

EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE Y COMPUESTOS NO SAPONIFICABLES EN PALTAS (*Persea americana* Mill.) CVS. HASS, FUERTE E ISABEL

J. A. Olaeta¹, P. Undurraga¹ y G. Espinosa¹

¹ Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma Quillota. Chile. Correo electrónico: jolaeta@ucv.cl

La palta es un fruto que posee una buena calidad de aceite y propiedades antioxidantes que la hacen ser un alimento saludable. En el presente ensayo se cuantificó la evolución y composición del aceite, así como, los compuestos no saponificables: betasitosterol y fitosteroles desmosterol, campesterol, epicoprostanol, comprostan 3-ona y comprostan 3-ol, en paltas cvs. Hass, Fuerte e Isabel. Para esto, se recolectaron frutos de peso homogéneo (150 y 200g) cada 15 días, desde agosto a diciembre para Hass, de julio a octubre para Fuerte y de septiembre a enero para Isabel, midiéndose en cada fecha de muestreo el porcentaje de aceite. Cuando cada variedad alcanzó el porcentaje de aceite mínimo para cosecha (9% en Hass, 10,36% en Fuerte y 11,8% en Isabel) se comenzó con la extracción de aceite para cada una de las variedades, midiéndose la composición de ácidos grasos y de compuestos insaponificables. La extracción de aceite se realizó cada 15 días, hasta cuando cada variedad alcanzó su máximo porcentaje de aceite (19% para Hass, 22% para Fuerte y 20% para Isabel). Se determinó que durante la temporada, en cada variedad, hubo una evolución en el contenido de aceite y de ácidos grasos, tales como el ácido palmítico, palmitoleico, esteárico, linoleico, linolénico y oleico, encontrándose este último en mayor proporción.

Palabras clave: madurez, ácido oleico, ácido linoleico, fitosterol, betasitosterol, desmosterol.

EVOLUTION OF THE CONTENT OF OIL AND UNSAPONIFIABLE COMPOUNDS IN HASS, FUERTE AND ISABEL AVOCADOS (*Persea americana* Mill.)

J. A. Olaeta¹, P. Undurraga¹ and G. Espinosa¹

¹ Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma Quillota. Chile. Correo electrónico: jolaeta@ucv.cl

Avocados have good oil quality and antioxidant properties which make them a healthy product. In the present test, the evolution and composition of oil were determined, as well as, unsaponifiable compounds: Beta-sitosterol and phytosterols, desmosterol, campesterol, epicoprostanol, comprostan 3-one and comprostan 3-ol in Hass, Fuerte and Isabel avocados. To do this, fruits of similar weight (150 and 200g) were collected every 15 days, from August to December for Hass, July to October for Fuerte and September to January for Isabel, determining in each sampling date the percentage of oil. When the varieties reached the minimum percentage of oil for harvest (9% in Hass, 10.36% in Fuerte and 11.8% in Isabel), the extraction of oil started for each variety, determining the

composition of fatty acids and unsaponifiable compounds. The extraction of oil was done every 15 days, until the varieties reached their maximum percentage of oil (19% for Hass, 22% for Fuerte and 20% for Isabel). During the season it was concluded that in each variety, there was a development in the content of oil and fatty acids, such as palmitic, palmitoleic, stearic, linoleic, linolenic and oleic acids, with the last being found in greater proportion.

Key words: maturity, oleic acid, linoleic acid, phytosterol, beta-sitosterol, desmosterol.

1. Introducción

La palta es un fruto que posee una buena calidad de aceite y propiedades antioxidantes que la hacen ser un alimento saludable. Se caracteriza por ser rica en: proteínas, minerales, vitaminas, aceites insaturados (ác. oleico, ác. palmítico, ác. linoleico, entre otros) y antioxidantes (compuestos no saponificables) (Esteban, 2000; Olaeta *et al.*, 1999). Sin embargo, no existe información acerca de la evolución de éstos últimos dentro del fruto.

A medida que el fruto se desarrolla existe un incremento significativo en el contenido de aceite y a su vez cada cultivar presenta curvas características (Olaeta y Undurraga, 1995; Saavedra, 1995; Olaeta, *et al.*, 1999).

El aceite de palta posee entre un 70 y un 77% de grasas monoinsaturadas, de las cuales, un 96% aproximadamente, está compuesto por el ác. oleico y el 4% restante, llamados polinsaturadas, están representadas casi en su totalidad por el ác. linoleico, que ayudan a disminuir el colesterol "malo" LDL, depositado en las arterias (Human, 1987; Inoue y Tateishi 1995; Olaeta *et al.*, 1999; Vergara, 2005; Zamora, 2005).

Posee además lípidos no saponificables, que corresponden a aquella materia lipídica sin ácidos grasos en su estructura que no producen reacciones de saponificación y que poseen propiedades antioxidantes, reductoras del colesterol y de la hiperplasia prostática (Fierro *et al.*, 2005), importantes en la salud humana.

