

Efecto del calibre y la altura del fruto dentro del árbol sobre el contenido de aceite, en palta (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Fuerte.

Autor: Raúl Hernán Jaque Espinoza.

Profesor Guía: Pedro Undurraga Martínez.

Resumen

La cosecha de frutos de palta (*Persea americana* Mill.) se basa en estándares mínimos de materia seca, como estimador del contenido de aceite. Es relevante conocer cuáles y en qué zonas del árbol se encuentran los frutos de menor nivel de madurez, pues aquellos frutos deben ser muestreados y analizados para determinar el momento de la cosecha.

Con el objeto de determinar si existe diferencia de madurez entre los frutos, en cv. Hass y cv. Fuerte, se realizó la medición de contenido de aceite en frutos de calibre grande (promedio 220 g) y calibre pequeño (promedio 140 g), en dos alturas dentro del árbol, bajo de 2 m y sobre 3 m.

Se realizaron nueve fechas de muestreo, cada 14 días. El cv. Hass desde 19 de julio hasta el 8 de noviembre y cv. Fuerte desde el 14 de junio hasta el 4 de octubre del 2005.

Luego del análisis se determinó que el calibre es significativo en algunas fechas para el cv. Fuerte, donde la fruta más grande tiende a ser más madura que la pequeña. En cinco de las nueve mediciones la fruta grande tiene mayor porcentaje de aceite. Sin embargo, para el cv. Hass, el calibre no es significativo.

La variable altura dentro del árbol no es significativa en la madurez de los frutos, en ambos cultivares.

Además de esto se determinó que la variable diámetro ecuatorial del fruto está altamente relacionada con el peso, con R^2 0,91 en cv. Hass y 0,83 en cv. Fuerte.

Al contrario de lo anterior, la variable diámetro ecuatorial y el porcentaje de aceite presenta una relación muy baja, donde el R^2 es de 0,063 en el caso de cv. Hass y 0,075 para cv. Fuerte.

Author: Raúl Hernán Jaque Espinoza.

Advisor: Pedro Undurraga Martínez.

Abstract

Avocados (*Persea americana* Mill.) are harvested using standards for minimum dry matter as an indicator of oil content. It is important to determine where the least mature avocados are found within the canopy, so that they can be sampled and analyzed to determine harvest dates.

With this objective, and also to determine if there were differences in fruit ripening of the Hass and Fuerte varieties, the oil content of both large (220 g on average) and small (140 g on average) avocados was measured, taken from two canopy heights, either below 2 meters, or above 3 meters.

Samples were collected on 9 dates in 2005, every 14 days, from July 19th to November 8th, for Hass, and from June 14th to October 4th, for Fuerte.

It was determined that the weight was significant for some of the sample dates for Fuerte, where the larger fruit tended to be more mature than the smaller fruit. On 5 of the 9 dates sampled, the larger fruit had higher oil levels. However, for Hass avocados, the size was not significant.

The height of the fruit in the tree canopy was not significant for maturity levels in either variety.

It was also concluded that the diameter of the fruit was highly correlated with the weight, with an R^2 value of 0.91 for Hass, and 0.83 for Fuerte. On the contrary, the equatorial diameter had a very low correlation with the oil content, with an R^2 value of 0.063 for Hass, and 0.075 for Fuerte.

1. INTRODUCCIÓN

El Palto (*Persea americana Mill.*) es una especie frutal de hoja persistente que se cultiva en Chile desde la I a la VII Región. En el 2003, la superficie estimada era aproximadamente de 25000 hectáreas, siendo la V Región la principal con 14930 hectáreas, que equivalen al 60% del total nacional (GÁMEZ, 2004).

Chile presenta claras ventajas para la producción de paltas. La condición climática mediterránea seca, la calidad y disponibilidad de agua y suelos, la alternativa de cultivo en altas pendientes, la baja incidencia de plagas y las buenas condiciones para la producción de fruta de alta calidad y buena condición, son factores importantes a considerar. Adicionalmente, la capacidad empresarial, técnica y de gestión en Chile han sido la base para el éxito hasta ahora alcanzado (MAGDAHL, 2004).

El calibre, que está relacionado con el peso del fruto, es sumamente importante en la industria moderna. No sólo es necesario alcanzar grandes volúmenes de fruta, sino que debe ser de buen tamaño, para que el negocio sea rentable (GARDIAZABAL, 2004). Entre un 5 y un 20% de la fruta en cv. Hass estaría bajo el rango exportable (COWAN, 1997).

Algunos autores como LEE (1981), establecen la estrecha relación que existe entre el contenido de aceite y el peso seco del fruto, tanto es así que el diámetro y peso de los frutos es utilizado en Florida como índice de cosecha, donde cada cultivar debe superar ciertos valores mínimos para ser cosechados.

Por su parte COGGINS (1984), considera que el tamaño del fruto da una predicción bastante pobre de madurez, ya que varía mucho entre áreas que se encuentran a corta distancia.

SAAVEDRA (1995), establece que no existe relación significativa entre las variables físicas, peso y diámetros con la madurez de los frutos.

Según el ensayo realizado por SIPPEL, CONRADIE y CLAASSENS (1992) en cv. Pinkerton, la fruta más pequeña, contrariamente a lo que se cree, tendría una madurez mayor a la fruta grande, pero también afirma que el nivel de materia seca varía entre frutos de un mismo árbol y entre frutos de árboles cercanos, concluyendo que el tamaño de la palta no puede considerarse siempre como indicador válido de madurez.

La creencia general indicaría que la fruta más grande madura antes, por lo cual se cosecha antes en la temporada (HOFMAN y JOBIN-DÉCOR, 1997).

La altura del fruto dentro del árbol tiene influencia sobre su nivel de madurez, como manifiesta MUÑOZ (2004), señalando que en la zona alta de los árboles se encuentran frutos con un nivel mayor de madurez, comparado con lo que sucede en la parte media y baja de la planta.

COWAN (1997), afirma que existe información limitada respecto a la fisiología del crecimiento del fruto, especialmente de la palta.

La importancia de conocer si existe diferencia de madurez entre los frutos, se basa en la realización de un correcto muestreo de campo para el análisis de materia seca, debiéndose evaluar aquellos frutos con un menor nivel de madurez.

De esta forma, este taller pretende encontrar información para saber de qué forma está relacionado el calibre y la altura de los frutos dentro del árbol con la madurez, y cómo evoluciona a través del tiempo, para lograr establecer de forma más precisa el muestreo de campo y apoyar una mejor decisión de cosecha de los huertos.

1.1. Hipótesis:

El calibre y la altura dentro del árbol de un fruto de palto tienen efecto sobre su madurez.

1.2. Objetivo general:

Evaluar el efecto de dos calibres y dos alturas de la fruta dentro del árbol sobre el nivel de madurez, medida en porcentaje de aceite, en cvs. Hass y Fuerte.

1.3. Objetivos específicos:

Evaluar el efecto de un calibre pequeño y uno grande sobre la evolución de la madurez, medida como contenido de aceite en frutos de cvs. Hass y Fuerte.

Evaluar el efecto de dos alturas, baja y alta, de la fruta dentro del árbol sobre la evolución de la madurez, medida como contenido de aceite en frutos de cvs. Hass y Fuerte.

Evaluar si existe un efecto combinado del calibre y altura sobre la evolución de la madurez, medida como contenido de aceite en frutos de cvs. Hass y Fuerte.

Establecer la relación existente del diámetro ecuatorial con el calibre y con el contenido de aceite en frutos de cvs. Hass y Fuerte.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales:

2.1.1. Situación actual

Según GÁMEZ (2004), información de la FAO y del USDA señala que la superficie mundial de paltos continúa en expansión y supera en la actualidad las 380 mil hectáreas, representando un incremento significativo en la última década. Los principales países productores son México (102 mil ha, 30%), seguido por EE.UU. (26 mil ha, 7%) y Chile (23,5 mil ha, 6%).

En Chile las principales variedades plantadas corresponden a Hass con un 67% y Fuerte con 8% de la superficie (SITEC, 2003).

Un 80% de la producción nacional es palta Hass, de la cual un 70% se exporta y el otro 30% va a mercado interno, mientras que de las otras variedades, solamente un 2% va a mercado externo (SITEC, 2003).

2.1.2. Características del cultivar Hass

En la actualidad, el cv. Hass es la principal variedad de palta cultivada en los principales centros de producción y también en Chile. Originada en California a partir de un árbol de semilla, es una excelente variedad con un fruto de óptima calidad (RAZETO, FICHET y D'ANGELO, 1999).

El fruto es piriforme a ovoide, su peso varía entre 180 a 360 g. La cáscara es cueruda, algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol, pero cosechada se va poniendo negra, a medida que la fruta se ablanda al madurar. La semilla es pequeña (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El contenido de aceite varía entre 15 a 20%. Madura desde agosto a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde sin que caiga del árbol. Su destino de exportación es USA y Europa (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.1.3. Características del cultivar Fuerte

Esta palta es piriforme y de color verde. Su peso medio varía entre 180 a 420 g. El largo medio es de 10 a 12 cm y su ancho de 6 a 7 cm. El contenido medio de aceite es entre 18 a 22% (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Se cosecha en Chile, desde agosto a octubre, aunque muchos huertos cosechan antes de lo recomendado. Si se deja hasta muy tarde en el árbol, se mancha y se reblandece rápidamente al cosecharla y no se puede comercializar (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.2. Desarrollo del fruto:

La curva de crecimiento de la palta en el árbol es de tipo simple sigmoidea. Durante toda la temporada hay un proceso de división y elongación celular, a diferencia de otras frutas donde la división cesa en un cierto punto y el crecimiento adicional es por elongación celular solamente (COWAN, 1997).

El crecimiento del fruto se ve mayoritariamente influido por el desarrollo de la parte comestible, a consecuencia de la división celular que se intensifica en el tiempo, dando lugar a una curva exponencial. Luego del máximo, decae la división y toma fuerza la elongación celular (AGUSTÍ, 2000).

El desarrollo del fruto compite fuertemente con raíces y brotes nuevos, reduciendo las reservas al mínimo al momento de la caída de frutos en verano (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

Efectos ambientales así como nutricionales del árbol influyen sobre el tamaño y contenido de aceite en el fruto (PALACIOS y RAZETO, 2005).

