutos, los que fueron trasladados al laboratorio.

Los frutos se dividieron en dos grupos. A cuatro frutos se les determinó el porcentaje de humedad y el porcentaje de aceite según la metodología descrita por Olaeta y Undurraga (1995).

A los cuatro frutos restantes, se les procedió a medir la composición de ácidos grasos mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC) según la metodología descrita por Metcalse *et al.* (1965). Para ello los frutos fueron pelados, rallados y homogeneizados, pesándose 1.6 g de pulpa para colocarlos en un tubo con tapa rosca de 50 ml. Se agregó 8.0 ml de cloroformo y se agitó la mezcla por 5 minutos. Luego se agregaron 16 ml de metanol y se agitó la mezcla por otros 5 minutos, adicionándosele 8.0 ml de cloroformo para agitar el conjunto por 3 minutos más.

La mezcla se centrifugó y separó la fracción clorofórmica (fase inferior) con un gotario, colocándola en un balón previamente pesado. Al residuo contenido en el tubo se le añadieron 3 ml de cloroformo, para recuperar así todos los aceites y se agrega al balón previamente pesado. Se elimina el cloroformo en un rotavapor y se determinó el contenido de lípidos por diferencia de peso.

### **Esterificación**

Al residuo contenido en el balón (lípidos totales) se le agregó 1 ml de hexano, luego se tomaron dos tubos de ensayos provisto de tapa rosca, en uno se colocaron 0,4 mL de la solución hexánica de lípidos y en el otro los 0,6 ml restantes, eliminando el hexano por arrastre con nitrógeno.

Se agregó 0.2 g de NaOH y 5 ml se sellaron los tubos con la tapa rosca y se colocaron en un baño de agua a ebullición, hasta que se disolvió el NaOH. Se enfrió y se le agregaron 3 ml de metanol-trifluro de boro y se volvió a sellar. Se puso en baño de agua a ebullición por 30 minutos, se enfrió y se agregó 1 ml de hexano, se agitó y añadió 2 ml de agua saturada con NaCl y dejó separar la fase hexánica (superior). Se toman 2  $\mu$ l y se inyectaron en un cromatógrafo líquido de alta presión.

### **Cromatografía**

Se uso un equipo Perkin Elmer modelo 3920 provisto de detector FID (250°C) y de una columna de 1.8 m por 3.1 mm, rellena con 5% de DEGS sobre chromosorb W lavado con ácido y silanizado de 100 mallas, calentada a 190°C y con un flujo de nitrógeno de 40 ml·min<sup>-1</sup>.

Para los análisis, se consideró realizar las mediciones de aceite solamente con aquellos frutos que tuvieran un grado de desarrollo avanzado, ya que por investigaciones anteriores se determinó que en frutos muy pequeños no hay desarrollo de materia grasa y los resultados no aportan antecedentes utilizables. Durante el primer año los análisis de contenido de aceite y humedad así como las determinaciones de los distintos tipos de ácidos grasos de las paltas del cv. Hass se evaluaron solo en los meses de noviembre y diciembre, sin embargo como la maduración de estas paltas continua dentro de los primeros meses del año siguiente, su evolución se tomó con valores de los meses de enero, febrero y marzo del año siguiente. Igual cosa sucede en la temporada siguiente, que para este cultivar, parte en el mes de agosto de 1997 y termina en el mes de abril de 1998.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

