

4.3. Porcentajes de cuaja.	34
4.4. Intensidad de caída de flores.	36
4.5. Determinación del contenido de Nitrógeno.	38
4.6. Determinación del contenido de carbohidratos lábiles.	41
5. CONCLUSIONES.	45
6. RESUMEN	46
7. ABSTRACT	47
8. LITERATURA CITADA.	48

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) es un frutal de hoja persistente, cuya superficie plantada en Chile se ha visto incrementada fuertemente en los últimos años, llegando a 23.260 ha en la temporada 2001-2002 (CIREN-CORFO, 2002), debido entre otras causas al desarrollo actual y potencial de nuevos mercados, a la posibilidad de cultivarlo en zonas no aptas para otras especies, y a una mayor difusión de sus propiedades nutritivas ha provocado un interés creciente por este fruto, lo que se ve traducido en el aumento de su consumo.

El palto es una especie que sólo se encuentra medianamente domesticada. Esto se demuestra por características como: árboles de gran tamaño; crecimiento vegetativo traslapado con la floración; floración profusa, irregular y prolongada; de producciones variables; tamaño de la semilla grande. Actualmente, el cultivo del palto en Chile y en el resto de los países productores, presenta notables dificultades de producción, a nivel de polinización, fuertes caídas naturales y producción bianual de fruta. Por lo expuesto anteriormente, se debe generar información acerca del comportamiento de esta especie en nuestras condiciones para mejorar la actividad productiva.

El problema de la baja productividad en esta especie, se observa en la mayoría de las áreas de cultivo en el mundo, incluyendo Australia, California, Florida e Israel (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985). Si se compara la productividad de esta especie con otras especies frutales, en el palto las producciones varían entre 5,6 a 21,5 ton/ha estando por debajo de las 32,5 ton/ha que en teoría se podría alcanzar.

Uno de los factores determinantes dentro de la productividad de un huerto es el fenómeno conocido como añerismo, el cual se define como la alternancia de altas y bajas producciones en temporadas consecutivas (JONKERS, 1979,; GALLASCH, 1974), en el caso del palto se asocia al largo periodo que transcurre entre la floración y la cosecha, traslapándose inclusive fruta con la floración para la siguiente producción.

La irregularidad de la producción dentro de un mismo huerto se refleja claramente en la cantidad de fruta que cada árbol carga, lo cual está determinado por la cantidad de flores que el árbol produce durante la floración, proceso visibles y que puede ser medido y caracterizado.

La duración del proceso de floración en el palto, genera interrogantes como: si existe diferencia en la calidad de las flores desde el inicio del proceso hasta su término, que en Chile se extiende cerca de tres meses.

El objetivo general de esta investigación es dimensionar cuantitativamente y caracterizar cualitativamente la producción de flores en palto Hass, en distintos niveles de carga frutal futura.

Los objetivos específicos de este estudio son:

1. Determinar el número de flores que presentan los árboles de palto, en diferentes condiciones de carga frutal.
2. Relacionar número de flores con la carga frutal que presenta el árbol.
3. Determinar la calidad de las flores a través del contenido de carbohidratos totales y nitrógeno presente en ellas, en árboles con distintos niveles de carga floral.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la especie:

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie nativa de México y Centroamérica (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991), pertenece al género de las Lauraceas, suborden Magnolíneas, orden Ranales (IBAR, 1986).

Los paltos, según su zona de origen, se agrupan en tres razas o variedades botánicas, éstas son: mexicana, guatemalteca y antillana; encontrándose además híbridos entre estas razas. En Chile se cultivan variedades mexicanas, guatemaltecas e híbridos de ambas (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

En Chile actualmente existen alrededor de 23.260 hectáreas plantadas con paltos, las que se extienden desde La Serena hasta la localidad de Peumo; el cultivar Hass representa actualmente el 85% de la superficie cultivada. La V región concentra alrededor del 64% de la superficie plantada, con 14.929,8 hectáreas.