2.3. Calibre:

El calibre está relacionado con el peso de los frutos y la cantidad de frutos contenidos en un determinado peso de la caja de exportación.

CUADRO 1. Clasificación de calibres de palta cv. Hass para cajas de 11,2 kg.

Calibre	Rango Peso (g)	Peso Promedio (g)
32	330-370	350
36	296-329	311
40	252-295	280
50	205-251	224
60	171-204	187
70	150-170	160
80	149-130	140
90	129-115	124

FUENTE: LEGUA, 2002.

El tamaño final del fruto está limitado por el número de células y no por el tamaño de éstas (COWAN *et al.*, 1997).

El calibre, al depender del número de células, depende de la división celular, la cual es mayor en la primera etapa del desarrollo del fruto. Una vez cuajado, 55 a 60 días es la etapa más sensible en la división celular, cualquier estrés como alta temperatura o radiación puede producir menor calibre (COWAN, 1997).

El tamaño de la palta se ve afectado fuertemente por la competencia de fotoasimilados. Escasez de carbohidratos afecta al calibre potencial (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). En árboles con producción bienal, en un año de baja, la menor competencia de los frutos producirá mayores calibres (WHILEY y SARANAH, 1992).

Al reducir la competencia con el crecimiento vegetativo aumenta la localización de materia seca, produciendo mayores rendimientos y un mayor tamaño del fruto. Esto queda demostrado al aplicar retardadores de crecimiento en primavera (WHILEY y SARANAH, 1992).

GARDIAZABAL (2004), señala que el calibre es afectado principalmente por la cantidad de cosecha del árbol. El tamaño se puede ver incrementado reduciendo los intervalos de riego e incrementando el volumen de agua aplicado, dentro de ciertos límites.

Según SAAVEDRA (2000), restricciones hídricas fuertes no afectan de manera drástica la producción en cuanto a volumen, pero si reduce los calibres, sobre todo en el último período de crecimiento y maduración (WHILEY, 1990).

Cerca del 90% del calibre final de un fruto de palta está determinado a las 26 semanas después de cuaja (MARTINEZ *et al.*, 2003).

La fruta pequeña en cv. Hass, sería más madura porque proviene de una antesis anterior en la temporada a la del fruto más grande, creciendo más lento, pero acumulando materia seca por un mayor tiempo. Además, la fruta que presenta daños, como quemaduras por sol, es más pequeña y presenta un nivel de madurez mayor al normal (HOFMAN y JOBIN-DÉCOR, 1997).

SIPPEL, CONRADIE y CLAASSENS (1992), en un ensayo realizado en Sudáfrica en cv. Pinkerton, explica que la fruta cuajada tardíamente tiene mejores temperaturas en primavera, por lo tanto mejores condiciones para la división celular, y de esta forma frutos de mayor tamaño. Pese a estos resultados, señalan que la floración de cv. Pinkerton en Sudáfrica es muy extensa, de junio a diciembre, y el nivel de materia seca varía mucho en frutos del mismo árbol y entre árboles cercanos, por lo tanto el tamaño del fruto no puede considerarse siempre como indicador de la madurez.

La intensidad de luz y temperatura afectan el desarrollo del fruto. En la cara norte de un árbol la fruta es de mayor tamaño que la fruta del lado sur (BERTLING y COWAN, 1998).

2.4 Altura:

Según MUÑOZ (2004), entre las distintas ubicaciones de los frutos dentro del árbol, solamente hay diferencia en el nivel de madurez respecto a la altura de éste, no existiendo diferencias en la ubicación geográfica, tanto para cv. Hass como para cv. Fuerte. Esta diferencia de madurez causada por la altura, se debe a la mayor cantidad de horas de radiación que recibe diariamente la zona superior del árbol, en comparación a las zonas bajas.

HOFMAN y JOBIN-DÉCOR (1997), afirman también que la orientación del lado de donde se cosecha la fruta no tiene incidencia sobre el contenido de materia seca en paltas, contrariamente lo que ocurre en otras especies como mango (*Mangifera indica* L.) o lychee (*Litchi chinensis*). Ésto puede deberse a que en huertos “emboscados” no hay distribución de la luz normalmente.

Las hojas desarrolladas en la sombra producen menos fotosíntesis neta, pudiendo consumir la mitad de los carbohidratos sintetizados (GIL, 1999).

VERA (1997), señala que una alta cantidad de hojas y ramas improductivas, que actúan más como órganos consumidores y no como productores de fotoasimilados, producirían una reducción en los calibres.

Además de afectar el calibre de los frutos, baja la concentración de aceite que se produce de los carbohidratos sintetizados al existir mayor competencia por ellos (MUÑOZ, 2004).

2.5 Contenido de aceite:

Al madurar el fruto hay un incremento en el contenido de aceite, disminución de la humedad y una mayor palatabilidad (MARTÍNEZ, 1984). Lo mismo afirma BELMAR (1996), quien trabajó cv. Edranol y cv. Bacon, en distintas localidades. Resultados similares en los ensayos de ESTEBAN (1993) y RAMILA (1994).

El contenido de humedad o materia seca resulta ser el mejor estimador del contenido de aceite en el fruto. El nivel mínimo de materia seca con que deben cosecharse los frutos de cada cultivar a 18% en Fuerte y 26% en Hass (MARTÍNEZ, 1984).

El contenido de aceite en las paltas se ve afectado por varios factores, siendo los principales el cultivar, las condiciones agroecológicas en que se cultiva el árbol y el estado de desarrollo del fruto (CARO, 1998).

Desde 1925, un estándar mínimo de aceite de 8% se ha utilizado en la industria del palto de California, pero es demasiado bajo. Además la medición de aceite es cara y dificultosa, por ello la medición de materia seca es más fácil y es un buen indicador de madurez (LEE, 1981). A partir de la década de los ochenta, en California, Estados Unidos, se comenzó a utilizar porcentajes mínimos de aceite mayores y diferentes para cada variedad, correspondiendo 10% para cv. Fuerte y 11,2% para cv. Hass (ARPAIA, 1990).

2.6 Índice de cosecha:

Es importante identificar la madurez mínima que asegure calidad aceptable cuando el fruto madure (HOFMAN y JOBIN-DÉCOR, 1997). Una fruta inmadura es de baja calidad, mal sabor y desagradable apariencia y textura. Se deshidrata más rápido y es susceptible a daños fisiológicos. Por su parte, la fruta sobremadura ablanda rápidamente y no logra madurar completamente (ARPAIA, 1990).

El mercado con mejores precios es el norteamericano y la ventaja de Chile es que cosecha fruta cuando su oferta es baja. Los mejores precios se alcanzan a inicios de temporada, lo que incentivaba a muchos productores a enviar fruta inmadura, lo cual daña la imagen de la industria de palta chilena (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite, se usa como índice de madurez en California y en la mayoría de las áreas productoras de palta en el mundo; el mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25%, dependiendo del cultivar (19.0% para cv. Fuerte, 20.8% para cv. Hass y 24.2% para cv. Gwen) (KADER y ARPAIA, 2002).

En Chile, en el cv. Hass, los frutos no deben cosecharse con menos de 26% de materia seca, correspondiendo a 11% de aceite en los frutos. La calificación de “muy agradable” por parte de los jueces del panel sensorial se alcanza con 32% de materia seca, que equivale a cerca de 14,5% de aceite (ESTEBAN, 1993).

Para cv. Fuerte, según el ensayo realizado por LATORRE (1994) para la zona de Quillota, el nivel mínimo de materia seca con que deben cosecharse los frutos para que tengan una palatabilidad al menos “aceptable”, no debe ser inferior al 22,14% que corresponde a un 10,5% de aceite aproximadamente. El nivel “muy agradable” en este ensayo corresponde a un 16,05% de aceite en los frutos.

Las variedades que se cultivan en Florida, Estados Unidos, tienen un menor contenido de aceite y se cosechan en base al número de días después de la plena floración ("fecha de calendario") (KADER y ARPAIA, 2002). Sin embargo, no es aplicable a otras zonas, pues en Florida todos los huertos están cercanos unos a otros, presentando condiciones climáticas constantes (ARPAIA, 1990).

Entre otros índices estudiados, KAISER, LEVIN y WOLSTENHOLME (1995) evaluaron la actividad de la enzima Pectina Metilesterasa (PME), responsable del inicio del proceso de maduración, podía ser utilizado como indicador de madurez. Sin embargo, la acción de esta enzima explicaría sólo cerca del 25% de la firmeza del fruto.

Si la fruta pequeña es más madura que la grande debiese muestrearse esta última para asegurar que toda la fruta tiene el nivel mínimo requerido a la cosecha. Además debe muestrearse una cantidad de paltas adecuada, al menos 10 frutos por sector, uno por árbol para evitar el error que se produce al haber una alta variación de materia seca en frutos cercanos. Así mismo, debe eliminarse los frutos que presenten daños (HOFMAN y JOBIN-DÉCOR, 1997).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo:

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en La Palma, Comuna Quillota, V Región, Chile (32° 5CT latitud sur y 71° 13'longitud oeste), entre los meses de marzo y diciembre del 2005.

El estudio consta de dos ensayos:

- Ensayo 1: se utilizó el cv. Hass y la fruta fue muestreada de la mitad norte del árbol, en la parte externa.
- Ensayo 2: corresponde al cv. Fuerte. La fruta recolectada se encontraba en la mitad norte, al interior del árbol.

Para ambos ensayos, la unidad muestral es un fruto, con seis repeticiones.

En el presente taller se trabajó con seis árboles por variedad. Los árboles de cv. Fuerte fueron plantados en 1972 y los de cv. Hass en 1998. Los árboles escogidos eran homogéneos tanto en tamaño como en carga frutal, además de no pertenecer a hileras límites del huerto para evitar el “efecto borde”.

El análisis de los frutos se realizó en los laboratorios del área de Industrialización y Postcosecha pertenecientes a las Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

3.2. Tratamientos:

El criterio de decisión para los niveles de cada factor y la definición de los tratamientos fueron idénticos en los dos ensayos de los dos cultivares, cv. Hass y cv. Fuerte.