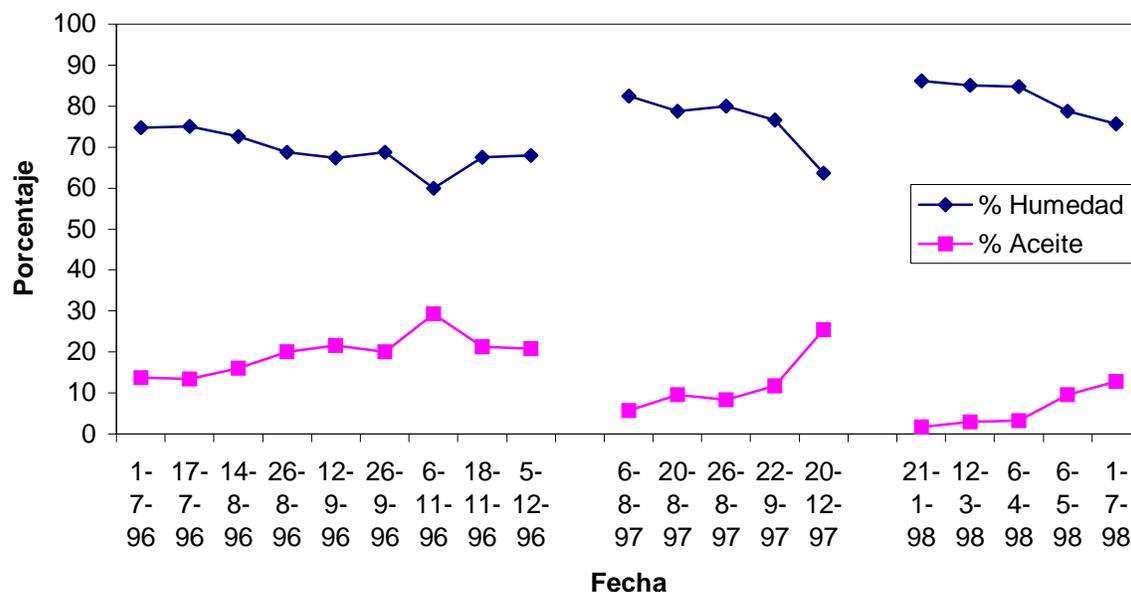
### **Cultivar Fuerte**

Se determinó que durante la formación del fruto existen variaciones entre el contenido de aceite y el porcentaje de humedad, siendo en un comienzo relativamente alto el porcentaje de humedad y bajo el aceite.

Sin embargo, de un año a otro, los valores, aunque mantienen una cierta proporcionalidad entre ellos, dada por la forma de medición, varían en forma visible. Así en el mes de agosto de 1996, cuando la palta 'Fuerte' estaba en su momento óptimo de palatabilidad, tenia un valor de 72.6% de humedad y uno de 16% de aceite (Figura 1).

Esta proporción es aproximadamente el doble de la que se observó en el mismo mes de agosto de 1997, fecha en que el nivel de humedad era de 78.75% y el de aceite de solo un 9.5%. Esta situación podría ser atribuida a que hasta el mes de agosto de 1996 se vivieron períodos de sequía importante, con baja pluviometría, lo que habría

dado un menor porcentaje de humedad con un consiguiente adelanto en obtener el porcentaje de aceite y además con una mayor concentración de este último.



**Figura 1. Evolución del porcentaje de aceite y humedad durante 3 años en paltas cv. Fuerte.**

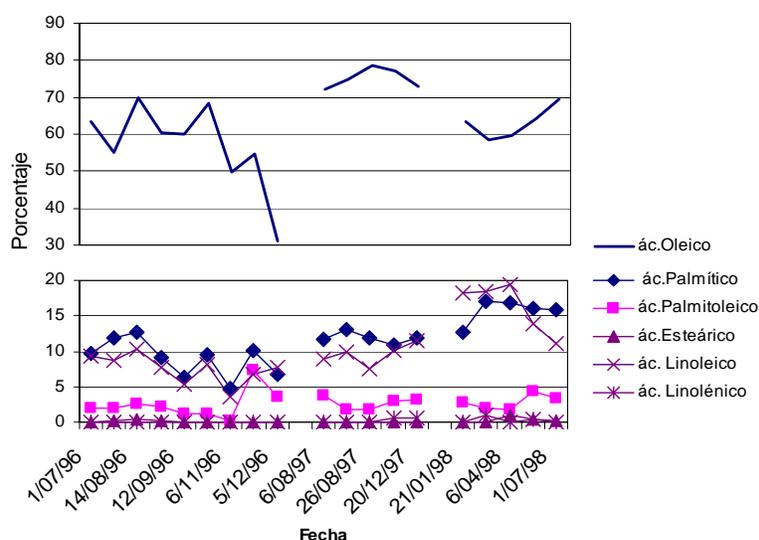
Durante el año 1997, en los meses de julio y agosto la situación fue inversa toda vez que las lluvias se presentaron en esas fechas provocando baja en la temperatura y aumentos de la humedad en el suelo y el ambiente, razón por la que se podría aducir que la disminución de la humedad fue más lenta generando un atraso en la maduración de las paltas. No obstante el nivel de aceite que alcanzó la palta fuerte en ese año es equivalente al nivel de aceite de todos los años, lo que respalda la tesis de que solo sufrió un retraso en su madurez (Figura 1)