Entre los lípidos insaponificables se encuentran: terpenos, prostaglandinas y esteroides. A este último grupo pertenecen el Betasitosterol y Fitosteroides (Licata, 2007). El β -sitosterol es probablemente el esteroide de plantas más abundante y ampliamente distribuido (Fierro *et al.*, 2005). Se han identificado más de 40 esteroides vegetales, siendo los más abundantes el betasitosterol y el campesterol (ambos presentes en la palta) (Hendriks *et al.*, 1999). En esta fruta, el Betasitosterol representa entre un 0,45 y 1% e impide al organismo absorber el colesterol dañino (LDL). Además, contiene Fitosterol, el cual es ampliamente usado en cosmética, por su sistema de penetración en la piel (similar a la lanolina) (Olaeta, 1991).

Como forma de contribuir al conocimiento de estos importantes compuestos durante el desarrollo de la palta, en el presente ensayo se cuantificó la evolución y composición del aceite y de los compuestos no saponificables betasitosterol y los fitosteroles: desmosterol, campesterol, epicoprostanol, comprostan 3-ona y comprostan 3-ol, en los cvs. Hass, Fuerte e Isabel.

2. Materiales y métodos

Se recolectaron frutos de palto de los cvs. Hass, Fuerte e Isabel, de peso homogéneo (150 y 200 g) cada 15 días, desde agosto a diciembre para Hass, de julio a octubre para Fuerte y de septiembre a enero para Isabel. Los frutos fueron obtenidos de la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la localidad de Quillota (Latitud 32° 49's, Longitud 71° 16'w). Para lo anterior, se marcaron en mayo de 2006, de forma aleatoria, cuatro árboles por variedad.

En cada período de muestreo se cosecharon 16 frutos (4 por árbol), en cada variedad, tomados al azar de la periferia del árbol, a una altura de 1 – 1.5 m desde el suelo y, posteriormente, trasladados al Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Agronomía, donde se determinó: porcentaje de aceite por Soxhlet (A.O.A.C., 1990) y porcentaje de materia seca (A.O.A.C., 1990).

Cuando cada variedad alcanzó el porcentaje de aceite mínimo para cosecha (9% en Hass, 10,36% en Fuerte y 11,8% en Isabel, según Olaeta *et al.*, 1986; Undurraga *et al.*, 1987; Olaeta y Undurraga, 1995), se procedió a determinar la composición de ácidos grasos (A.O.A.C., 1990) y de compuestos insaponificables: β sistosterol y los Fitosteroles: Desmosterol, Campesterol, Epicoprostanol, Comprostan 3-ona y Comprostan 3-ol., por cromatografía de gases, con las muestras derivatizadas a su metil-silil derivado, para su posterior separación e identificación con detector selectivo de masas, según lo descrito por Egan *et al.* (1988). Estas determinaciones se realizaron hasta cuando cada variedad alcanzó su máximo porcentaje de aceite en el árbol: 19% para Hass (López, 1998), 22% para Fuerte (Latorre, 1994) y 20% para Isabel (Bontá, 2006).

Para cada variedad, se utilizó un diseño factorial simple, siendo las fechas de cosecha los tratamientos, con 4 repeticiones cada uno. La unidad experimental fueron 4 frutos.

Se establecieron para cada variedad, regresiones entre: el % de aceite y compuestos insaponificables; % de aceite y ácidos grasos; ácidos grasos y compuestos insaponificables.

3. Resultados y discusión

Evolución del contenido de materia seca, humedad y aceite, en cada una de las variedades.

En la variedad Hass, el contenido de aceite evoluciona de un 8,83 a un 13,37%, mientras el contenido de materia seca varía de un 22,47 a un 30,37%, y el de humedad de un 77,53 a un 69,63%. Para la variedad Fuerte, el contenido de aceite evoluciona de un 12,43 a un 20,14%, mientras el contenido de materia seca varía de un 24,04 a un 31,38%, y el de humedad de un 75,96 a un 68,62%. Por último, en el cv. Isabel el contenido de aceite evoluciona de un 12,46 a un 18,72%, mientras el contenido de materia seca varía de un 24,22 a un 30,42%, y el de humedad de un 75,78 a un 69,59%, valores similares a los obtenidos por Olaeta *et al.* (1986); Undurraga *et al.* (1987); Olaeta *et al.* (1999) (Figura 1, 2 y 3).