La altura (Factor A) del fruto dentro del árbol, uno de los factores del diseño, presenta dos niveles, “alta” y “baja”. Toda fruta bajo 2,0 m fue considerada baja. La fruta cosechada sobre 3,0 m de altura corresponde al nivel alto, dejando una franja horizontal de un metro de distancia entre ambos niveles (Figura 1).

El calibre (Factor B), segundo factor de los ensayos, también presenta dos niveles, calibre “grande” y calibre “pequeño”. Calibre grande corresponde a aquellos frutos de peso superior a 200 g (220 g promedio) y calibre pequeño aquellos cuyo peso sea inferior a 160 g (140 g promedio).

Se trabajó con calibres que están dentro del rango exportable, que van desde el 32 al 84 (PROPAL, 2005).

De esta forma, los tratamientos son cuatro y fueron distribuidos según se establece en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Composición de los tratamientos de evaluación del efecto de altura y calibre sobre la madurez del fruto de palto, cvs. Hass y Fuerte.

Tratamiento	Altura (Factor A)	Calibre (Factor B)
Tm 1	Baja	Pequeño
Tm 2	Baja	Grande
Tm 3	Alta	Pequeño
Tm 4	Alta	Grande

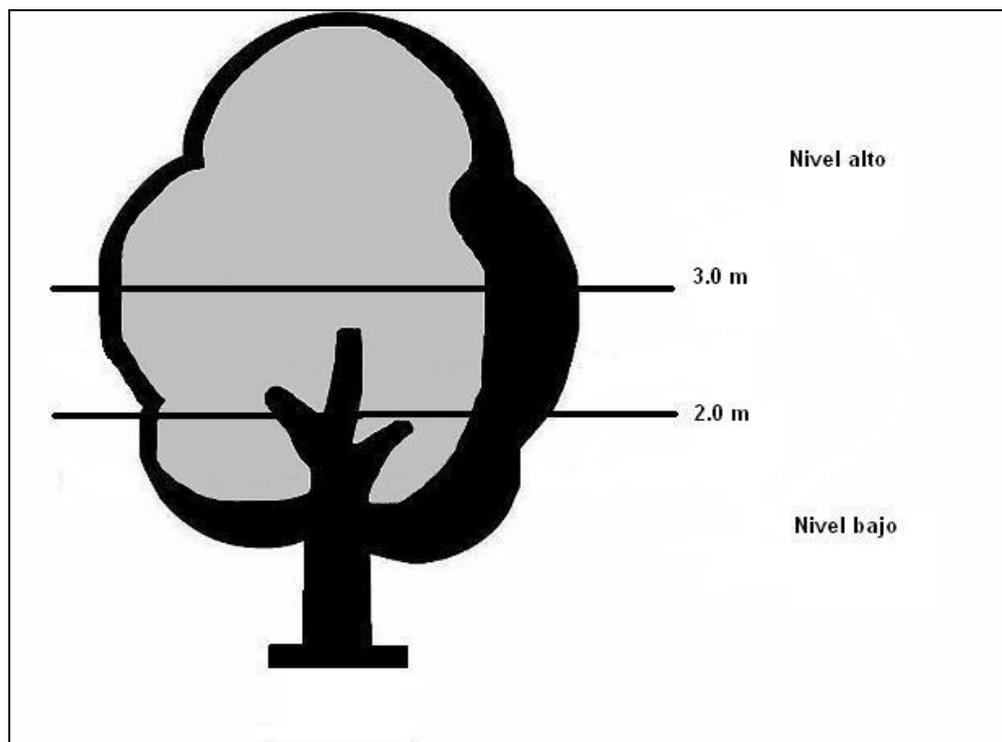


FIGURA 1. Criterio para el factor altura de la fruta dentro del árbol.

3.3. Recolección de frutos:

La diferencia en la zona de muestreo en los ensayos, cv. Hass en la parte externa y cv. Fuerte en la interna, se debe al tamaño de los árboles y al nivel de sombreado del huerto. El criterio utilizado fue uniformar la exposición a la luz solar de las zonas donde fueron muestreados los frutos.

En el caso del Ensayo 1, cv Hass, los árboles eran más pequeños, existiendo separación entre uno y otro, por lo cual la distribución de luminosidad era más uniforme.

En el Ensayo 2, cv. Fuerte, los árboles de gran tamaño producían una mala distribución de la luz, tanto dentro como entre árboles contiguos, produciendo un “emboscamiento” del huerto.

Los muestreos, nueve en total para cada ensayo, se realizaron cada 14 días, partiendo el 19 de julio hasta el 8 de noviembre en cv. Hass y desde el 14 de junio hasta el 4 de octubre en cv. Fuerte.

El muestreo fue dirigido, discriminando por calibre y altura. De cada árbol se obtuvo cuatro frutos. De la zona “alta”, un fruto de calibre “grande” y otro “pequeño”. A su vez, de la zona “baja”, también se obtuvo uno “grande” y otro “pequeño”.

En resumen, en cada una de las nueve fechas de muestreo se recolectó un total de 24 frutos, seis por cada tratamiento. Inmediatamente fueron llevadas al laboratorio para hacer las mediciones correspondientes, para luego determinar el porcentaje de aceite.

3.4. Metodología de evaluación:

La metodología empleada es igual en los dos ensayos y fue la siguiente:

- Peso fresco del fruto: Cada fruto, recién cosechado, fue pesado en una balanza digital Precisa 3100C (dos decimales) y el valor registrado en gramos.
- Diámetro ecuatorial: Para estas mediciones se utilizó un pie de metro Vernier manual, midiendo el valor de la parte más ancha del fruto. Los resultados fueron expresados en milímetros.
- Contenido de humedad: A cada uno de los frutos se les retiró la piel, se le extrajo la semilla y la cubierta seminal, se cortó en forma longitudinal en cuatro partes y una de éstas fue picada en una procesadora de alimentos. Luego la palta procesada fue colocada en pocillos metálicos de peso conocido. Cada pocillo con la muestra fue pesado y luego se llevó a la estufa a 90 °C por aproximadamente 24 horas, hasta alcanzar peso constante. Se pesaron los pocillos con la muestra seca y se obtuvieron los porcentajes de humedad de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{(\text{peso de la muestra húmeda} - \text{peso de la muestra seca}) * 100}{\text{peso de la muestra húmeda}}$$

- Contenido de aceite: Se realizó la extracción lipídica a una muestra pulverizada de 1 g obtenida de la pulpa deshidratada, colocándose en el equipo Soxhlet (ANEXO1) en un reflujo por seis horas, utilizando como solvente éter de petróleo para extraer el contenido de aceite de la muestra. Este método de extracción utilizado, Soxhlet, es el método oficial de determinación de aceites en vegetales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (LEE, 1981).

Para el cálculo del contenido de aceite en base al peso fresco del fruto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de aceite P.F} = \frac{\text{EE} * (100 - \text{porcentaje de humedad})}{\text{g de materia seca}}$$

donde:

Porcentaje de aceite P.F = % de aceite del fruto en base peso fresco.

EE = peso del aceite extraído de la muestra deshidratada.

g de materia seca = gramos de pulpa seca a la que se le extrajo el aceite.

3.5. Diseño experimental:

La primera parte de la investigación se condujo como un Diseño Multifactorial Completamente al Azar, con dos factores y cada uno de éstos con dos niveles. En el factor altura los niveles fueron alta y baja, y para el factor calibre fueron grande y pequeño. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y posteriormente se separaron las medias usando el *Test* de Tukey (HSD), con un 5% de significancia.

CUADRO 3. Factores y niveles del ensayo de evaluación del efecto de altura y calibre sobre la madurez del fruto de palto, cvs. Hass y Fuerte.

Factores	Niveles
Altura	Alta
	Baja
Calibre	Grande
	Pequeño

Además, con los datos obtenidos en el estudio, se realizaron dos regresiones lineales simples, realizando en cada caso un análisis de varianza para verificar la representatividad del modelo, mediante un *test* de Fischer y comprobar además la existencia de la pendiente a través del *test* T-Student, ambos con un 5% de significancia.

CUADRO 4. Análisis de regresión lineal simple para distintas variables.

	Variable independiente (X)	Variable dependiente (Y)
Regresión 1	Diámetro ecuatorial	Porcentaje de aceite
Regresión 2	Diámetro ecuatorial	Peso del fruto

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Ensayo 1. Evaluación del efecto de la altura y el calibre sobre la madurez, en frutos de palto cv. Hass:

El análisis de varianza determinó que no hay efecto del factor altura sobre el contenido de aceite en los frutos. El calibre, sólo en la última fecha de muestreo, 8 de noviembre, tiene influencia sobre el contenido de aceite. La interacción de ambos factores no fue significativa.

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza de los factores, altura y calibre, así como de la interacción de ambos. Si ($P \leq 0,05$) existe efecto del factor evaluado.

Se realizó la separación de medias, para la fecha de muestreo con efecto significativo del factor calibre, según el *test* de Tukey con 5% de significancia.

En el Cuadro 6, se presenta la separación de medias para el factor calibre.

Del análisis del Cuadro 5, se puede determinar que no hay efecto de la zona de donde se muestrea la fruta en el árbol, en ninguna de las nueve fechas. Por lo tanto, es igual obtener la fruta de la parte alta que de la parte baja.

El efecto ocurrido se debería a que la fruta fue obtenida de zonas de similar exposición a la radiación solar. En el cultivar Hass la fruta fue obtenida solamente de la parte exterior y de la mitad norte, no habiendo “emboscamiento” entre árboles contiguos.

CUADRO 5. Efecto de la altura del fruto dentro del árbol y el calibre sobre el contenido de aceite en palta cv. Hass.

