

## **EVOLUCIÓN DE LA MADUREZ DE FRUTOS DEL CULTIVAR ISABEL (*Persea americana* Mill.), INJERTADOS SOBRE PATRÓN MEXÍCOLA**

P. Undurraga<sup>1</sup>, J. A. Olaeta<sup>1</sup> y A. Bontá<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma, Quillota, Chile. Correo electrónico: [pundurra@ucv.cl](mailto:pundurra@ucv.cl)

La Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ha desarrollado un nuevo cultivar de palto "Isabel", con atractivas características para el consumidor. Frutos del cv. Isabel, injertados sobre patrón "Mexícola", fueron recolectados cada 10 días, entre abril y octubre del 2005, con color de epidermis verde oscuro, a fin de establecer el porcentaje mínimo de aceite para su cosecha comercial. En cada periodo de recolección, a una parte de los frutos, se les midió el porcentaje de aceite, porcentaje de humedad y peso. Esto para establecer la curva de correlación entre aceite y materia seca. Posteriormente, al otro grupo de frutos, se les dejó ablandar en antecámara (temperatura ambiente) hasta 1,84 k de resistencia de la pulpa a la presión, midiéndose: diámetro polar y ecuatorial, color de pulpa, epidermis y testa de la semilla, fibrosidad, relación semilla pulpa, pudrición interna, defectos de epidermis, pérdida de humedad y palatabilidad, ésta última evaluada mediante panel de evaluación sensorial. Se determinó una curva de correlación entre las variables aceite y humedad de,  $y = 89,0104 - 1,01018 x$  (porcentaje de humedad). El porcentaje mínimo de aceite determinado para cosecha fue de 12.81% (24.21% materia seca). El fruto posee un porcentaje de semilla alto (19,62%). Se registró una disminución del periodo de ablandamiento, pérdida de humedad y firmeza de los frutos en la temporada, en cambio, el peso, diámetro ecuatorial y polar no tuvieron variaciones. La palatabilidad se incrementó a medida que se retrasaba la cosecha.

Palabras clave: porcentaje de aceite, materia seca, cosecha, fibrosidad, palatabilidad, correlación aceite/humedad.

## **MATURITY EVOLUTION OF ISABEL AVOCADO FRUITS (*Persea americana* Mill.), GRAFTED ON MEXICOLA STOCK**

P. Undurraga<sup>1</sup>, J. A. Olaeta<sup>1</sup> and A. Bontá<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma, Quillota, Chile. Correo electrónico: [pundurra@ucv.cl](mailto:pundurra@ucv.cl)

The Faculty of Agronomy of Pontificia Universidad Católica de Valparaíso has developed a new cultivar of Isabel avocado, with appealing characteristics for consumers. Fruits from the Isabel cultivar grafted on Mexicola rootstock were collected every 10 days, between April and October 2005, with dark green skin, in order to determine minimum oil percentage for commercial harvest. During every harvest period, part of the fruits were analyzed to determine percentage of oil, percentage of moisture and weight in order to establish the correlation curve between oil and dry matter. Subsequently, the rest was left to soften in anteroom (at room temperature) with up to 1.84 K of pulp resistance to pressure, determining: polar and equatorial diameter, pulp colour, skin and seed coat,

fibrosity, seed-pulp relation, internal rot, skin blemish, loss of moisture and palatability, with the latter being assessed through a sensory evaluation panel. A correlation curve between variables of oil and moisture was determined:  $y = 89.0104 - 1.01018 x$  (percentage of moisture). The minimum percentage of oil determined for harvest was 12.81% (24.21% dry matter). The fruit has a high seed percentage (19.62%). A decrease of the softening period, loss of moisture and firmness of the fruits were reported in the season; whereas weight, equatorial and polar diameter did not show any variations; which means fruits reach their final size early in the season. Palatability increased as harvest time delayed.

**Key words:** oil percentage, dry matter, harvest, fibrosity, palatability, oil/moisture correlation.

## 1. Introducción

En búsqueda de nuevas variedades que cumplan con características que sean atractivas para el mercado y que mejoren ciertas aptitudes propias de la especie, la Facultad de Agronomía de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ha desarrollado un nuevo cultivar de palto llamado Isabel (Zúñiga, 1998). Este cultivar, aparentemente un híbrido entre los cv. Hass y Bacon, se caracteriza por tener una fruta de color verde intenso que vira a negro en su madurez, una mayor resistencia al frío y alcanzar un porcentaje de aceite adecuado para su exportación en un menor tiempo que Hass. Posee pulpa amarilla con tonos verde amarillentos cerca de la piel. Su textura es bastante suave y cremosa con un tenue dulzor y su sabor se ha calificado como agradable y muy semejante a Hass (Zúñiga, 1998).