Durante 1998, el 1º de julio muestra un nivel de humedad menor a agosto de 1997 con un 75.6%, pero de igual tenor al 1º de julio de 1996, que presentó un 74.6% de humedad y un 13.8% de aceite, mientras que el 1º de julio de 1998, el porcentaje de aceite es de 12.8 %. Esta situación hace prever que el nivel de aceite, durante la presente temporada, seguirá una tendencia similar al año 1996, siendo también similares las condiciones de sequía y temperaturas en ambos períodos.

Referente a la caracterización de los aceites durante las tres temporadas en el caso de palta Fuerte (Figura 2), se pudo apreciar que durante la formación y maduración del fruto, el ácido graso predominante es el oleico con cifras que en general superan el 50%.

Con niveles inferiores se aprecia el ácido palmítico, igual o levemente inferior al 10% y el ácido linoleico, que se encuentra en niveles cercanos al 8%, siendo estos tres ácidos grasos los predominantes en el aceite de paltas cv. Fuerte cosechados en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, V Región de Chile, durante los tres años que duró la presente investigación. Los ácidos grasos palmitoleico y linolénico que también fueron medidos en la presente investigación, se encuentran en menor proporción durante el desarrollo de la fruta, en tanto que el ácido esteárico, aparece solo en determinados momentos de la evolución de la palta.

Se puede ver en la Figura 2 que el mayor porcentaje de ácido oleico, se obtiene entre el mes de agosto y septiembre de cada año, incrementándose con el crecimiento de la fruta y decayendo hacia fines del período.



**Figura 2. Evolución del porcentaje relativo de ácidos grasos en el aceite de paltas cv. Fuerte.**

El linoleico, por su parte, que es alto en los períodos de formación declinando hacia la madurez. El linolénico parece estar en mayor proporción en las etapas iniciales de la fruta ya que va aumentando en épocas que van entre mayo y julio.

La presencia de palmítico que es constante durante la formación del fruto no parece variar en tanto que la presencia del palmitoleico y estearico es errática y no parece seguir una tendencia clara en su evolución, sino más bien respondería a otras variables como probablemente exposición en el árbol, tamaño de la fruta, además de la época de evaluación, lo que no permite señalar una tendencia clara al respecto.

En todo caso los valores de 63.4% encontrados en esta investigación, el año 1996, y de 69.5 % el año 1998, para el ácido oleico en los momentos de cosecha, establecido por un porcentaje de aceite superior a un 11% en palta Fuerte, son inferiores a aquellos

reportados por la literatura, en tanto que el año 1997 el 77.0% fue ampliamente superior a los reportados por la literatura. Parodi (1996); trabajando con palta 'Fuerte' producida en Perú, señala niveles promedio a la cosecha de 72.8% de ácido oleico, 12.2 % de ácido palmítico y 8.6 % de ácido linoleico.

En el caso del ácido palmítico, los valores de Parodi (1996) son superiores a los encontrados en la presente investigación el año 1996 (9.6%) y el año 1997 (10.9%), en tanto que los valores de julio de 1998 señalan valores superiores (15.8%). Para el caso del ácido linoleico, todos los valores encontrados fueron superiores a los reportados por dicho investigador. Este mismo autor señala que existe una evolución negativa del ácido oleico entre el momento de cosecha y el de consumo, encontrando que en este último momento el nivel promedio del ácido oleico había bajado a 69.9 %, mientras que el del ácido palmítico había subido a niveles de 13.9% al igual que el linoleico que llega a un 10.2%.

Con relación a esto, también en la presente investigación se detectó una reducción de los contenidos de ácido oleico a medida que la fruta sobrepasaba su nivel óptimo de madurez de cosecha (medido por un porcentaje de aceite superior a un 11%) y se incorporaba a la etapa de senescencia. Esta situación, que ocurrió en todas las temporadas, fue más fuerte en el año 1996 en que la reducción alcanzó niveles de 30% al término de la temporada (diciembre).