Fuente de variación	Valor P	Fecha	Diferencia
Altura (Factor A)	0,4244	19-jul	N.S
Calibre (Factor B)	0,3680		N.S
Interacción (A*B)	0,3333		N.S
Altura (Factor A)	0,1717	02-ago	N.S
Calibre (Factor B)	0,1348		N.S
Interacción (A*B)	0,7299		N.S
Altura (Factor A)	0,4321	16-ago	N.S
Calibre (Factor B)	0,2699		N.S
Interacción (A*B)	0,6504		N.S
Altura (Factor A)	0,1106	30-ago	N.S
Calibre (Factor B)	0,0626		N.S
Interacción (A*B)	0,1445		N.S
Altura (Factor A)	0,8743	13-sep	N.S
Calibre (Factor B)	0,2085		N.S
Interacción (A*B)	0,7591		N.S
Altura (Factor A)	0,2158	27-sep	N.S
Calibre (Factor B)	0,0862		N.S
Interacción (A*B)	0,6373		N.S
Altura (Factor A)	0,8213	11-oct	N.S
Calibre (Factor B)	0,0687		N.S
Interacción (A*B)	0,8842		N.S
Altura (Factor A)	0,3713	25-oct	N.S
Calibre (Factor B)	0,1691		N.S
Interacción (A*B)	0,6356		N.S
Altura (Factor A)	0,2341	08-nov	N.S
Calibre (Factor B)	0,0098		Significativa
Interacción (A*B)	0,3700		N.S

Diferencia significativa cuando Valor P es menor a 0,05, según *test* de Fischer con 5% de significancia.

Al haber una buena intercepción de luz, las hojas se encuentran fotosintéticamente activas, por lo tanto, la competencia por fotosintatos no afectaría la producción de materia seca en los frutos. Ocurre lo mismo que en árboles podados, donde mejora la intercepción de luz, haciendo que mejore la producción (CASTRO, 2000).

MUÑOZ (2004), en su estudio, señala que sólo hay diferencia en el nivel de madurez de los frutos respecto a la altura del árbol, independiente de su orientación cardinal. La fruta ubicada en la zona alta contiene un nivel mayor de aceite que los frutos ubicados en zonas más bajas. Esto se debería a la mayor exposición a la radiación solar a la que está expuesta la zona alta de la planta.

Independiente de la altura de altura del árbol, es la fruta de la parte exterior la que tiene un nivel mayor de madurez, producto de una mayor disponibilidad de carbohidratos, debido a la mayor actividad fotosintética de las hojas en dicha zona (MUÑOZ, 2004; GIL, 2000 y VERA, 1997).

En árboles pequeños o podados, no emboscados, existe una mayor cantidad de carbohidratos disponibles para los frutos y distribuidos de mejor forma, comparado con árboles con mucho sombreado y muchas hojas con baja capacidad fotosintética o parásitas (VERA, 1997).

En cuanto al segundo factor, el calibre, que en un muestreo de nueve (11%), correspondiente al 8 de noviembre, haya habido efecto, no puede entenderse que el calibre tenga efecto sobre el contenido de aceite en frutos de cv. Hass, pues no es representativo del total del estudio. Sin embargo, el nivel de cosecha mínimo recomendado por ESTEBAN (1993), 26 % de materia seca en cv. Hass, se alcanzó al final de la época de muestreo. El efecto del calibre sobre el contenido de aceite podría manifestarse con niveles mayores de materia seca en la temporada, como lo ocurrido en cv. Fuerte, donde cerca del 50% de las mediciones sobrepasaban el nivel mínimo recomendad por LATORRE (1994), 22% de materia seca, y el efecto del calibre sobre el porcentaje de aceite fue significativo.

En esta fecha hubo efecto significativo del calibre. La fruta correspondiente al calibre grande tiene un nivel mayor de madurez que la fruta de calibre pequeño, como se establece en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Separación de medias de porcentaje de aceite para el factor calibre en cv. Hass.

Niveles	Medias de aceite cv. Hass	Fecha de muestreo
Pequeño	12,22 a	8-nov
Grande	13,63 b	

Esto verifica lo dicho por COGGINS (1984), el cual indica que no hay una predicción correcta entre el tamaño de los frutos y su madurez, y no puede tomarse como un índice de cosecha.

El bajo calibre de algunos frutos puede deberse a la competencia que hubo en las primeras semanas de desarrollo, lo cual habría afectado su división celular como señala COWAN (1997). De la misma forma, esa competencia pudo haber disminuido su acumulación de materia seca, al haber menos fotosintatos disponibles.

Si el tiempo de cuaja a cosecha es similar en un fruto pequeño como en uno grande, no existiría diferencia en la acumulación de materia seca, como señala SIPPEL, CONRADIE y CLAASSENS (1992), en su ensayo en cv. Pinkerton.

Lo anterior se debe a que la floración de cv. Hass es más concentrada que en cv. Pinkerton, por lo tanto la cuaja también es más concentrada.

Por lo tanto, si la cuaja es concentrada y esos frutos crecen en condiciones similares de disponibilidad de carbohidratos, no debiese existir una marcada diferencia en la madurez de éstos.

SAAVEDRA (1995), señala que no existe una relación significativa entre los parámetros físicos entre ellos, el peso del fruto y su madurez, medida en contenido de aceite. Esto mismo queda demostrado más adelante en los análisis de regresión lineal simple realizados en este estudio.

4.2. Ensayo 2. Evaluación del efecto de la altura y el calibre sobre la madurez, en frutos de palto cv. Fuerte:

El análisis de varianza determinó que sólo en una fecha de muestreo, el 20 de septiembre existe diferencia significativa en el nivel de madurez, medido en porcentaje de aceite en factor altura. En tanto, la interacción de los dos factores altura y calibre no fue significativa..

Para el calibre de los nueve muestreos, en cinco fechas hubo diferencia significativa. En el Cuadro 7, se presentan la tabla con los valores del análisis de varianza.

En las fechas muestreadas con efecto significativo de al menos un factor, se realizó la separación de medias correspondiente según el *test* de Tukey con 5% de significancia. El análisis es independiente para cada fecha de muestreo, no comparándose entre las distintas fechas. La misma letra en distintas fechas no significa que las medias sean iguales.

En el Cuadro 8, se presenta la separación de medias para el factor altura y en el Cuadro 9, la separación de medias correspondiente al factor calibre.

CUADRO 7. Efecto de la altura del fruto dentro del árbol y el calibre sobre el contenido de aceite en palta cv. Fuerte.

Fuente de variación	Valor P	Fecha	Diferencia
Altura (Factor A)	0,2048	14-jun	N.S
Calibre (Factor B)	0,0638		N.S
Interacción (A*B)	0,3625		N.S
Altura (Factor A)	0,5327	28-jun	N.S
Calibre (Factor B)	0,1618		N.S
Interacción (A*B)	0,8292		N.S
Altura (Factor A)	0,4236	12-jul	N.S
Calibre (Factor B)	0,0011		Significativa
Interacción (A*B)	0,6185		N.S
Altura (Factor A)	0,2253	26-jul	N.S
Calibre (Factor B)	0,0116		Significativa
Interacción (A*B)	0,4007		N.S
Altura (Factor A)	0,7789	03-ago	N.S
Calibre (Factor B)	0,0871		N.S
Interacción (A*B)	0,8000		N.S
Altura (Factor A)	0,8044	26-ago	N.S
Calibre (Factor B)	0,0126		Significativa
Interacción (A*B)	0,9649		N.S
Altura (Factor A)	0,3517	06-sep	N.S
Calibre (Factor B)	0,0002		Significativa
Interacción (A*B)	0,3223		N.S
Altura (Factor A)	0,0176	20-sep	Significativa
Calibre (Factor B)	0,0051		Significativa
Interacción (A*B)	0,1811		N.S
Altura (Factor A)	0,4499	04-oct	N.S
Calibre (Factor B)	0,0857		N.S
Interacción (A*B)	0,6618		N.S

Diferencia significativa cuando Valor P es menor a 0,05, según *test* de Fischer con 5% de significancia.

Del análisis del Cuadro 7, se puede determinar que no hay efecto de la zona de donde se muestrea la fruta dentro del árbol, debido a que sólo una fecha de las nueve, el 20 de septiembre, mostró diferencia significativa, lo cual no es representativo dentro del estudio realizado, pudiendo deberse al error estadístico del ensayo.

CUADRO 8. Separación de medias de porcentaje de aceite para el factor altura en cv. Fuerte.

Niveles	Medias de aceite cv. Fuerte	Fecha de muestreo
Alta	18,23 a	20-sep
Baja	20,62 b	

Al igual a lo ocurrido en cv. Hass, la altura no es un factor determinante en el nivel de madurez de los frutos medidos en porcentaje de aceite, si las zonas muestreadas presentan similar exposición a la radiación solar.

En caso de cv. Fuerte, la fruta fue muestreada de la zona interna en árboles muy grandes, con alto nivel de hojas de bajo nivel fotosintético producto del gran sombreadamiento en el interior.

Lo señalado por MUÑOZ (2004) en cuanto a que si existe sombreadamiento en la zona de muestreo, no habrá influencia de la altura como tampoco de la orientación cardinal sobre la madurez de los frutos.

Ocurre lo contrario que en el ensayo de cv. Hass, pues aquí la fruta si tendría que competir por fotosintatos escasos al haber mucho sombreadamiento y hojas fotosintéticamente poco funcionales.

La fotosíntesis y la producción neta de materia seca se relacionan con la cantidad de luz que se intercepte (STASSEN, SNIJDER y BARD, 1999).

Lo anterior se aplica tanto como para cv. Fuerte como para cv. Hass. La madurez de los frutos está relacionada con la intercepción de luz. Al existir condiciones similares de luz que llega a las hojas, la madurez de los frutos debiese ser similar.

BRUNET (2001) indica que los árboles podados, comparado con los no podados, producen mejores calibres. El fruto tendría condiciones para desarrollar división celular adecuadamente y a la vez tendría carbohidratos disponibles para acumular materia seca.

En cuanto al calibre, en cinco de las nueve fechas de muestreo (55,6%) hubo diferencia significativa, respecto a que la fruta más grande tiene un nivel mayor de madurez, medido en porcentaje de aceite. Las separaciones de medias correspondientes a cada fecha, independientes entre si, se presentan en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Separación de medias de porcentaje de aceite para el factor calibre en cv. Fuerte.