El fruto de la variedad Isabel es de tamaño mediano a grande, de forma algo ovoide en su estado de madurez, su peso promedio es de 300 g y la temporada de cosecha es prolongada iniciándose a finales del mes de julio, un poco más temprano que Hass, y terminando a finales del mes de enero (Zúñiga, 1998).

En Chile, el portainjerto más usado en paltos es el proveniente de semilla de la raza mexicana lo que además de conferir ciertas características propias a la producción, también, por ser de semilla, da una alta heterogeneidad a la producción cada año y obliga a buscar alternativas para producciones más estables como patrones (Castro *et al.*, 2003).

Según Kadman y Ben-Ya'acov (1976), también existe un claro efecto del portainjerto en el porcentaje de aceite acumulado en el fruto. Cada cultivar presenta curvas características debido a que existen diferencias entre las tasas de incremento del contenido de aceite, como también en las tasas de disminución del contenido de humedad. A su vez, para que la palta tenga una palatabilidad aceptable, ésta debe haber alcanzado su madurez fisiológica al momento de la cosecha, de esta manera podrá llegar a su madurez de consumo con un buen sabor y calidad (Olaeta y Undurraga, 1995).

Hofman *et al.*, (2002), afirman que en el caso de las paltas, el contenido de aceite es el mejor indicador de madurez disponible hoy en día.

El método estándar para analizar el contenido de aceite, está basado en el método de Soxhlet, con extracción con éter de petróleo. Sin embargo, se puede estimar aceite de forma fácil, mediante una ecuación de regresión lineal simple, lo que es práctico, rápido y no tan sofisticado como el método Soxhlet (Lee, 1981). En Chile, éste último método se ha puesto en práctica en casi todos los cultivos de palta existente, dando excelente resultado para predecir el momento de cosecha de la palta (Olaeta y Undurraga, 1995), sin embargo no ha sido corroborado para el cv. Isabel.

En el presente ensayo se estudió y determinó el porcentaje mínimo de aceite como medio de cosecha para el cv. Isabel, de forma que asegure una palatabilidad aceptable durante la madurez de consumo.

## 2. Materiales y métodos

Frutos de palta cv. Isabel se recolectaron de 6 árboles previamente marcados, injertados sobre patrón Mexícola, de 8 años de edad, en 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).

Los árboles, con una carga aproximada de 60 frutos, fueron agrupados en tres, constituyendo cada grupo de dos árboles una repetición, siendo los tratamientos las diferentes fechas de recolección.

Las paltas fueron cosechadas cada 10 días, entre abril y octubre del 2005, en forma aleatoria, con una coloración de epidermis verde oscura, siendo procesadas en el Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Agronomía. En los primeros muestreos se recolectó un fruto por repetición (tres en total), determinando porcentaje de aceite (A.O.A.C, 1980) y porcentaje de humedad (A.O.A.C, 1980) y, además, evaluando diámetro polar y ecuatorial (pie de metro Vernier manual).

Luego, con niveles de aceite cercano al 8%, se recolectaron cuatro frutos por repetición (12 total); uno para obtener porcentaje de aceite, humedad, diámetro y tres para cuantificar, después de un período de ablandamiento (temperatura ambiente) hasta alcanzar 1,84 k de resistencia de la pulpa a la presión (penetrómetro de vástago 8 mm de diámetro), las variables: peso (balanza electrónica PRECISA 3100C), color de pulpa, epidermis y de testa en la semilla (colorímetro MINOLTA CR-200; valores expresados en CIElab modificados por Mc Guire, 1992), pérdida de peso (diferencia de peso entre cosecha y consumo) y fibrosidad, relación semilla pulpa y pudrición interna por observación visual. Además, se realizó un panel de evaluación sensorial, en el cual se evaluó: sabor, aroma, textura, apariencia y fibrosidad, con la siguiente escala de clasificación: 0 (muy desagradable) y un valor máximo de 8 (muy agradable), determinándose la

fecha en la cual cada uno de estos parámetros alcanza su mejor nivel organoléptico y que corresponde al momento en que a lo menos el 80% de los jueces, hubiesen catalogado las muestras dentro de la categoría 6 o superior (agradable - muy agradable).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la variable independiente X (porcentaje de humedad) y la variable dependiente Y (porcentaje de aceite). Se aplicó el test de Fischer ( $p \leq 0.05$ ), para comprobar la representatividad del modelo.