2.2 Problemas de producción:

Las bajas producciones del palto son un problema en la mayoría de las áreas de producción del mundo (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985). Sus rendimientos son bajos cuando se les compara con los de otras frutas frescas y sus actuales rendimientos, de entre 5,6 a 21,5 ton/ha, caen muy por debajo del rendimiento máximo teórico de 32,5 ton/ha (WOLSTENHOLME, 1986).

El palto produce un gran número de flores, de las cuales sólo una pequeña proporción cuaja y llega a fruta madura (SEDGLEY, 1980). El mismo autor indica que árboles adultos de palto (sobre 20 años de edad), producen sobre 1,6 millones de flores, pese a ello, el cuajado de las flores solo llegaría a ser entre un 0,001 a 0,23%. Esta alta variabilidad en la cuaja se traduce en producciones impredecibles, las cuales son a menudo, demasiado bajas (BERGH, 1967). A pesar de ser relativamente pequeño el porcentaje de flores necesario que cuaje para obtener una elevada producción, en muchos casos no se logra un cuajado mínimo productivo (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

El palto es un árbol muy poco eficiente en el cuajado de frutos. A modo de ejemplo, en durazneros, perales o manzanos, cuaja una flor de cada seis o de cada diez (10 a 15% de las flores), mientras que en el palto una buena producción se obtiene cuando cuaja una flor de cada mil que abren. Esto significa que el palto tiene que producir una cantidad mucho más grande de flores en comparación a otros frutales para originar una cosecha razonable (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

La baja producción en los paltos es consecuencia del añerismo y a la falta de producción, presentando ambos una causa distinta. El añerismo o ciclo de producción bianual consiste en que un año se produce una gran cantidad de flores y fruta, al año siguiente la floración es pobre y se traduce en una baja producción. Lo anterior se debe a un aumento en el nivel de giberelinas provenientes del exceso de fruta, lo que estaría inhibiendo la inducción (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). La producción bianual se relacionaría también con el nivel de carbohidratos del árbol. Durante el invierno ocurre una alta acumulación de carbohidratos, lo cual determina una buena producción en la temporada, que impide la acumulación de carbohidratos para la temporada siguiente (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985). La falta

de producción en cambio, es un problema que se puede presentar aún teniendo abundante floración (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). A modo de ejemplo, estos autores señalan que en árboles de poca producción del año anterior, se ha originado una gran cantidad de flores y pese a esto no se tiene buena cuaja de frutos. Como causas para explicar la falta de producción se puede señalar la relación encontrada entre las bajas temperaturas durante la floración y el escaso cuajado de frutos (PETERSON, 1956), así como la gran cantidad de fruta caída durante el mes siguiente a la polinización (SEDGLEY, 1987).

2.3. Características del cultivar Hass:

Esta variedad, perteneciente a la raza Guatemalteca, se originó de una semilla sembrada en el sur de California. El árbol presenta un desarrollo mediano, de crecimiento erecto pero no piramidal. Se caracteriza por ser un gran productor, además por su precocidad, encontrándose fruta en árboles de dos y tres años. Esta característica hace que sea la principal variedad cultivada en Chile (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Es una variedad sensible a las heladas, resistiendo sólo hasta -1,1 °C por 30 minutos. La floración se prolonga por tres meses, presentando un patrón de floración tipo A. Su fruta se puede cosechar durante ocho meses en una misma zona, en el caso de Quillota se extiende desde septiembre a abril (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

La forma del fruto es piriforme a oval, con un peso que oscila entre 180 a 360 g; la cáscara es cueruda, algo rugosa, de color verde pero a medida que el fruto madura se va tomando negra; el tamaño de la semilla es pequeño (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

2.4. Floración:

2.4.1. Inducción y diferenciación floral

El rendimiento de los paltos depende de un exitoso proceso de inducción, desarrollo floral, polinización y fructificación. Alteraciones en cualquiera de estas etapas tienen un efecto detrimental en la producción de fruta, lo cual no puede ser corregido con posteriores prácticas culturales (SEDGLEY, 1987).