Niveles	Medias de aceite cv. Fuerte	Fecha de muestreo
Grande	9,79 a	12-jul
Pequeño	13,19 b	
Grande	11,51 a	26-jul
Pequeño	14,00 b	
Grande	14,79 a	23-ago
Pequeño	17,36 b	
Grande	15,69 a	06-sep
Pequeño	19,15 b	
Grande	17,97 a	20-sep
Pequeño	20,88 b	

A diferencia de lo sucedido en cv. Hass, en cv. Fuerte existe una clara tendencia de la fruta más grande a tener un nivel de madurez mayor.

Este hecho puede deberse a el estado “emboscado” del huerto, a los árboles viejos y menos vigorosos. En este caso la competencia sería mayor por fotosintatos, madurando algunas frutas antes que otras.

La fruta más grande en el cv. Fuerte tiene mayor madurez. Esto puede explicarse por las condiciones en las cuales se desarrolló ese fruto. MUÑOZ (2004) señala que los frutos al estar más expuestos a la radiación solar tendrían mayor madurez. A su vez SIPPEL, CONRADIE y CLAASSENS (1992) señala que al haber mayor temperatura, la división celular es mayor, aumentando el calibre de los frutos. De esta forma, los frutos más grandes tendrían más aceite.

BERTLING y COWAN (1998) señalan que la fruta ubicada en una zona de mayor exposición a la radiación solar es más grande que la expuesta a una menor luminosidad. Por lo tanto, y por lo expuesto anteriormente, un nivel mayor de radiación solar produce frutos más maduros y más grandes. En resumen, la fruta de mayor tamaño debiese tener también un nivel mayor de madurez.

CARO (1998), señala que la curva de incremento del contenido de aceite para frutos pequeños y grandes es diferente, y no se comporta igualmente en distintas zonas agroclimáticas de Chile. El nivel mínimo de cosecha (10% de aceite), en algunas zonas, fue el fruto pequeño el que alcanzó antes dicho nivel de aceite y en otras zonas era el fruto grande el primero en madurar.

Los resultados de los ensayos realizados por HOFMAN y JOBIN-DÉCOR (1997) cv. Hass en Australia y por SIPPEL, CONRADIE y CLAASSENS (1992) en cv. Pinkerton en Sudáfrica indican que la fruta más pequeña tendría mayor materia seca que los frutos más grandes. Sin embargo, concluyen que la variabilidad es muy amplia entre frutos cercanos dentro del árbol y entre árboles, por lo tanto, el calibre no siempre está relacionado con la madurez.

Con este resultado, es posible afirmar que, en cierta medida, la madurez está influenciada por el calibre en el fruto de palto cv. Fuerte, pero en cv. Hass no tiene efecto significativo. En consecuencia, la importancia del cultivar es relevante al momento de asociar el calibre con la madurez de los frutos de palto.

Falta investigación de la fisiología del desarrollo del fruto, para poder relacionar mejor estas variables (COWAN, 1997).

4.3. Análisis de regresión lineal simple para distintas variables en cvs. Hass y Fuerte:

4.3.1. Relación entre el diámetro ecuatorial y porcentaje de aceite del fruto en cvs. Hass y Fuerte

CUADRO 10. Relación entre diámetro ecuatorial y porcentaje de aceite en cvs. Hass y Fuerte.

Variedad	Ecuación de regresión	Coefficiente de determinación
Hass	Diámetro (mm) = 2,6027 – 0,1130 Aceite (%)	$R^2 = 0,063$
Fuerte	Diámetro (mm) = 0,7135 – 0,2534 Aceite (%)	$R^2 = 0,075$

La asociación obtenida entre estas dos variables es muy baja, como muestran los coeficientes de determinación presentados en el Cuadro 10.

VALDEVENITO (1981), señala que no existe correlación entre el tamaño del fruto, medido en peso, sobre el contenido de aceite, lo cual es ratificado por SAAVEDRA (1995), quien determinó que parámetros físicos, entre ellos el diámetro ecuatorial, no presentan una relación con la madurez en los frutos que permita utilizarlos en forma válida como estimadores en el contenido de aceite.

No puede asociarse el tamaño del fruto con su nivel de madurez sin tener en cuenta los días de cuaja a cosecha, tanto en cv. Hass como para cv. Fuerte. En Florida se cosecha una vez alcanzado los días calendario especificados, según el tamaño del fruto (ARPAIA, 1990).

La baja relación que existe queda demostrada en frutos que tienen similar diámetro ecuatorial, tienen distinto nivel de aceite en las distintas fechas de muestreo.

Por ejemplo, en el cultivar Hass, en el muestreo del 16 de agosto, para el tratamiento fruto grande y altura baja, el promedio del diámetro ecuatorial es de 65,33 mm y la media del contenido de aceite es 8,05%. Al comprar el mismo tratamiento, esta vez el 8 de noviembre, el diámetro ecuatorial es de 65,67 mm y el aceite de 13,56%. Los valores considerados están presentados en los ANEXOS 2 y 3.

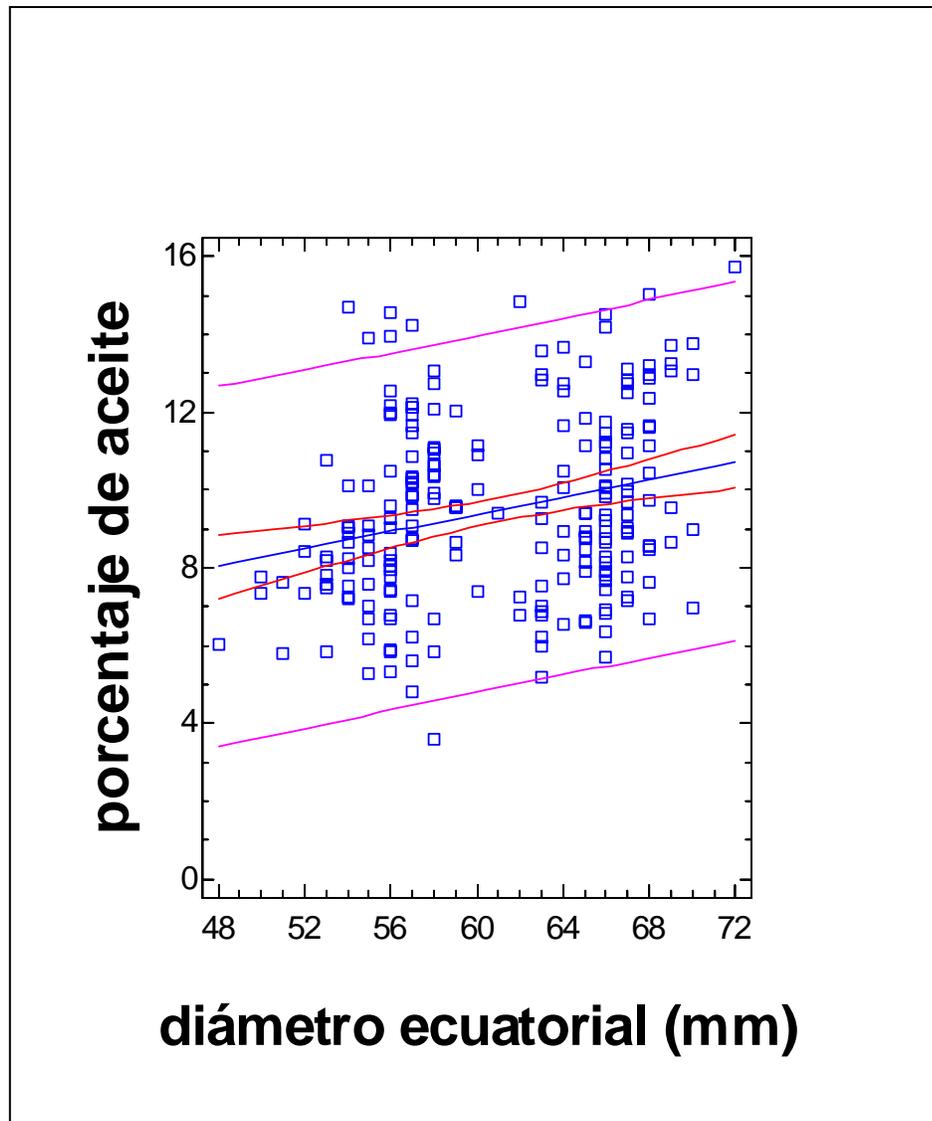


FIGURA 2. Curva entre el diámetro ecuatorial y porcentaje de aceite en cv. Hass.