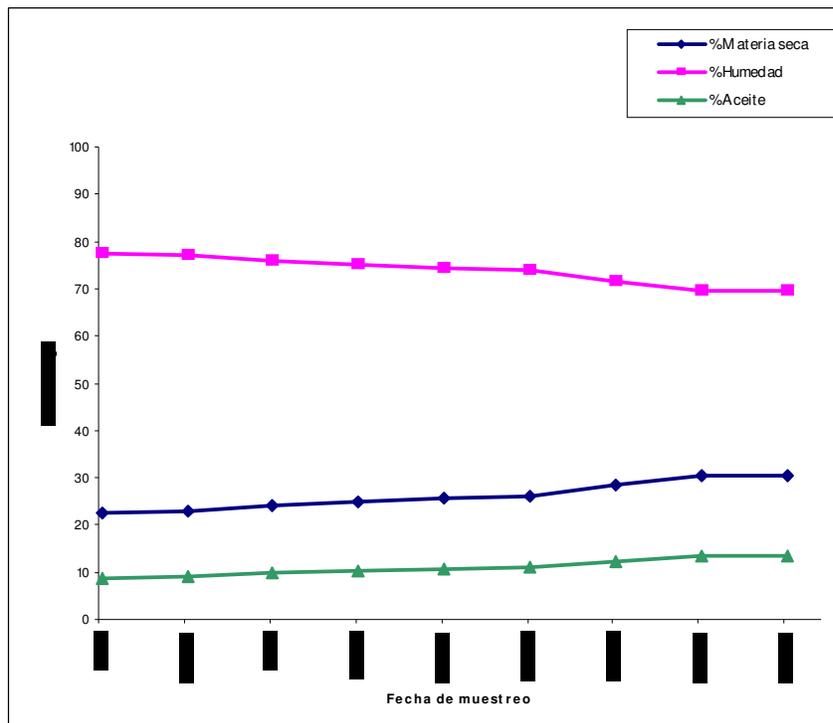


Figura 1. Evolución en el porcentaje de aceite, materia seca y humedad en la variedad Hass, desde el 30 de agosto al 20 de diciembre del 2006, La Palma, Quilota.

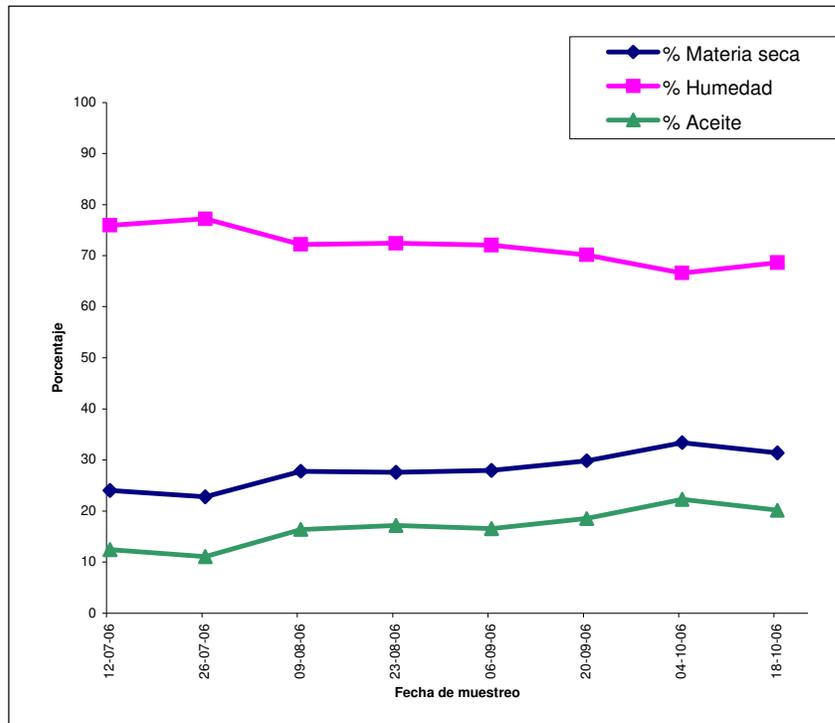


Figura 2. Evolución en el porcentaje de aceite, materia seca y humedad en la variedad Fuerte, desde el 12 de julio al 18 de octubre del 2006, La Palma, Quilota.