La inducción floral, es el conjunto de cambios en las células del meristemo, que permiten la formación de órganos florales en lugar de hojas (HESS, 1975). Dichos cambios fisiológicos son imperceptibles y se originan de condiciones metabólicas en las células meristemáticas que afectan absolutamente el patrón de diferenciación del meristemo (MEYER, 1960).

La inducción floral se produce en otoño, cuando hay una baja en los contenidos de carbohidratos; con esto se logra disminuir la competencia entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo por una disminución de la actividad vegetativa (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985). Según GARDIAZÁBAL y ROSENBERG (1991), este fenómeno ocurre en Chile durante los meses de abril y mayo. Se cree que cualquier condición de estrés de intensidad y duración suficiente, puede conducir a la inducción floral, como por ejemplo, bajas temperaturas, suelos con baja humedad, ataques de *Phytophthora cinnamomi*, deficiencia de nutrientes minerales, calor extremo, siendo las más importantes las bajas temperaturas y la sequía (WOLSTENHOLME, 1990).

Poco tiempo después de la inducción floral ocurrirían los primeros signos de iniciación floral, al seccionar yemas terminales y subterminales y observarlas al

microscopio. Los primordios de flor continúan desarrollándose lentamente temprano en invierno y las yemas que florecerán tarde en invierno y primavera se observan notablemente abultadas (WOLSTENHOLME, 1990). GONZÁLEZ (1993) y CARRILLO (1995) señalan como primer indicio de diferenciación floral, el desarrollo de meristemas axilares, a partir del mes de abril y se prolongaría hasta septiembre en las condiciones de cultivo en Quillota, V región. Los mismos autores describen el desarrollo acelerado de estos meristemas, en desmedro del desarrollo del meristemo apical, de tipo vegetativo que dará lugar a la condición de panícula indeterminada en la mayoría de los casos, esta condición según otros autores sugiere mejor disposición frente al cuajado, debido al aporte temprano de reguladores de crecimiento que produce el brote en cuestión, como también problemas debido a la competencia por fotoasimilados durante la cuaja, debido a que durante una cantidad importante de días este brote no es autótrofo (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

2.4.2. Descripción de las flores

Las flores del palto son completas, es decir, poseen androceo, gineceo, cáliz y corola (CALABRESE, 1992; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). Son pequeñas de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están completamente abiertas; de color amarillo verdoso y densamente pubescentes (CALABRESE, 1992). El perianto está formado por tres sépalos y tres pétalos. Cada uno de los sépalos se encuentra opuesto a un estambre interno. Rodeando al gineceo se encuentran tres estambres con dos nectarios en la base de cada uno e intercalados por tres estaminodios. Hacia el exterior, se encuentran seis estambres que no poseen nectarios (BECKEY, 1989).

El gineceo consta de un carpelo simple (OSUNA, 1982). El estilo es delgado y el estigma lobulado (BERGH, 1969). El ovario es súpero y posee un único óvulo,

blanco y pubescente (OSUNA, 1982).

El desarrollo floral en palto es el mayor evento fonológico (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988), El crecimiento reproductivo comienza después de un corto período de parada invernal del árbol con antesis posterior al desarrollo del brote y formación del fruto. La floración contribuye en un 8% a la producción total de materia seca en un ciclo completo de crecimiento (CAMERON, MULLER y WALLACE, 1952). Los órganos florales incrementan el potencial de pérdida de agua del árbol en un 90%, y demandan las reservas de carbohidratos y nutrientes que tiene el árbol (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). La floración parte casi al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo de primavera, este es un período de traslape e intensa competencia por los nutrientes, elementos minerales y agua (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

Las flores se agrupan en una inflorescencia compuesta denominada panícula, donde algunos o la mayoría de los pedúnculos se ramifican formando un racimo.

El desarrollo de la inflorescencia ocurre en ramas de madera de un año de edad y también en brotes del mismo año (RODRÍGUEZ, 1982).