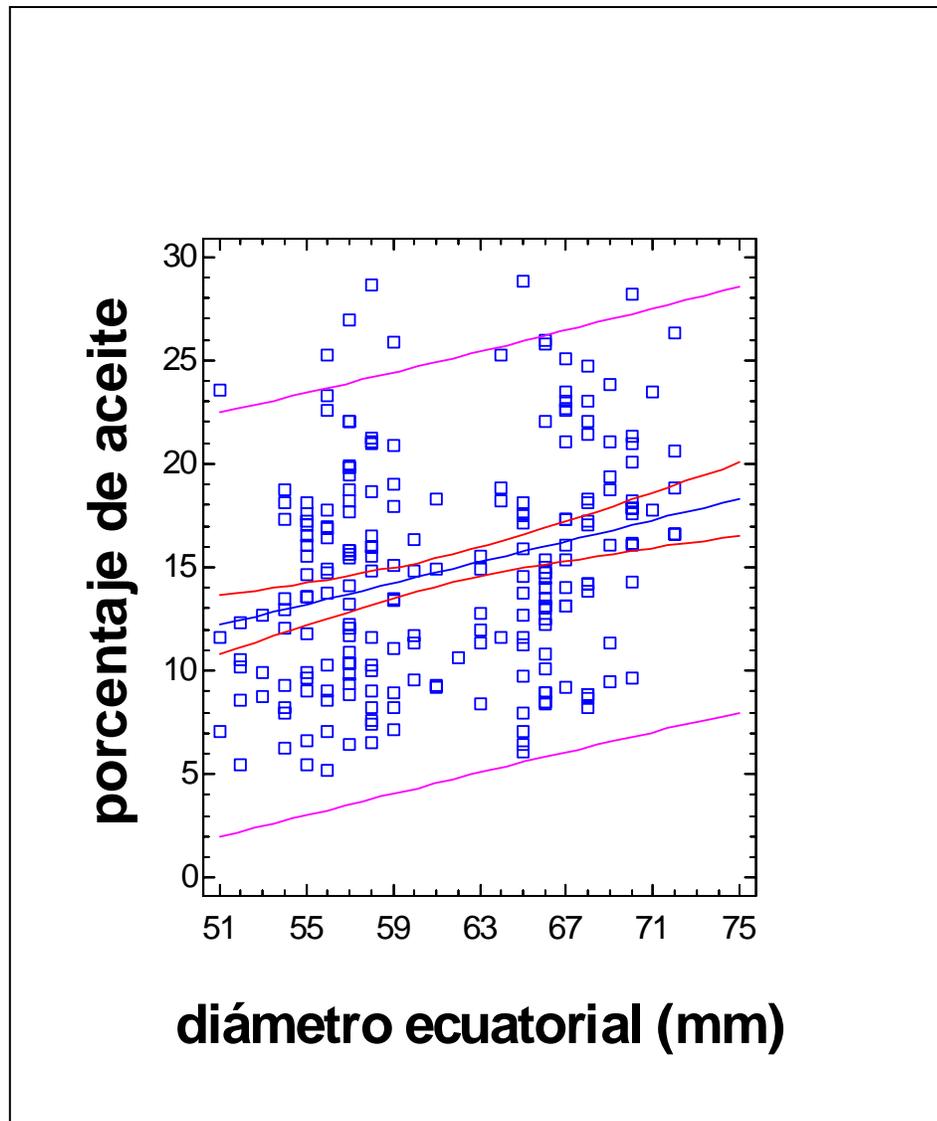


FIGURA 3. Curva entre el diámetro ecuatorial y porcentaje de aceite en cv. Fuerte.

4.3.2. Relación entre el diámetro ecuatorial y el peso del fruto en cvs. Hass y Fuerte

CUADRO 11. Relación entre diámetro ecuatorial y peso del fruto en cvs. Hass y Fuerte.

Variedad	Ecuación de regresión	Coficiente de determinación
Hass	Diámetro (mm) = -278,8260 + 7,5311 Peso (gr)	$R^2 = 0,91$
Fuerte	Diámetro (mm) = -267,5340 + 7,4065 Peso (gr)	$R^2 = 0,83$

Como es esperable, estas dos variables físicas están íntimamente relacionadas como queda demostrado con los coeficientes de determinación en ambas variedades presentados en el Cuadro 11.

La fruta en desarrollo aumenta su volumen, por lo cual también adquiere mayor diámetro y peso.

MARTINEZ (1984) establece una alta correlación entre volumen, peso y diámetro ecuatorial. CARO (1998) obtuvo resultados similares.

MARTINEZ *et al.* (2004) que establece que el fruto de cv. Hass establece cerca del 90% de su tamaño, medido en calibre, a las 26 semanas de cuaja, similar fecha en el estudio de MARTINEZ (1984) respecto al peso y volumen.

La alta relación obtenida puede explicarse además por haber trabajado con frutos cuya forma es característica para cada variedad, dejando de lado frutos deformes o con formas no representativas, según correspondiera para cv. Hass o cv. Fuerte.

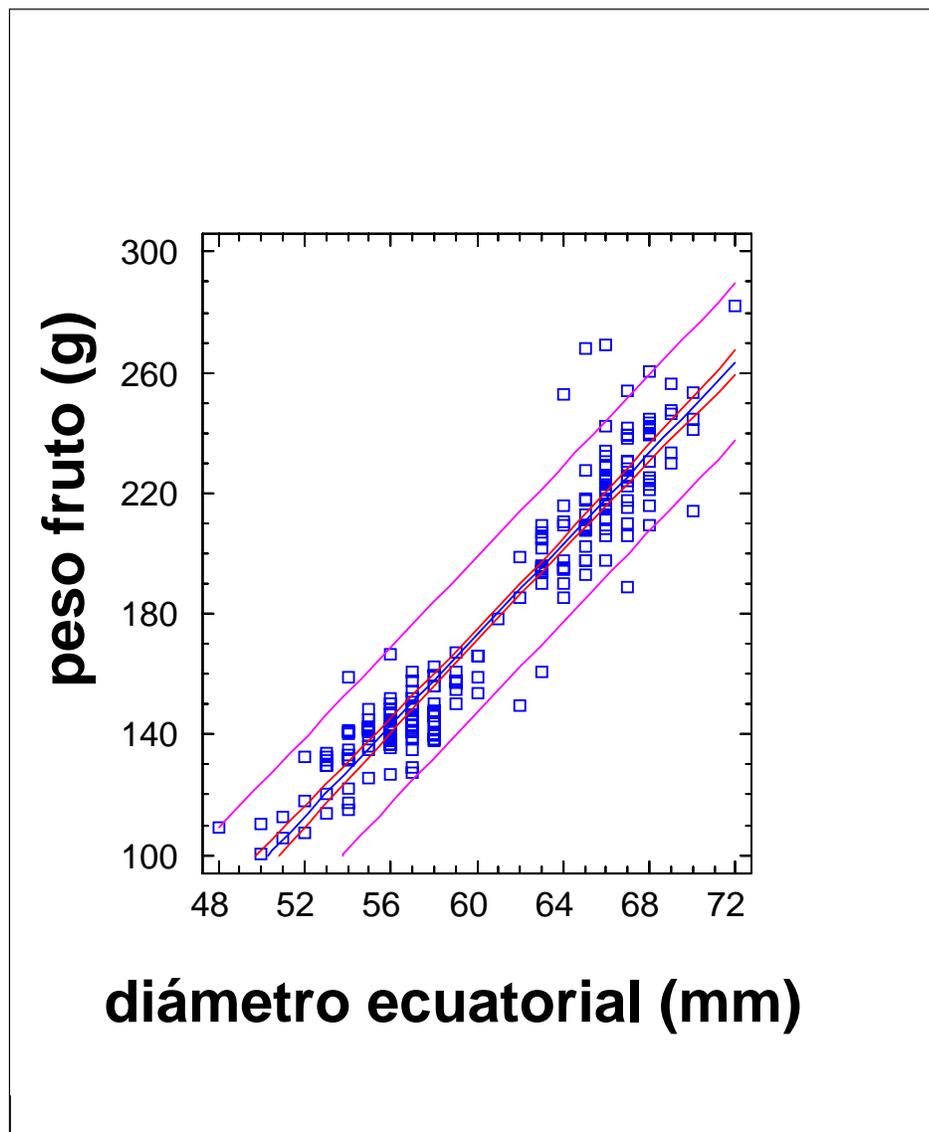


FIGURA 4. Curva entre el diámetro ecuatorial y peso del fruto en cv. Hass.

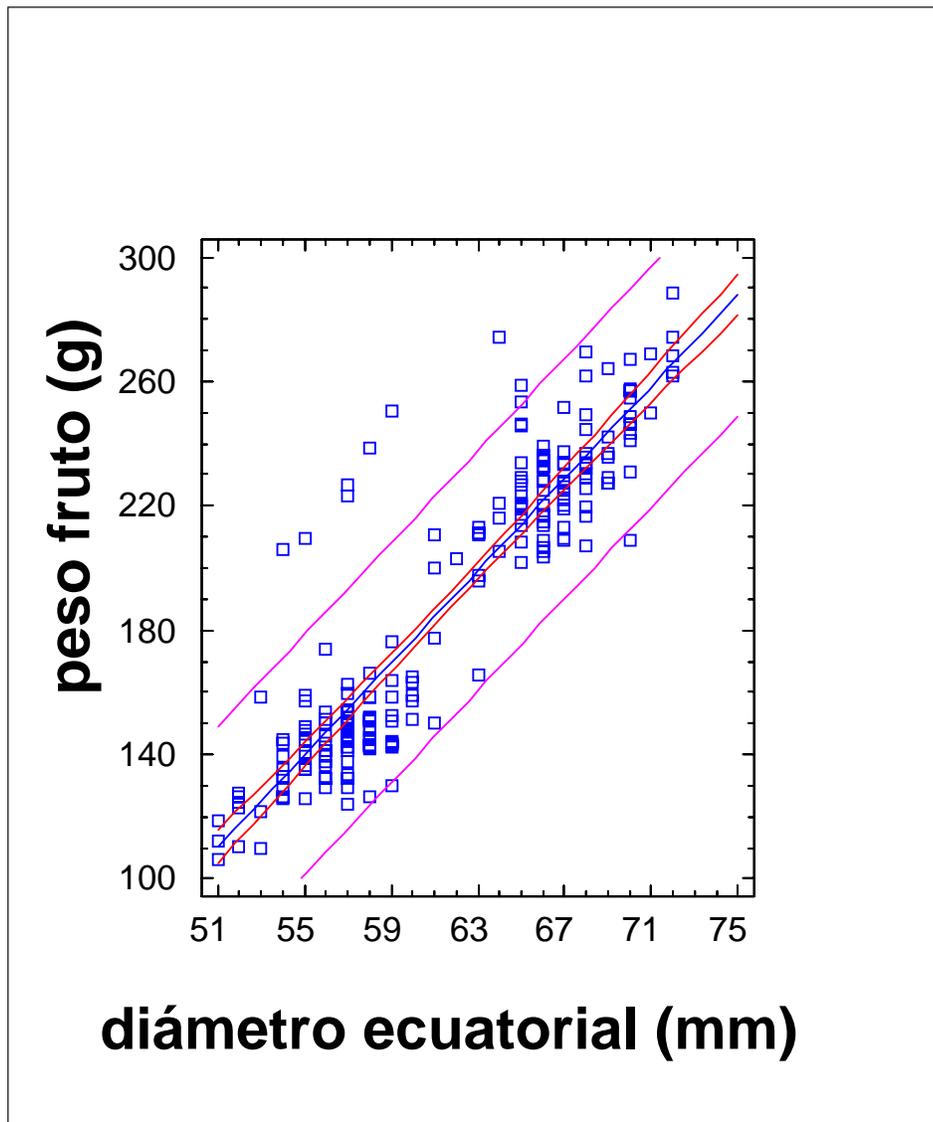


FIGURA 5. Curva entre el diámetro ecuatorial y peso del fruto en cv. Fuerte.