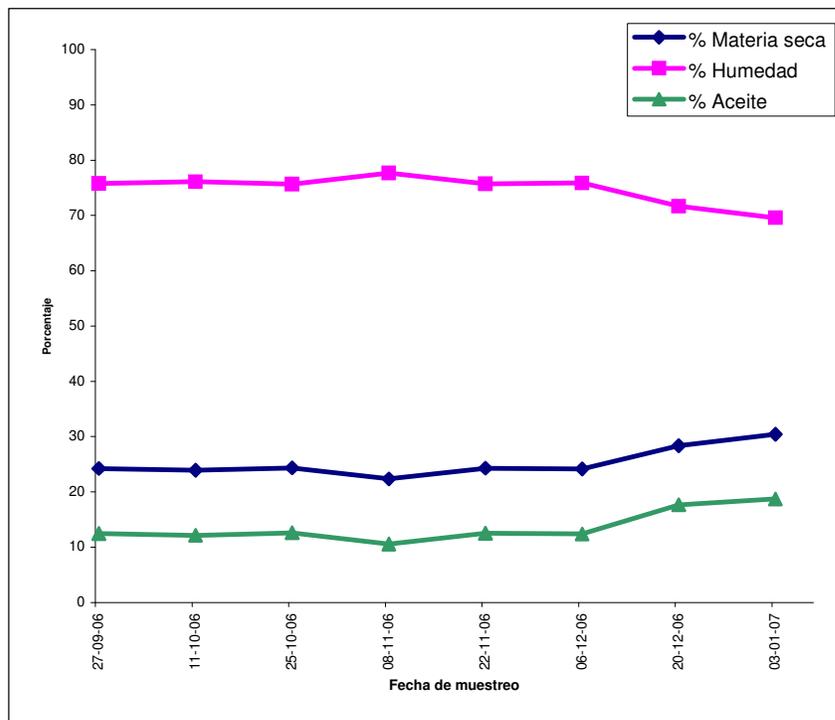


Figura 3. Evolución en el porcentaje de aceite, materia seca y humedad en la variedad Isabel, desde el 27 de septiembre al 03 de enero del 2006, La Palma, Quilota.

Evolución en el porcentaje de ácidos grasos durante los períodos de evaluación

El ácido oleico varía entre un 48,4 y un 66,8% en la variedad Hass, en Fuerte entre un 71,5 y un 73,9% y en Isabel entre un 62,5 y un 77,7%, alcanzando en ésta el mayor porcentaje. Lo anterior, se aproxima a lo obtenido por Messrs *et al.*, citado por Human (1987), el que señala que el porcentaje relativo de ácido oleico en palta Hass, se encuentra alrededor de un 70,5%.

Los ácidos palmítico y linoleico, son los segundos en importancia. En la variedad Hass varían entre un 11 y un 13% y un 10 a un 13%, respectivamente, en la variedad Fuerte entre un 9 a un 11% y un 8 a un 9%, respectivamente, y en la variedad Isabel entre 7 a un 9% y un 9 a un 10%, respectivamente. Según el estudio de Messrs *et al.*, citado por Human (1987), los ácidos palmítico y linoleico serían de un 11,8 y un 9,45%, respectivamente, para palta Hass (Figura 4, 5 y 6). Estos valores concuerdan con los reportados por Inoue y Tateishi (1995); Olaeta *et al.*, (1999) y Vergara (2005), quienes plantean que el aceite de palta tiene un contenido lipídico muy bajo en ácidos grasos saturados y muy alto en monoinsaturados de los cuales en un 96% aproximadamente está compuesto por ácido oleico y el 4% restante llamados polinsaturados, están representados casi en su totalidad por el ac. linoleico

El perfil lipídico expuesto para cada una de las variedades se realizó a partir del momento en que cada variedad alcanzó su madurez de cosecha, y a partir de aquí el contenido de cada ácido graso se mantiene relativamente constante a lo largo del tiempo, a excepción de lo que ocurre con el ácido oleico en el cv. Isabel, en el que se aprecia un alza notoria en este ácido. Por otra parte, en el cv. Hass, se observa una brusca caída en el contenido de ácido oleico, lo que se puede atribuir a que el estado de desarrollo del fruto implica una variación del contenido lipídico (Appleman *et al.*, 1941).

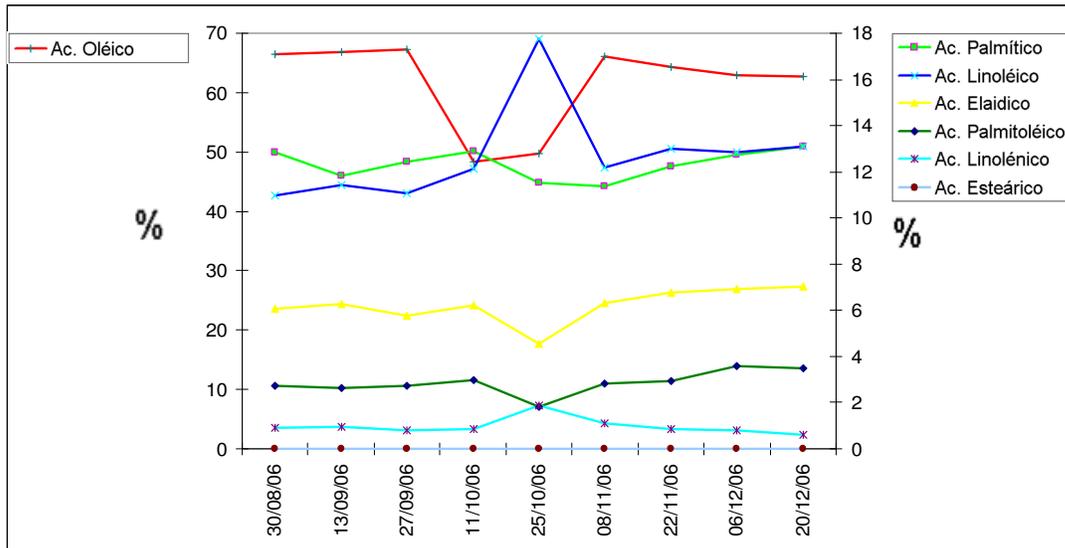


Figura 4. Evolución en el porcentaje ácidos grasos en la variedad Hass, desde el 30 de agosto al 20 de diciembre del año 2006, La Palma, Quilota.