Las yemas florales del palto generalmente son mixtas y contienen primordios florales latentes y un ápice vegetativo terminal. Estas yemas florales se denominan indeterminadas. Ocasionalmente se han encontrado tipos de brote que terminan con el crecimiento reproductivo, a este tipo de inflorescencia se les denomina determinadas (SCHROEDER, 1944)

2.4.3. Periodo de floración

La floración ocurre en primavera a partir de las yemas provenientes del crecimiento de la primavera o verano anterior (THORP, ASPINALL y SEDGLEY, 1993).

La duración de la floración varía entre cultivares desde uno a ocho meses, pero en la mayoría de las variedades tiene una extensión de dos a tres meses (PAPADEMETRIOU, 1976): La larga floración se debe a que el período de inducción que ocurre durante el otoño bajo nuestras condiciones, dura dos o tres meses (WOLSTENHOLME, 1990b).

La intensidad de la floración está determinada por fuertes señales climáticas, especialmente frío durante la etapa de inducción, pero también temperaturas cálidas durante la apertura de yemas y fase de desarrollo de la inflorescencia. No obstante, si no hay accidentes climáticos, el palto emite flores en un periodo que dura entre tres a cuatro meses, y ello varía según el cultivar. Así, las variedades mexicanas producen un mayor número de flores más temprano y las variedades guatemaltecas como la Hass, lo hacen hacia el final de la temporada (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

2.4.4. Intensidad de floración

El estrés asociado a grandes cargas, generalmente retarda y reduce la intensidad de la floración, especialmente si se deja la fruta en el árbol después de que ha alcanzado los estándares de madurez (WHILEY, 1990b).

Trabajos en el cultivar Fuerte realizados en Israel, demuestran que un árbol que tiene una gran cantidad de flores, no necesariamente tendrá una gran cuaja y producción.

En cambio, una floración más prolongada en el tiempo, sin ser en ninguna etapa muy abundante, produciría más fruta que una floración intensa, violenta y corta, ya que se agotarían las reservas del árbol, especialmente carbohidratos, elementos minerales y reguladores de crecimiento, los cuales podrían aumentar la cuaja de la fruta en ese período(WOLSTENHOLME, 1990a).

2.5. Contenido de azúcares y almidón en palto Hass:

En cosechas de árboles como el palto, el patrón de almacenamiento de reservas de carbohidratos en varios órganos, estaría determinado por los procesos de asimilación y movilización de carbohidratos durante la estación de crecimiento. Así, las demandas de los sumideros competentes, representados en el desarrollo de tejidos finos, tales como frutas que demandan nutrientes, puedan dar lugar no solamente a prevenir la formación de la reserva del carbón recientemente asimilado, sino también pueden dar lugar al agotamiento de reservas previamente almacenadas (WOLSTENHOLME, 1986). Una comprensión de la asignación de carbono desde las reservas almacenadas a través del ciclo del crecimiento es esencial en el conocimiento de los mecanismos que controlan procesos fenológicos tales como el crecimiento o la producción de la fruta (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

El conocimiento de los procesos que regulan la oferta y demanda de carbohidratos en diferentes etapas fenológicas permitiría también el desarrollo de las prácticas de manejo que optimizarían el crecimiento y productividad (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989). Los estudios previos en cosechas de árboles frutales han mostrado que esas reservas de carbohidratos son usadas para soportar la productividad (MONSELISE y GOLDSCHMIDT, 1982).

Los carbohidratos corresponden al 95% de la materia seca del fruto y en un árbol sano y bien regado, son el recurso que presenta mayores limitaciones al rendimiento del mismo. El modelo de SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) demuestra el impacto de la reserva de carbohidratos previo a la floración respecto del éxito de la formación de frutos. Los factores que permiten la acumulación de esta reserva son la carga de fruta en ese momento y el tiempo que esta se mantiene en el árbol (WHILEY, 1990a).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), señalan que la alternancia de producción en el palto aparece relacionada a niveles de carbohidratos en el árbol. Altos rendimientos luego de una alta acumulación de almidón durante el invierno anterior resulta en bajos niveles de almidón durante el siguiente año. Los niveles máximos de carbohidratos se encuentran temprano en la primavera y declinan desde ahí hasta otoño. Durante este período donde las reservas de carbohidratos disminuyen se lleva a cabo la floración, crecimiento del brote y desarrollo de los frutos para alcanzar un mínimo en otoño antes de la iniciación floral. Sin embargo, otros estudios (KÁISER Y WOLSTENHOLME, 1995) han indicado que las altas concentraciones de reservas de carbohidratos no tienen como resultado necesariamente mayor floración, fructificación, y un rendimiento más alto, como los carbohidratos de reserva se pueden utilizar preferentemente para crecimiento vegetativo (KÁISER Y WOLSTENHOLME, 1995).