### 3. Resultados y discusión

Respecto del contenido de aceite, se demostró que existe una evolución progresiva de los porcentajes de aceite a través de las fechas de muestreo (Figura 1). Esto concuerda con Martínez (1984), quien señala que a medida que el fruto se desarrolla, se incrementa significativamente el contenido de aceite, resultando una curva característica para cada cultivar. Al comparar la evolución de aceite del cv. Isabel con las curvas obtenidas por Martínez (1984), Esteban (1994) y Saavedra (1995) en el cv. Hass, se aprecia que poseen el mismo patrón de acumulación de aceite, sin embargo, el cv. Isabel alcanza mayores niveles de aceite en menor tiempo, ya que lo obtenidos en Hass varía entre 12 y 15% después del 31 de diciembre, en cambio el cv. Isabel, al 21 de septiembre alcanza niveles cercanos al 13%. Con esto, se podría cosechar fruta antes que la mayoría de las variedades de piel negra, para ingresar temprano al mercado.

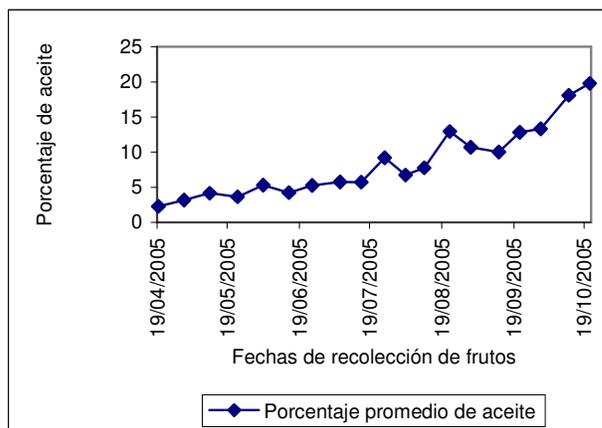


Figura 1. Evolución estacional del porcentaje de aceite en frutos de palto cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

Los porcentajes de aceite mínimos y máximos registrados durante la temporada en el cv. Isabel, corresponden a 2.29% el 19 de abril y 19.78% el 21 de octubre.

En cuanto a la variación del contenido de humedad y materia seca, existe una tendencia a la disminución del porcentaje de humedad desde la primera semana de agosto en adelante (Figura 2), y un aumento en el contenido de materia seca, el que se debe, posiblemente, a que las temperaturas máximas registradas en la

Estación Experimental La Palma durante las dos primeras semanas de agosto fueron 20.7°C promedio, en cambio, en las dos últimas semanas de julio fueron de 16°C promedio. Kaiser *et al.* (1992), afirman que el contenido de aceite también puede estar relacionado con las temperaturas máximas del huerto.

El valor máximo del porcentaje de materia seca se obtuvo el día 21 de octubre, siendo éste de 29.73% promedio, el cual corresponde a un 70.27% de humedad promedio y 19.78% de aceite. El valor mínimo promedio de materia seca fue de 15.32% el 30 de abril, con 81.06% de humedad y 3.25% de aceite en promedio.

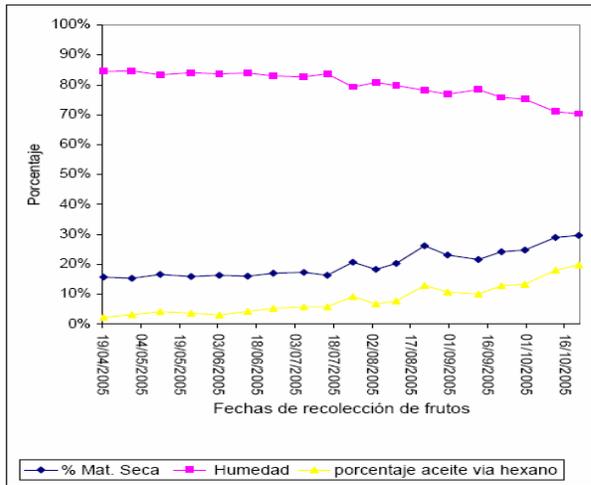


Figura 2. Variación estacional de los porcentajes de humedad, aceite y materia seca en frutos de palto cv Isabel, injertado sobre patrón Mexícola.