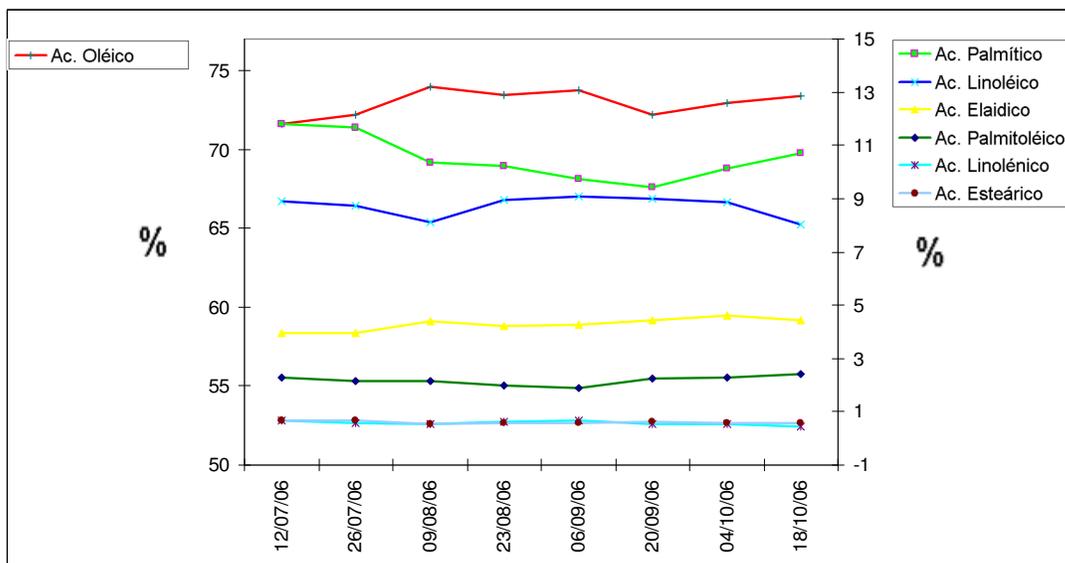


Figura 5. Evolución en el porcentaje de ácidos grasos en la variedad Fuerte, desde el 12 de julio al 18 de octubre del 2006, La Palma, Quilota.

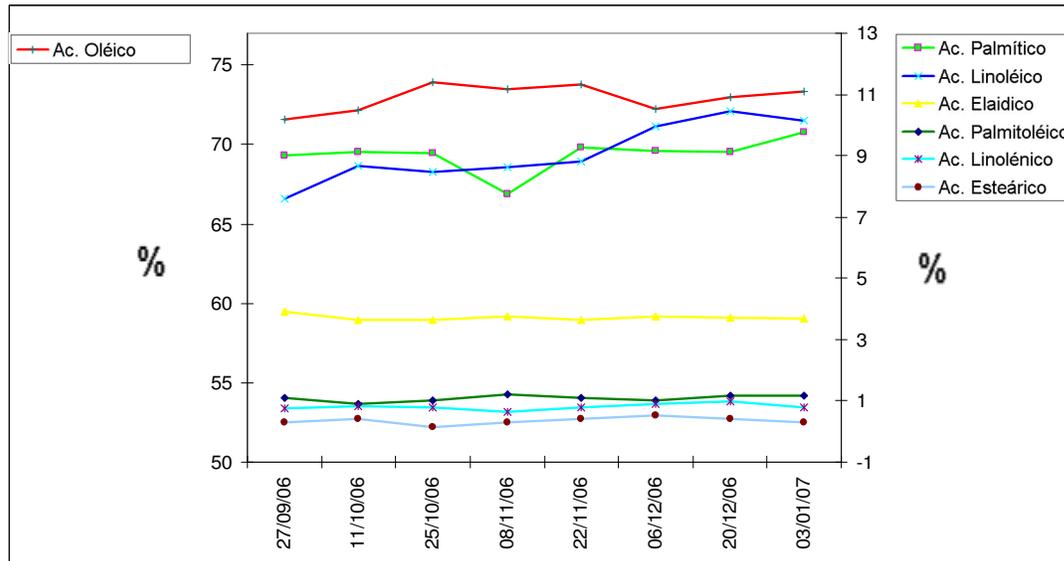


Figura 6. Evolución en el porcentaje de ácidos grasos en la variedad Isabel, desde el 27 de septiembre al 03 de enero del 2006, La Palma, Quilota.