La distribución de fotosintatos dentro de la planta, estaría regulada por la interacción fuente-demanda. Las fuentes son los exportadores de fotosintatos y las demandas o sumideros son los importadores netos de los mismos (HO, 1988).

El orden de prioridad entre los sumideros es una función de la tasa de crecimiento (actividad de la demanda) y el tamaño de los sumideros o demanda. El orden de

mayor demanda es usualmente: semillas > partes de frutos frescos = ápices de brotes y hojas > cambium > raíces > tejidos de almacenamiento (CANELL, 1985; citado por WOLSTENHOLME, 1990). Las hojas jóvenes tienen altas tasas metabólicas y de expansión, por lo tanto, son demandas fuertes y compiten con otros órganos demandantes de la planta (HO, 1988). Esto es particularmente importante en palto, ya que este posee inflorescencias mayoritariamente de tipo indeterminada. (WHILEY, 1990b).

El fruto como estado final de crecimiento de un órgano reproductor, comúnmente es una demanda fuerte de fotosintatos (WOLSTENHOLME, 1990). Se ha observado que el fruto en desarrollo puede atraer fotosintatos a expensas del crecimiento vegetativo (BOLLARD, 1970). Sin embargo, la flor generalmente tiene una prioridad menor que el fruto en atraer fotosintatos. De hecho, el desarrollo inicial de la flor puede ser retrasado por una competencia severa del crecimiento vegetativo. Una vez que los frutos comienzan a desarrollar, la dirección del transporte de fotosintatos cambia en favor del crecimiento del fruto (HO, 1992).

En el palto, a principios de la primavera la competencia que existiría entre crecimientos vegetativo y reproductivo, limita el potencial de producción, especialmente en cultivares vigorosos, tales como 'Fuerte' (BLUMENFELD *et al.*, 1983). En las inflorescencias indeterminadas, las hojas compiten con las flores y el fruto en desarrollo por fotosintatos, hasta que alcanzan 2/3 de su expansión total (WHILEY, 1990).

2.6. Contenido de nitrógeno en palto Hass:

Según LOVATT (1995) con respecto al uso del nitrógeno en el palto se suscitan dos hechos relevantes: En la mayoría de las naciones productoras de paltas, los

agricultores fertilizan sus árboles para mantener la concentración de nitrógeno en las hojas entre 2,0 a 2,6%. Con respecto al fruto del palto, es uno de los órganos que presenta los mayores depósitos de nitrógeno. Las paltas tienen mayores concentraciones de proteínas que cualquier otro fruto de hoja caduca producido comercialmente (HALL *et al.*, 1980). En tanto que otras frutas promedian un contenido de 0,0% de proteína sobre la base de peso en fresco (FAO, 1970), las paltas rutinariamente exceden el 2,3% de proteína por unidad de peso en fresco (PEARSON, 1975; SLATER *et al.*, 1975; HALL *et al.*, 1980)

En lo que respecta al contenido de nitrógeno por parte de las inflorescencias de palto FIGUEROA (1997) estableció niveles de 2,5 % para inflorescencias indeterminadas.

2.7. Relación carbono-nitrógeno:

Según COUTANCEAU (1964) señala que un valor alto de la relación carbono-nitrógeno es uno de los factores determinantes de la floración, por lo tanto, cualquier aporte excesivo de nitrógeno antes de la época de diferenciación de botones florales puede reducir o anular la formación de éstos, sobre todo en árboles que empiezan a producir.