Para el análisis de regresión y coeficientes de correlación, se evaluaron los parámetros porcentaje de humedad y de aceite, determinándose que el contenido de humedad está relacionado en forma inversamente proporcional con el contenido de aceite (Figura 3). De esta forma, se estableció la siguiente curva de correlación:

$$Y = 89.0104 - 1.01018 * X$$

Siendo:

Y: porcentaje de aceite

X: porcentaje de humedad

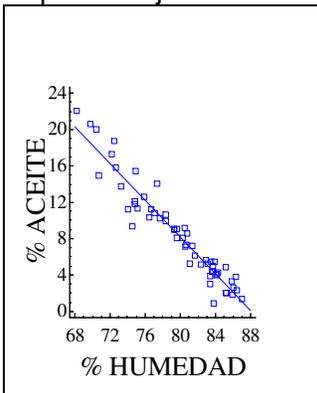


Figura 3. Curva de regresión entre el porcentaje de aceite y humedad en frutos de palto cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

El coeficiente de determinación calculado fue de:  $R^2 = 91.9542$ .  $R^2$  indica que el modelo explica el 91.9542% de la variabilidad en Y.

El coeficiente de correlación calculado fue:  $R = -95.5893$ . Lo anterior indica que el grado de asociación entre las variables aceite y humedad es alta e inversa.

Referente a la variación estacional del tamaño, se obtuvo que el peso de los frutos del cv. Isabel se mantiene casi constante durante la temporada, presentando una variación entre los 250 y 300 g (Figura 4). Esto indica que desde muy temprano en la temporada, los frutos alcanzan su tamaño definitivo, probablemente influido por el tamaño del carozo.

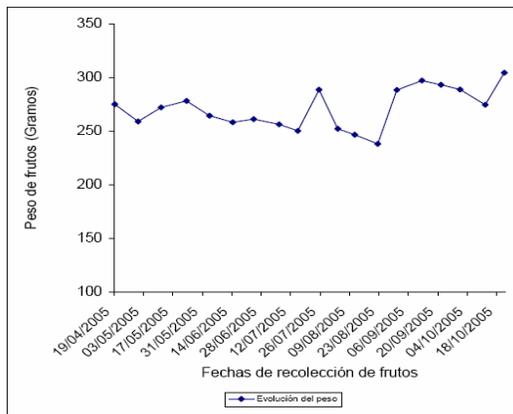


Figura 4. Evolución del peso del fruto de palto cv. Isabel, injertado sobre patrón Mexícola.

El diámetro polar mínimo y máximo registrado en este cultivar fue de 7 y 15.1 cm respectivamente, mientras que los diámetros ecuatoriales variaron entre 5.8 y 7 cm, lo que resulta superior a los cv. Hass y Bacon, en el diámetro polar y menor en el ecuatorial, comparado con los datos de Martínez (1984), quien atribuye a Bacon un diámetro ecuatorial de hasta 10 cm.

La fecha establecida como idónea para realizar la cosecha en cv. Isabel fue el 21 de septiembre, fecha en que la fruta perdió un 5.57% de humedad (Figura 5). Los resultados obtenidos por Martínez (1984), así como Olaeta y Undurraga (1995) en las variedades Hass y Bacon, basado en la fecha idónea con que se deben cosechar esas variedades hasta la madurez de consumo, determinaron que el porcentaje de pérdida de humedad para Hass y Bacon fue de 4.2% y 5%, respectivamente.

Luza (1992) plantea que para que la fruta se vea afectada, el porcentaje de pérdida de humedad debe ser superior al 10%. De esta forma, los frutos de los cultivares Isabel, Hass y Bacon no se verían afectados en apariencia para su comercialización.

Para la variable resistencia de la pulpa a la presión, se determinó que el valor máximo promedio se registró el 3 de agosto con un 6,73 % de aceite, siendo de 3.17 y 3.25 K para la zona proximal y distal, respectivamente. Para las fechas posteriores los valores promedio, tanto en la zona distal como proximal, fluctuaron entre 1.38 y 2.3 K, obteniendo un valor promedio mínimo el 30 de septiembre de 1.38 K, para cada zona. Lo anterior, indica que a medida que transcurren las fechas de muestreo y se incrementan los contenidos de aceite, se produce una disminución en la firmeza de la pulpa (Figura 6). En este sentido, Latorre (1994) y Saavedra (1995) señalan que los frutos de palto, al transcurrir las fechas de recolección, presentan una disminución en la firmeza de la pulpa.