5. CONCLUSIONES

La altura de producción de la fruta en el árbol, tanto para Hass como para Fuerte no afecta la madurez de los frutos evaluada como porcentaje de aceite, por lo tanto es lo mismo obtener fruta en el sector norte del árbol, tanto de la parte alta como de la parte baja del árbol.

Respecto al calibre existe una influencia en la variedad de palto analizada. En los frutos del cv. Hass la madurez, medida como porcentaje de aceite, no se ve influenciada por el tamaño.

En el cultivar Fuerte, existe cierta asociación entre el tamaño del fruto y su madurez medida como porcentaje de aceite.

Además, no existe efecto combinado del calibre y la altura del fruto dentro del árbol sobre la madurez medida como porcentaje de aceite, tanto para cv. Hass como para cv. Fuerte

La variación del contenido de aceite en los frutos es escasamente explicada por la variación del diámetro ecuatorial, en cvs. Hass y Fuerte.

Existe una alta correlación entre el diámetro ecuatorial y el calibre, medido como peso, en frutos de cv. Hass y cv. Fuerte.

6. RESUMEN

La cosecha de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) se basa en estándares mínimos de materia seca, como estimador del contenido de aceite. Es relevante conocer cuáles y en qué zonas del árbol se encuentran los frutos de menor nivel de madurez, pues aquellos frutos deben ser muestreados y analizados para determinar el momento de la cosecha.

Con el objeto de determinar si existe diferencia de madurez entre los frutos, en cv. Hass y cv. Fuerte, se realizó la medición de contenido de aceite en frutos de calibre grande (promedio 220 g) y calibre pequeño (promedio 140 g), en dos alturas dentro del árbol, bajo de 2 m y sobre 3 m.

Se realizaron nueve fechas de muestreo, cada 14 días. El cv. Hass desde 19 de julio hasta el 8 de noviembre y cv. Fuerte desde el 14 de junio hasta el 4 de octubre del 2005.

Luego del análisis se determinó que el calibre es significativo en algunas fechas para el cv. Fuerte, donde la fruta más grande tiende a ser más madura que la pequeña. En cinco de las nueve mediciones la fruta grande tiene mayor porcentaje de aceite. Sin embargo, para el cv. Hass, el calibre no es significativo.

La variable altura dentro del árbol no es significativa en la madurez de los frutos, en ambos cultivares.

Además de esto se determinó que la variable diámetro ecuatorial del fruto está altamente relacionada con el peso, con R^2 0,91 en cv. Hass y 0,83 en cv. Fuerte.

Al contrario de lo anterior, la variable diámetro ecuatorial y el porcentaje de aceite presenta una relación muy baja, donde el R^2 es de 0,063 en el caso de cv. Hass y 0,075 para cv. Fuerte.

7. ABSTRACT

Effect of size and height of fruit in the canopy on oil content of 'Hass' and 'Fuerte' avocados (*Persea americana* Mill.)

Avocados (*Persea americana* Mill.) are harvested using standards for minimum dry matter as an indicator of oil content. It is important to determine where the least mature avocados are found within the canopy, so that they can be sampled and analyzed to determine harvest dates.

With this objective, and also to determine if there were differences in fruit ripening of the 'Hass' and 'Fuerte' varieties, the oil content of both large (220 g on average) and small (140 g on average) avocados was measured, taken from two canopy heights, either below 2 meters, or above 3 meters.

Samples were collected on 9 dates in 2005, every 14 days, from July 19th to November 8th, for 'Hass', and from June 14th to October 4th, for 'Fuerte'.

It was determined that the weight was significant for some of the sample dates for 'Fuerte', where the larger fruit tended to be more mature than the smaller fruit. On 5 of the 9 dates sampled, the larger fruit had higher oil levels. However, for 'Hass' avocados, the size was not significant.

The height of the fruit in the tree canopy was not significant for maturity levels in either variety.

It was also concluded that the diameter of the fruit was highly correlated with the weight, with an R^2 value of 0.91 for 'Hass', and 0.83 for 'Fuerte'. On the contrary, the equatorial diameter had a very low correlation with the oil content, with an R^2 value of 0.063 for 'Hass', and 0.075 for 'Fuerte'.

8. LITERATURA CITADA

- AGUSTÍ, M. 2000. Crecimiento y Maduración del Fruto. In: AZCON-BIETO, J.; TALÓN, M. eds. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Barcelona, McGraw Hill Interamericana. Pp. 419-434.
- ARPAIA, M. 1990. Estándares para paltas en California. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional Viña del Mar, 2 al 5 de Octubre 1990. pp N1 – N5
- BELMAR, R. 1996. Variación estacional de la concentración de aceite y humedad de la pulpa, y la calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Bacon y Edranol. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 61p.
- BERTLING, I. and COWAN, A. 1998. Effect of photo-inhibition on fruit growth and development in Hass avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 21: 36-38.
- BRUNET, F. 2001. Evaluación técnica de cinco sistemas de poda de árboles adultos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona de Quillota. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 144p.
- CARO, N. 1998. Estudios de índices de madurez en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass en distintas localidades de Chile. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 58p.
- CASTRO, X. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción en seto de árboles de palto cv. Hass, en alta densidad. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 122p.
- COGGINS, C. 1986. Feasibility of using fruit size and percentage dry weight to predict maturity. California Avocado Society Yearbook 68: 145-160.
- COWAN, A. 1997. Why are small Hass fruit small?. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 20: 52-54.
- COWAN, A.; MOORE-GORDON, S.; BERLING, I. and WOLSTENHOLME, B. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth. Plant Physiol. 114: 511-518.

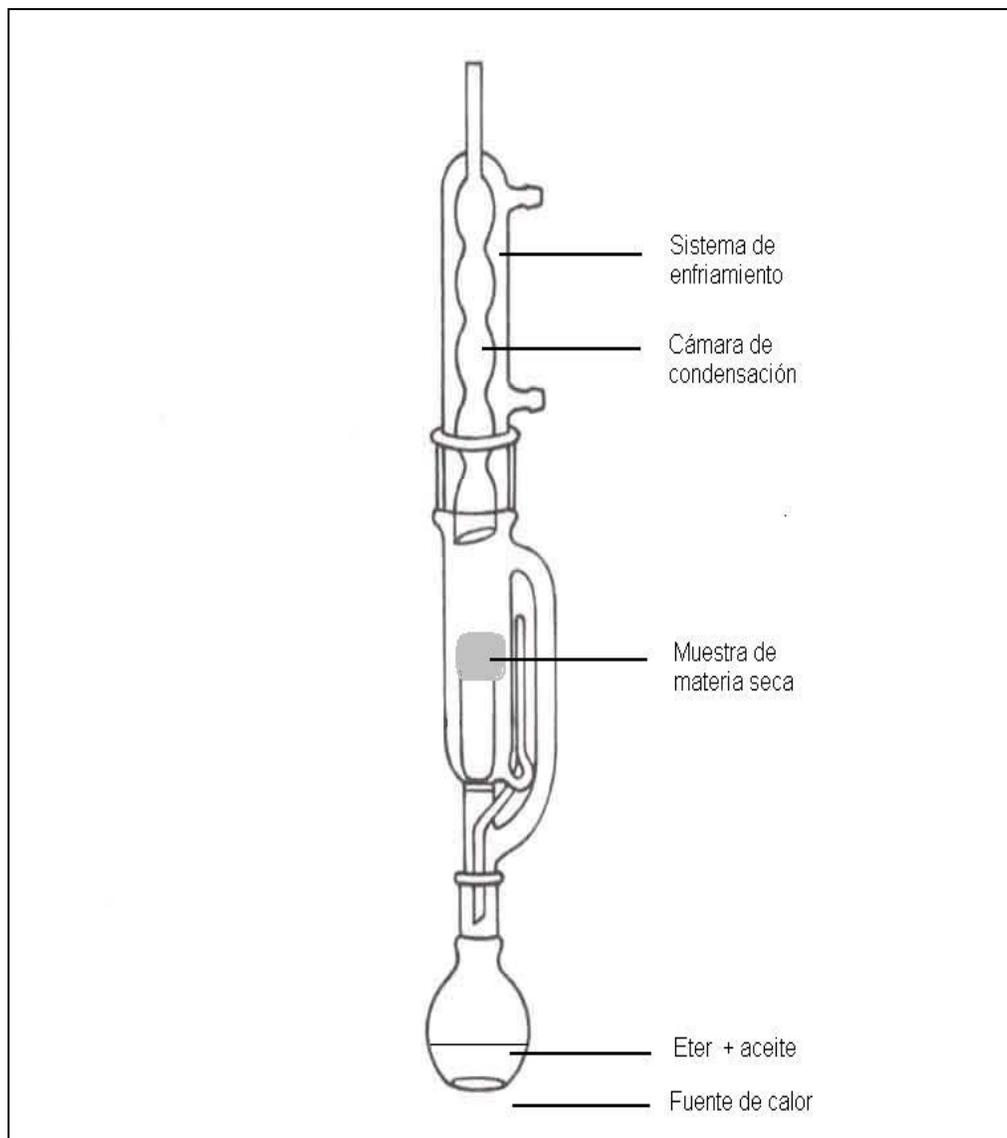
- ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades Negra de La Cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa de desarrollo hasta madurez fisiológica. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 59p.
- GÁMEZ, M. 2004. Mercado de las Paltas, (on line).
http://www.sitec.cl/page_1146341894500.asp?pag=2&producto=PALTA
- GARDIAZABAL, F. 2004. Riego y nutrición en paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 2º Seminario internacional de paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1 de Octubre. 2004. pp. 1-21.
- GARDIAZÁBAL, F. y ROSENBERG, M. 1991. Cultivo del Palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201 p.
- GIL, G. 1999. Fruticultura, El Potencial Productivo: Crecimiento Vegetativo y Diseño de Huertos y Viñedos. Tercera Edición. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile. 342p.
- HOFMAN, P. and JOBIN-DÉCOR, M. 1997. Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association. Avocado fruit sampling procedures affect the accuracy of the dry matter maturity test. 23-26 September. 1997. pp 76-82.
- KADER, A. y ARPAIA, M. 2002. Recomendaciones para mantener la calidad de postcosecha, (on line).
<http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/espanol/aguacate.html>
- KAISER, C.; LEVIN, J.; and WOLSTENHOLME, B. 1995. Towards improved maturity standards for 'Fuerte' avocado (*Persea Americana* Mill.) fruit in cool subtropical climate. Proceeding of The World Avocado Congress III. 277-284.
- 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. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 691p.
- LEE, S. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. California Avocado Society Yearbook. 65: 101-109.
- LEGUA, K. 2002. Caracterización agronómica del cultivar de palto Isabel (*Persea americana* Mill.), para la zona de Quillota. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 60p.