Relación entre la evolución del porcentaje de aceite y la evolución de cada ácido graso en cada una de las variedades

En el Cuadro 1, se observan sólo las correlaciones significativas de algunos ácidos grasos con la evolución del nivel de aceite en paltas. En Hass y Fuerte existe una correlación entre la evolución de aceite con el ácido elaidico, en tanto que en el cv. Isabel esta correlación se da con el ácido linoleico, mostrando cada variedad una relación diferente. Lo anterior, podría indicar que los ácidos grasos se van transformando durante la maduración de los frutos, modificando la proporción relativa de ellos (Olaeta *et al.*, 1999).

Cuadro 1. Relación existente entre la evolución del % de aceite y la evolución de cada ácido graso en cada una de las variedades.

VARIEDAD HASS			
Acido Graso	R ²	R	Significancia
Palmitoléico	39,028%	0,624	*
Elaídico	29,033%	0,538	*.
VARIEDAD FUERTE			
Palmítico	49,881%	0,650	*.
Elaídico	88,972%	0,943	**
VARIEDAD ISABEL			
Palmítico	41,954%	0,647	*.
Linoleico	51,590%	0,718	**

*Significativo al 5%. ** Significativo al 1%.

Evolución del porcentaje de compuestos no saponificables.

En las tres variedades estudiadas, sólo se encontró en proporciones detectables campesterol y β -sitosterol. Éste último presentó 2 peak consecutivos, el primero coincidió con valores cercanos a los mínimos porcentajes de aceite definidos para la cosecha en cada variedad, esto fue el 25 de octubre para el cultivar Hass con 10,74% de aceite, el 26 de julio para el cultivar Fuerte con 11,09% y el 8 de noviembre para el cultivar Isabel con 10,56%, el segundo peak se produjo en un estado de madurez más avanzado (Figura 7, 8 y 9).

La variedad Hass presentó el mayor porcentaje relativo respecto al porcentaje de β -sitosterol, variando entre un 0,08 y un 0,34%. En el cv. Fuerte éste fue de 0,10 a un 0,19%, y en la variedad Isabel de un 0,13 a un 0,31%. Lo anterior, coincide con lo obtenido por González de Pedro (2005), quien afirma que la fracción insaponificable en la palta alcanza entre un 0,5 a un 2,5%.

Por otro lado, las diferencias en los porcentajes de β -sitosterol, en relación a lo obtenido por Fierro *et al.*, (2005), se atribuye a las diferencias en los valores del nivel nutricional de la palta, los que dependen de la variedad y el suelo en el que se cultivan (Torres, 2005).

En cuanto a la cuantificación de Campesterol, las tres variedades presentaron porcentajes estables durante la madurez de los frutos.

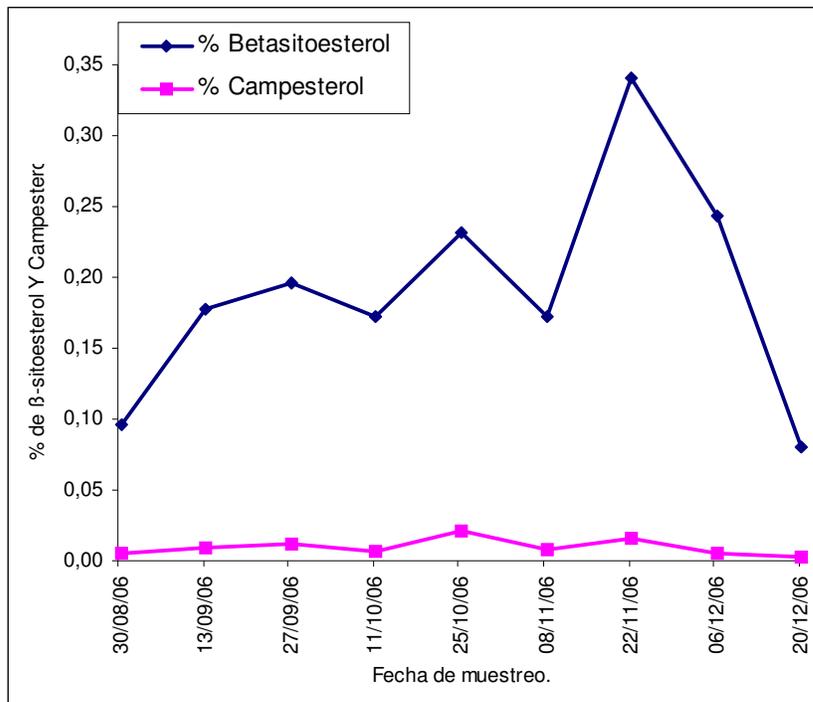


Figura 7. Evolución en el porcentaje de β -sitosterol y Campesterol en el cv. Hass, desde el 30 de agosto al 20 de diciembre del 2006, La Palma, Quillota.