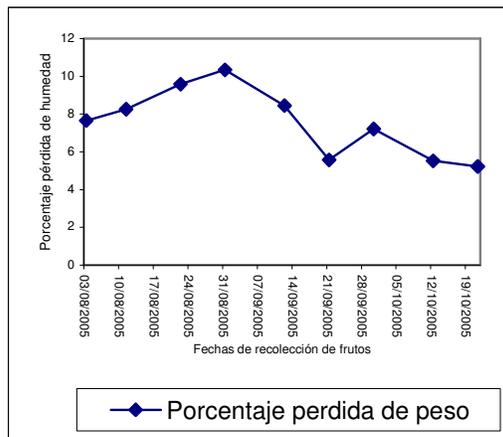


Figura 5. Evolución del porcentaje de pérdida de humedad entre la fecha de recolección y madurez de consumo, en frutos de palto cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

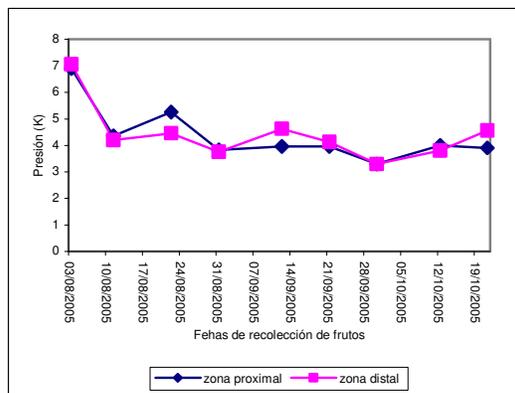


Figura 6. Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión (K) en la zona distal y proximal de paltas cv. Isabel, en madurez de consumo, durante las fechas de recolección.

Referente las curvas obtenidas de la zona apical y distal del fruto, no se evidenciaron diferencias entre ellas, con un patrón de evolución muy similar en ambas, lo que indicaría una madurez de forma homogénea, lo que es una característica atractiva para su comercialización.

En relación a la fibrosidad, se determinó que durante todas las fechas de muestreo fruta del cv. Isabel no presenta fibra a nivel de pulpa, característica compartida con la variedad Hass. Este atributo es apreciado y relevante para su comercialización, ya que el consumidor prefiere la fruta con ausencia de fibra.

En cuanto a la relación semilla / pulpa, se determinó que el tamaño de las semillas es grande en comparación al fruto, ya que la máxima relación semilla/pulpa corresponde a 19.62% promedio (Figura 7). Lo anterior, coincide con Zúñiga (1998), el cual describe una semilla grande en comparación al fruto, representando entre un 15 y un 20% del peso total.

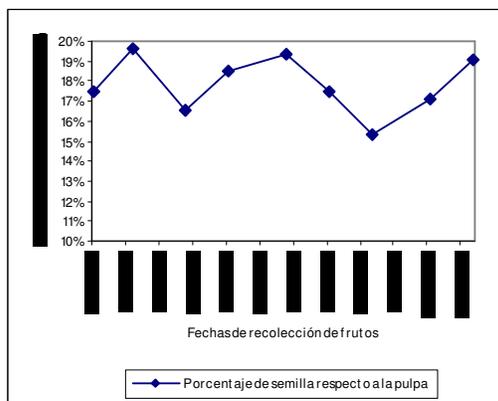


Figura 7. Relación semilla /pulpa durante el desarrollo de frutos de palto cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

Para la variable desórdenes patológicos, se determinó que entre el 3 y 31 de agosto, al menos una repetición por tratamiento mostró síntomas de pudrición blanda de color café oscuro que comprometió la pulpa del fruto desde la periferia hacia adentro, situación que no se presentó en los muestreos posteriores. En laboratorio, se detectó en forma consistente *Fusicoccum* sp. Su incidencia en frutos del cv. Isabel, en el mes de agosto, pudo deberse a lluvias frecuentes, (89.5 mm total) en dicho mes, y a que la fruta fue cosechada sin pedúnculo, condición predisponente al hongo, que penetra principalmente por heridas.