Es interesante reseñar también, que esta reducción, que se repite en los años con características diferentes, no concuerda con el incremento del porcentaje de aceite total de la palta que se observa en esas etapas, ni tampoco concuerda con alzas de los ácidos grasos medidos en la presente investigación, salvo el palmitoleico cuya alza no es muy significativa en el contenido total de aceites, ya que los otros ácidos se mantienen relativamente constantes durante la etapa del desarrollo de la fruta desde que fue evaluada hasta el final. Es interesante también remarcar la errática aparición del ácido esteárico en la evolución de los aceites en la palta.

De acuerdo con lo señalado se puede apreciar también, que no existe una correlación entre los distintos ácidos grasos evaluados, ya que sus variaciones en la temporada no siguen un patrón común. Es posible que estas variaciones que se detectan en los distintos meses sean debidas no sólo a la evolución de los aceites o el metabolismo propio de estos compuestos sino que también a factores como la ubicación de la fruta en el árbol, el calibre y a la ubicación del árbol dentro del huerto, entre otros.

### **Cultivar Hass**

El cultivar Hass, durante la primera temporada alcanzó su desarrollo durante las últimas semanas del mes de noviembre, siendo la primera fecha de cosecha el 18 de ese mes de 1996 a la que se le sumaron las evaluaciones de diciembre, enero, febrero y marzo de 1997.

Al igual que el cv. Fuerte la palta 'Hass' presenta una relación entre los contenidos de humedad y porcentajes de aceite, que mantienen una correlación durante el desarrollo

de la fruta. No obstante se puede observar que los contenidos de humedad y aceite en épocas equivalentes de madurez, son más altos en el cultivar Fuerte que en el 'Hass'.

Es así como en la plata 'Hass' los porcentajes de aceites no superaron en ningún caso el 20% situación que corrobora otros antecedentes que fijan a este cultivar con un nivel más bajo de porcentaje de aceite que la 'Fuerte'.

Del análisis de la Figura 3, se puede observar que los niveles de madurez evaluados por el porcentaje de aceite superior a 12% se alcanzaron en épocas diferenciadas en cada temporada. En efecto, la madurez en el primer año se logra a mediados del mes de noviembre (14.6%), en tanto que en el segundo año los niveles mínimos se alcanzaron en el mes de septiembre (12.9%), situación que es contraria a lo que se obtuvo en el caso del cv. Fuerte en que el nivel de madurez se alcanzó primariamente en el primer año y no en el segundo. Esta situación pudo deberse al hecho de que las producciones del cultivares Fuerte y Hass se desarrollan en épocas diferenciadas, por lo que las temporadas de sequía que afectaron al país durante 1996 contribuyeron a que la fruta del año 1997 en el caso de 'Hass' adelantara su maduración en tanto que la 'Fuerte' se vio afectada en el mismo año 1996.