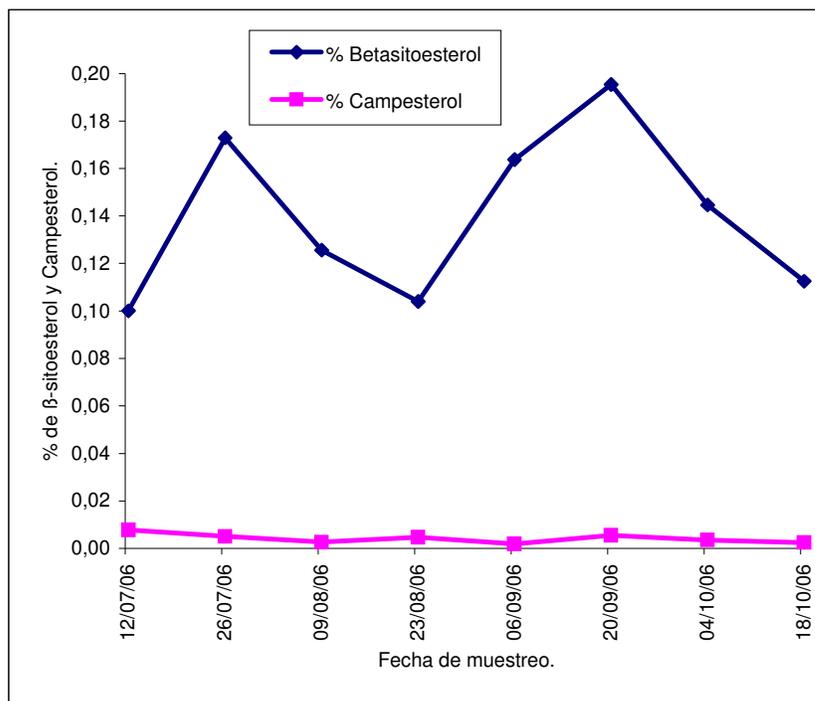


Figura 8. Evolución en el porcentaje de β -sitoesterol y Campesterol en el cv. Fuerte, desde el 12 de julio al 18 de octubre del 2006, La Palma, Quillota.

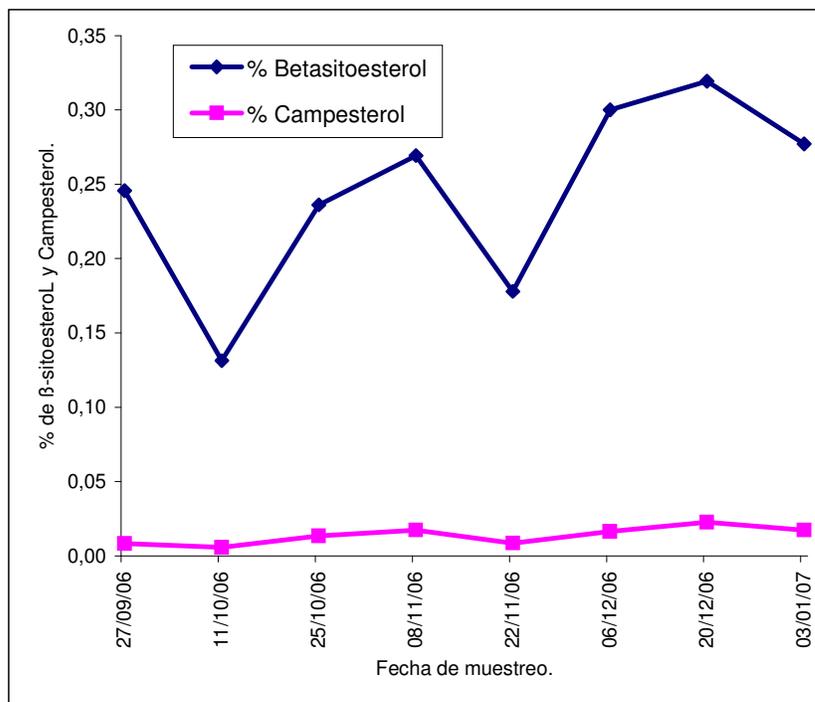


Figura 9. Evolución en el porcentaje de β -sitoesterol y Campesterol en el cv. Isabel, desde el 27 de septiembre al 03 de enero del 2006, La Palma, Quillota.

Relación entre la evolución del % de aceite y la evolución de la materia insaponificable

Solo existió en el cultivar Isabel una correlación significativa ($R=0,55$) entre la evolución del porcentaje de aceite y el de campesterol. Lo anterior, indicaría que la formación de los componentes no saponificables no tiene relación directa con el nivel de aceite de los frutos de palta.

Relación entre la evolución de materia insaponificable y la evolución de ácidos grasos.