El color de la semilla, pulpa y epidermis, poseen un patrón de evolución muy similar, presentando las tres variables, desde el 21 de septiembre en adelante (momento idóneo para cosecha), cambio de color a la cosecha, virando a tonalidades más oscuras, que se intensifican a la madurez de consumo. Según lo anterior, el color de la epidermis, conjuntamente con el de la pulpa, podría ser utilizado como estimador de cosecha en palta cv. Isabel. Lee (1981), afirma que en muchos tipos de frutos se produce un apreciable cambio en el color a medida que avanza la madurez, por lo que, el cambio en la reflexión o transmisión del color puede ser usado como índice de madurez de consumo.

Para establecer la mejor época de cosecha, de acuerdo al análisis sensorial, se consideró, para cada variable, que sobre el 80% de los jueces, hubiesen

catalogado las muestras dentro de la categoría 3 (agradable - muy agradable). Posteriormente al tener la fecha idónea para cada variable, se designó una fecha única (Cuadro 1). Por lo tanto, conjugando las variables evaluadas y el panel sensorial se pudo determinar que el porcentaje de aceite mínimo con que se debería cosechar el cv. Isabel para un palatabilidad aceptable, corresponde a 12.81% de aceite con una humedad de 75.78% y 24.21% de materia seca.

Cuadro 1. Cuadro resumen de la fecha de cosecha, en la cual cada una de las variables evoluciona correctamente hacia la madurez de consumo, en frutos del cv. Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

VARIABLE	FECHA IDÓNEA
Sabor	21/9/2005
Textura	21/9/2005
Aroma	30/9/2005
Apariencia interna	12/9/2005
Apariencia externa	31/8/2005
Fibrosidad	12/9/2005

#### 4. Conclusiones

La curva de correlación entre las variables aceite y humedad para el cultivar Isabel injertados sobre Mexícola es  $Y = 89.0104 - 1.01018 * X$ .

El porcentaje mínimo de aceite para asegurar una palatabilidad aceptable en fruta del cv. Isabel injertado sobre Mexícola, es de un 12.8% de aceite, un 24.2% de materia seca y 75.7% de humedad.

Los frutos del cv. Isabel injertados sobre patrón Mexícola poseen una alta relación semilla / pulpa, condición desfavorable para su comercialización.

#### 5. Literatura citada

A.O.A.C, 1980. Official Methods of Analysis, 13<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 376-384.

Castro, M.; Fassio C.; Darroy N. y Ben-Ya'acov A., 2003. Determinación de rangos de variabilidad en los niveles de producción de palto cv Hass sobre portainjertos de semilla de la raza mexicana en Chile Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 155-160.

Esteban, P. 1994. 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 Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso Facultad. Agr. 54p.

- Hofman, P.; Fuchs, Y. and Milne, D. 2002. Harvesting, Packing, postharvest, technology, transport and processing. In: WHILEY, A ; SHAFEER, B and WELSTENHOLME. T avocado: Botany, Produccion and uses. Nalleingford, cab publishing. Pp: 363-401
- Kadman, A. and Ben-Ya'acov, A. 1976. Selection of avocado rootstocks for Saline conditions. Acta Hort. 57: 189-197.
- Kaiser, C.; Smith, M. and Wolstenholme, B. 1992. Overview of lipids in the avocado fruit, with particular reference to the Natal Midlands. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 15: 78-82.
- Latorre, F. 1994. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cvs. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell, Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. 69p.
- Lee, S. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. California Avocado Society Year Book. 65: 101-109.
- Luza, J. 1992. Ultrastructure and Cytology of the Postharvest Avocado (*Persea* Mill) Fruit. Proc. of second world avocado congress 1992. pp. 443-448.
- Mc Guire, R. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27(12): 1254-1255.
- Martínez De Urquidí, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. 83p.
- Olaeta, J.; y Undurraga, P. 1995. Estimación del índice de madurez en Paltos (*Persea americana* Mill ). Tecnologías de Cosecha y Postcosecha de frutas y hortalizas. Procedimientos de la Conferencia Internacional. Guanajuato, México, 20 - 24 Febrero. Pág. 421 - 426.
- Saavedra, S. 1995. Evolución de parámetros físico-químicos y sensoriales en paltas cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Taller licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 59p.
- Zúñiga, J. 1998. Caracterización morfológica y organoléptica de un nuevo clon de palto. (*Persea americana* Mill). Taller licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 80p.