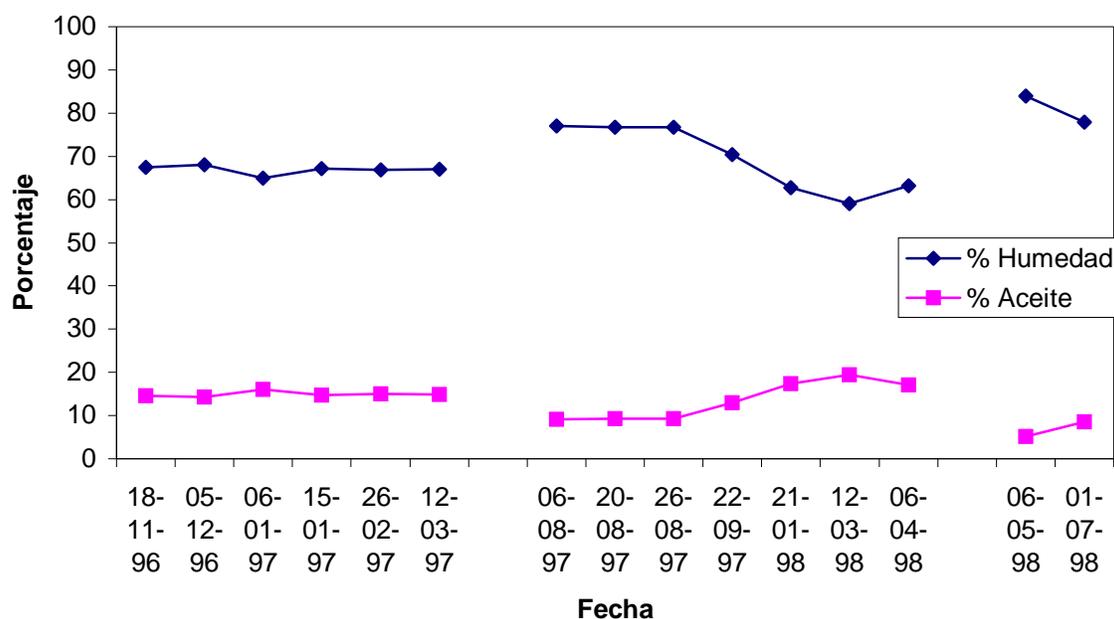


Figura 3. Evolución del porcentaje de aceite y humedad durante 3 años en palta cv. Hass.

De todos modos también se observa que los incrementos de aceite que tuvo el cultivar en la temporada 1997-1998 fueron más elevados que la anterior, probablemente por efecto de las mismas condicionantes climáticas señaladas.

Como se aprecia en la Figura 3 las únicas evaluaciones realizadas en la temporada 1998-1999 sirven para ratificar la congruencia que existe entre el porcentaje de aceite y

el de humedad a partir de la formación de la fruta y muy especialmente verificar que en términos generales en palta 'Hass' el porcentaje de aceite considerado como óptimo para cosechar la fruta (11% según Olaeta y Undurraga, 1995) se adquiere en fechas cercanas al mes de septiembre. No obstante en la actualidad las exportaciones chilenas de palta 'Hass' se realizan cosechándola con un 9% de aceite lo que ocurre a mediados de agosto, sin que haya alcanzado su mejor estado de madurez.

Con relación con los niveles que presenta la composición de los ácidos grasos constituyentes del aceite de este cultivar se puede apreciar que al igual que la Fuerte el ácido predominante es el oleico (Figura 4).

Sin embargo se puede observar también que el nivel del ácido oleico es menor durante la temporada 1996-1997 que la 1997-1998 y que ambos años son inferiores a los niveles que presentó la palta 'Fuerte', respectivamente. Se puede inferir además que los tenores de este ácido se tienden a reducir sustancialmente hacia el período de senescencia de la fruta, como se observa tanto para 'Fuerte' como para 'Hass' en cada temporada.

Referente a otro de los ácidos grasos de mayor predominancia en el aceite de este cultivar de palta, se puede observar que el ácido linoleico, de forma inversa al oleico, es mayor en este cultivar que en 'Fuerte', y a diferencia de aquel, tiende a subir hacia el período final de la madurez del fruto. Por su parte el ácido palmítico, aunque con una tendencia poco clara, también presenta niveles mayores que los encontrados en el cultivar Fuerte dentro de las temporadas evaluadas.

Dentro de los ácidos grasos de menor relevancia se encuentran el linolénico, esteárico y palmitoleico. De estos, el palmitoleico es uno que se presenta con un nivel mayor en este cultivar que en la 'Fuerte', siendo clara también su tendencia a subir (Figura 4). Sin embargo se puede señalar que este ácidos no muestra un efecto notable, como los anteriores, de la temporada sobre su presencia en los aceites de la palta, manteniéndose relativamente constante de una temporada a otra.