De igual manera, sólo en el cv. Isabel se presentó una correlación significativa entre la evolución del ácido palmitoleico y linoleico con los componentes insaponificables ($R=0,60$ y $0,58$, respectivamente) indicando que tampoco existe relación directa entre la evolución de los ácidos grasos y las materias insaponificables.

4. Conclusiones

Durante el desarrollo de frutos de palta cvs. Hass, Fuerte e Isabel, existe evolución de ácidos grasos y de materia insaponificable medida como β -sitoesterol y Campesterol, desde el momento en que se alcanza el mínimo contenido de aceite para un nivel aceptable de palatabilidad.

Frutos de palto cvs. Hass, Fuerte e Isabel, presentan un alto porcentaje relativo de ácido oleico, seguido del ácido linoleico, palmítico, eláidico y palmitoleico, predominando relaciones relativamente débiles entre la evolución del contenido de aceite y la evolución de los ácidos grasos mencionados.

Frutos de palto cv. Hass e Isabel, presentan altos porcentajes de relativos de β -sitoesterol.

5. Literatura Citada

AOAC. 1990. Official Methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. 1067p. 14th ed. AOAC, Washington D.C, USA.

Appleman, D. and L. Noda. 1941. Biochemical studies of the Fuerte avocado fruit; a preliminary report. California Avocado Society Yearbook. 42: 60-63.

Bontá, A. 2006. Evolución de maduración de frutos de cultivar Isabel (*Persea americana* Mill.), injertados sobre patrón Mexícol. Taller de Titulación Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 60 p.

Egan, H., R. Kirk y R. Sawyer. 1988. Análisis químico de alimentos de Pearson. 585 p. Compañía editorial continental. México D.F., México.

- 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 de desarrollo hasta madurez fisiológica. Taller Licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 59p.
- Fierro, A., Y. Vázquez, M. Reyes y S. Sepúlveda. 2005. Determinación cuantitativa del β -Sitoesterol presente en vegetales de la dieta. Posibles implicancias para su uso preventivo en poblaciones susceptibles. Disponible en www.cia/vol2_n2/articulos/investigación.pdf. Leído el 5 de junio del 2007.
- González de Pedro, J. 2005. Aceite de aguacate. Disponible en www.farmaciaserra.com/Revista/Artículo_Pr.asp. Leído el 20 de junio del 2005.
- Hendriks, H., J. Weststrate, T. Van Vliet y G. Meijer. 1999. Spreads enriched with three different levels of vegetable oil sterols and the degree of cholesterol lowering in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. Available at www.esterolesvegetales.com/conceptos.basicos.html. Accessed on december 20, 2006.
- Human, T. 1987. Oil as a byproduct of the avocado. South African Avocado Growers Soc. Yearbook. 10: 159-162.
- Inoue, K. y A. Tateishi. 1995. Ripening and fatty acid composition of avocado fruit in Japan. pp. 366 - 367. In: Blumenfeld, A; Besser, M and Ben-Ya'acov, A. Israelitas. (eds). World Avocado Congress III. 7 - 10 de octubre de 1995. Israel.
- Latorre, F. 1994. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cultivares Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell. Taller de titulación Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 69p.
- Licata, M. 2007. Lípidos-Grasas en la nutrición. Disponible en www.monografias.com/trabajos16/lipidos/lipidos.shtml. Leído el 20 de junio del 2007.
- Olaeta, J., F. Gardiazábal, O. Martínez. 1986. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad en frutos de Palto (*Persea americana* Mill.). Agricultura técnica (Chile) 46(3): 365-367.

- Olaeta, J. 1991. Industrialización de paltas. In: Curso internacional, producción, poscosecha y comercialización de paltas 1 – 6 p. Viña del Mar. 2 al 5 oct. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.
- Olaeta, J. y P. Undurraga. 1995. Estimación del Índice de Madurez en Paltas (*Persea americana* Mill.). Post Harvest Technologies Proceeding Guanajuato México Pág. 421 - 425.
- Olaeta, J., P. Undurraga y M. Schwartz. 1999 Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte y Hass cultivados en Chile. Revista Chapingo Vol V esp. 117-122.
- Saavedra, S. 1995. Evolución de parámetros físico químicos y sensoriales en paltas cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 47p.
- Torres, S. 2005. La palta. Información nutricional. Disponible en www.aadynd.org.ar/comunidad/detalle_inf.php?id=46 - 14k. Leído el 4 de julio del 2007.
- Undurraga, P., J. Olaeta y F. Gardiazábal. 1987. Seasonal changes on chemical and physical parameters in six avocado (*Persea americana* Mill.) cultivares grown in Chile. South African. Avocado Growers. Association Yearbook.
- Vergara, D. 2005. Tu vida sana. Disponible en www.aperitivochile.cl. Leído el 19 de octubre del 2006.
- Zamora, C. 2005. El aceite de palta. Disponible en www.manqueley.cl/esp/productos/aceite.html. Leído el 18 de junio del 2007.