- MAGDAHL, C. 2004. La Industria de la Palta en Chile. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 2º Seminario internacional de paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1 de Octubre. 2004. pp. 1-14.
- MARTÍNEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 83p.
- MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ-VALERO, R. y MARTÍNEZ, J. 2003. Contribución al estudio de la evolución del crecimiento del fruto del cvr Hass (*Persea americana* Mill.) con respecto al tiempo en las condiciones ecológicas del área de Motril (Granada, España). Proceeding V World Avocado Congress. 257-261.
- MUÑOZ, D. 2004. Desarrollo de una metodología de muestreo para la medición de aceite en palta (*Persea americana* Mill.) en dos cultivares. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 41p.
- PALACIOS, J. y RAZETO, B. 2005. Efecto de la clorosis férrica en el tamaño y la concentración de aceite en el fruto del palto (*Persea americana* Mill.), Agricultura Técnica, (on line).
http://scielo-test.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- PROPAL. 2005. Products, (on line). http://www.propal.cl/eng/palta_i.html
- RAMILA, C. 1994. Variación estacional en el porcentaje de aceite y de humedad relacionado con la aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Gwen. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 70p.
- RAZETO, B.; FICHET, T. y D'ANGELO, M. 1999. Búsqueda de Nuevas Variedades de Aguacate en Chile. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 67.
- SAAVEDRA, F. 2000. Ensayo de riego deficitario controlado en palto (*Persea americana* Mill), cv. Hass en la localidad de Quillota. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 69p.
- SAAVEDRA, S. 1995. Evolución de parámetros físico-químicos y sensoriales en paltas cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 59p.

- SIPPEL, A.; CONRADIE, W. and CLAASSENS, J. 1992. Growth rates of Pinkerton fruit. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 15: 72-74.
- SITEC. 2003. Mercado Nacional de la Palta, (on line)
http://www.sitec.cl/page_1146341894500.asp?pag=2&producto=PALTA
- STASSEN, P.; SNIJDER, B. and BARD, Z. 1999. Results obtained by pruning overcrowded avocado orchards. Revista Chapingo. N° 5 : 165-171.
- VALDEBENITO, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 49p
- VERA, M. 1997. Evaluación de poda en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la localidad de Hijuelas. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 67p
- WHILEY, A. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional Viña del Mar, 2 al 5 de Octubre 1990. pp. E1-E25
- WHILEY, A. and SARANAH, B. 1992. Effect of time of harvest on fruit size, yield and trunk starch concentrations of 'Fuerte' avocados. Proceeding of Second World Avocado Congress. 155-159.
- WOLSTENHOLME, A. and WHILEY, A. 1990. Prospects for vegetative-reproductive growth manipulation in avocado tress. South African Avocado Growers' Association Yearbook 16: 21-24.

ANEXOS

Anexo 1. Esquema del equipo Soxhlet.



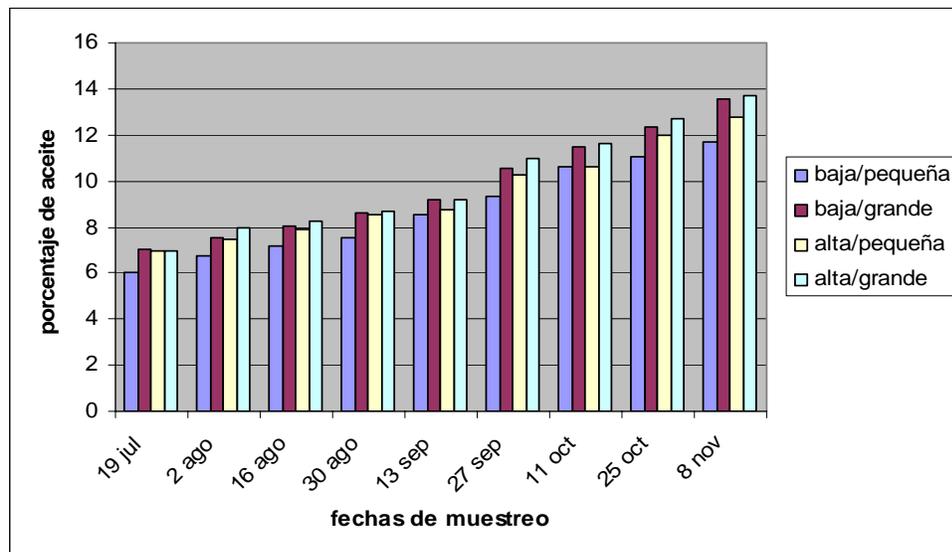
Anexo 2. Valores medios de peso, diámetro ecuatorial, porcentaje de aceite y porcentaje de materia seca en cultivar Hass.

Fecha	Tratamiento	Peso de frutos (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Porcentaje de aceite	Porcentaje de materia seca
19-jul	baja/pequeña	134,58	54,00	6,04	17,64
	baja/grande	209,82	64,67	7,04	19,56
	alta/pequeña	128,07	53,50	6,98	19,41
	alta/grande	210,15	63,67	6,95	19,72
02-ago	baja/pequeña	141,52	55,57	6,77	19,67
	baja/grande	229,43	68,00	7,52	19,70
	alta/pequeña	147,54	55,67	7,47	20,51
	alta/grande	232,58	66,33	7,94	20,95
16-ago	baja/pequeña	139,55	57,00	7,14	19,74
	baja/grande	211,92	65,33	8,05	21,67
	alta/pequeña	122,16	53,33	7,86	20,86
	alta/grande	213,73	65,50	8,25	21,44
30-ago	baja/pequeña	143,17	55,17	7,53	20,24
	baja/grande	218,47	64,67	8,61	22,27
	alta/pequeña	139,08	56,33	8,52	22,50
	alta/grande	216,86	65,67	8,66	22,74
13-sep	baja/pequeña	139,69	54,50	8,52	22,10
	baja/grande	225,00	66,67	9,21	21,97
	alta/pequeña	143,79	55,67	8,72	22,87
	alta/grande	224,83	65,67	9,15	21,52
27-sep	baja/pequeña	145,75	57,83	9,31	25,27
	baja/grande	223,24	66,33	10,54	25,82
	alta/pequeña	149,08	57,50	10,26	24,81
	alta/grande	227,40	67,00	10,97	26,95
11-oct	baja/pequeña	143,67	56,83	10,59	24,17
	baja/grande	228,76	66,67	11,46	26,91
	alta/pequeña	414,48	56,83	10,63	24,54
	alta/grande	230,31	68,17	11,65	26,92
25-oct	baja/pequeña	148,09	57,17	11,04	25,54
	baja/grande	221,65	66,67	12,36	26,43
	alta/pequeña	142,57	56,17	12,01	29,37
	alta/grande	215,10	66,00	12,67	28,98
08-nov	baja/pequeña	149,61	57,67	11,69	27,20
	baja/grande	215,56	65,67	13,56	29,54
	alta/pequeña	145,31	56,33	12,75	28,32
	alta/grande	219,83	66,67	13,71	28,15

Anexo 3. Valores medios de peso, diámetro ecuatorial, porcentaje de aceite y porcentaje de materia seca en cultivar Fuerte.

Fecha	Tratamiento	Peso de frutos (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Porcentaje de aceite	Porcentaje de materia seca
14-jun	baja/pequeña	148,78	56,83	7,26	17,25
	baja/grande	235,36	65,83	7,98	18,41
	alta/pequeña	130,90	53,33	7,52	18,04
	alta/grande	222,80	66,17	9,56	19,09
28-jun	baja/pequeña	148,20	56,67	8,67	19,44
	baja/grande	214,31	65,50	10,00	20,90
	alta/pequeña	141,47	55,17	9,35	20,04
	alta/grande	221,85	64,83	10,33	20,73
12-jul	baja/pequeña	141,21	57,00	9,20	19,83
	baja/grande	229,86	68,00	13,05	22,27
	alta/pequeña	128,91	54,67	10,38	20,51
	alta/grande	228,29	66,07	13,33	23,77
26-jul	baja/pequeña	139,22	55,50	10,53	20,78
	baja/grande	239,96	67,17	13,91	24,06
	alta/pequeña	140,65	56,83	12,49	23,33
	alta/grande	233,06	66,33	14,28	24,93
09-ago	baja/pequeña	145,88	56,50	14,41	23,42
	baja/grande	229,86	65,67	16,16	26,16
	alta/pequeña	144,12	56,67	13,79	24,02
	alta/grande	231,16	66,00	16,13	26,49
23-ago	baja/pequeña	145,36	58,17	14,89	24,00
	baja/grande	234,02	68,17	17,49	26,93
	alta/pequeña	149,61	57,83	14,69	24,27
	alta/grande	229,69	67,33	17,21	27,20
06-sep	baja/pequeña	148,52	56,83	15,72	24,41
	baja/grande	242,85	68,67	18,40	27,49
	alta/pequeña	140,87	56,67	15,67	25,01
	alta/grande	225,87	66,67	19,90	29,01
20-sep	baja/pequeña	149,12	57,17	17,42	27,10
	baja/grande	247,03	69,50	19,04	28,47
	alta/pequeña	156,05	58,17	18,53	28,00
	alta/grande	242,23	69,00	22,72	32,64
04-nov	baja/pequeña	146,62	56,50	24,55	30,91
	baja/grande	226,19	67,00	24,65	34,21
	alta/pequeña	140,02	55,33	23,23	32,36
	alta/grande	231,06	66,83	25,10	34,92

Anexo 4. Porcentaje de aceite promedio de cada tratamiento, para cada fecha de muestreo en cultivar Hass.



Anexo 5. Porcentaje de aceite promedio de cada tratamiento, para cada fecha de muestreo en cultivar Fuerte.