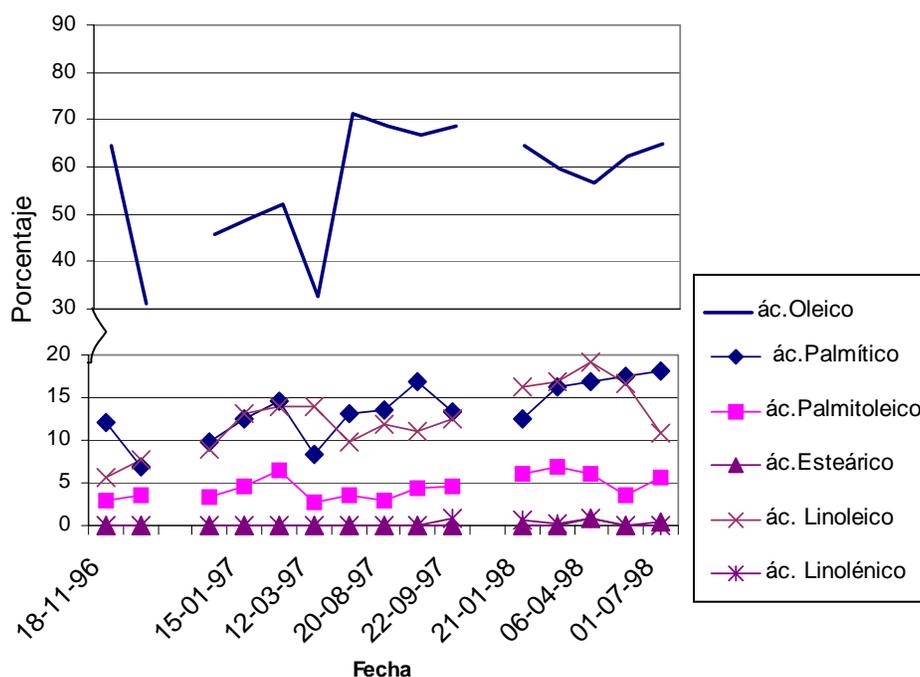
Los otros dos ácidos grasos medidos no siguen una constante definida en su evolución, siendo erráticos e inconstantes en su aparición dentro de este cultivar al igual que en la evolución de los aceites en la palta 'Fuerte'.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores desean agradecer, la valiosa contribución de la Fundación para la Innovación Agraria (F.I.A.), Ministerio de Agricultura, Chile.

### **LITERATURA CITADA**

CAMPBELL, C.; MALO, S.; CHANDLER, N. 1978. Review of methods for measuring avocado maturity in Florida. Proceeding Tropical Region American Society Horticulture Science 2: 58-64.



**Figura 4 Evolución del porcentaje relativo de ácidos grasos en el aceite de paltas cv. Hass.**

- ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades: Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa del desarrollo hasta la madurez fisiológica. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía, Chile. 54 p.
- HULME, A. C. 1971. The Biochemistry of Fruits and their Products. Academic Press. New York, USA. 763 p.
- HUMAN, T.P. 1987. Oil as by product of the avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 10: 159-162
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya 3ª. Edición. Barcelona. Aedos. 117 p.
- INOUE, H.; TATEISHI, A. 1998. Ripening and fatty acid composition of avocado in Japan. Proc. of the World Avocado Congress III. Tel Aviv. Israel. 1995. pp. 366-369.
- JOSEPH, D.; NEEMAN, Y. 1982. Characterization of avocado oil by polyalcoholic compounds in the unsaponifiable fraction. Junta Italiana delle Sostage Grasse 59(6): 279-284.
- KRUGER, J.K.; STASSEN, P.J.C.; SNITJER, B. 1995. The Significance of oil and moisture as maturity parameters for avocados. Proceedings of the World Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel 1995. pp. 285-288.
- METCALSE, L.D.; SCHMITZ, ; PELKA, J.R. 1966. Analytical Chemistry 38: 514-515.

- OLAETA, J.; GARDIAZABAL, F.; MARTINEZ, O. 1986. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (*Persea americana* Mill). *Agricultura Técnica* 46(3): 365-367.
- OLAETA, J. A.; UNDURRAGA, P. 1995. Estimación del índice de madurez en palto (*Persea americana* Mill), pp. 421-426. *In: Procedimiento de la Conferencia Internacional Tecnología de Cosecha y Postcosecha de Frutas y Hortalizas*. México, Guanajuato 20-24 de febrero 1995.
- OLAETA, J. 1990. Industrialización de palta, pp. Q1-Q6. *In: Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas*. Red de Cooperación técnica en procesamiento de frutos tropicales. Viña del Mar 2-5 octubre.
- PARODI, D. 1996. Manejo de cosecha y postcosecha de palta. *Proceedings del I Seminario Taller Internacional " Producción, Manejo Postcosecha y Comercialización de Frutas y Hortalizas"*. Universidad Agraria La Molina - Instituto de Desarrollo Agroindustrial - FAO. Lima Perú.