Por otra parte, la formación de órganos florales se efectúa a expensas de los nutrientes transferidos a los meristemas florales, en consecuencia, los órganos no se desarrollan adecuadamente si el abastecimiento de nutrientes, tanto carbohidratos como nitrogenados no es óptimo. (COUTANCEAU, 1964)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar del experimento:

El experimento se llevara a cabo en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Pontifica Universidad Católica de Valparaíso. Ubicado en el sector de La Palma en la Provincia de Quillota, V región.

3.1.1. Caracterización climatológica de la zona de ensayo

El valle de Quillota ubicado en la Provincia de Quillota, V región de Valparaíso de Chile, posee un clima mediterráneo y se ubica en la región de los valles transversales que se caracterizan por tener veranos secos y cálidos, afectados por vientos alisios o subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos debido a la acción del frente polar (MARTÍNEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima del mes más frío (julio) de 5,5°C. El periodo libre de heladas aprovechable es de nueve meses, desde septiembre a mayo. La suma anual de temperaturas base 5°C es de 3700 grados día y a 10°C, 1900 grados día (NOVOA *et al.* 1989).

El régimen hídrico, se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con 125 mm. La evaporación media llega a 1361 mm anuales, con un máximo mensual en diciembre de 219,3 mm y un mínimo en junio de 36,1 mm (NOVOA *et al.*, 1989).

En la zona de Quillota se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies hortofrutícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTÍNEZ, 1981). La humedad relativa en la zona es más bien alta, siendo uniforme durante el año y presentándose más alta en los meses de invierno y durante las primeras horas de la mañana (MARTÍNEZ, 1981).

3.2. Materiales:

3.2.1. Material Vegetal

El estudio se realizó en la Estación Experimental de la Palma, Sector Hass 98, cuartel 5, se seleccionaron 15 árboles todos de cinco años de edad, con un marco de plantación de 5 x 5 m sobre camellón, los árboles presentaban un diámetro ecuatorial de copa de 4 m y una altura promedio de 5 m, con manejo de poda. Los árboles fueron elegidos aleatoriamente, un plano del cuartel y la distribución de los árboles en estudio se presentan en el Anexo 1.

3.2.2 Determinación del número de flores

Se realizó la recolección de todas las flores caídas durante el periodo de floración, mediante trampas de malla rachell (80% de cubrimiento) puestas bajo cada árbol, las flores cayeron en forma natural, cada trampa comprendía una superficie de captura de 4 m de ancho x 6 m de largo, lo cual se ajusta al área correspondiente al diámetro de la copa del árbol (el sistema de conducción utilizado no permite el desarrollo de las ramas hacia la entre hilera, pero forma un seto en el camellón). Las flores fueron recolectadas dos veces por semana, en el Anexo 2 observa la disposición de las trampas bajo cada árbol.

Las flores recolectadas fueron pesadas y luego deshidratadas en una estufa Binder a 60° C. La cantidad de flores por árbol se estimó usando un determinado número de flores secas (1000) las cuales fueron pesadas en una balanza Sartorius, obteniendo de esta manera un peso promedio de la flor de palto (seca), el cual divide al valor de la recolección final de flores deshidratadas.

Las flores deshidratadas para los análisis fueron separadas por fecha, en el Anexo 3 se aprecia el tipo de material recolectado a medida que el proceso de caída de flores avanza en el tiempo.

3.2.3 Categorización de la densidad floral

La categorización de la densidad floral en baja, media y alta, se realizó basándose en los kilos de fruta que cada árbol en estudio produjo la temporada anterior. Si la producción óptima de un huerto debiera llegar en teoría a las 32,5 ton por ha, arbitrariamente se tomaron los siguientes parámetros para la densidad floral:

Cuadro 1. Categorización de los niveles de floración de acuerdo a carga frutal que presentan los árboles (densidad de 400 plantas/ha)

kg. de fruta por ha	kg. de fruta por árbol	Intensidad de la floración esperada
8000	0 a 20 kg	Alta floración
8000 a 20000	21 a 50 kg	Floración media
> 20000	Más de 50 kg	Baja floración

3.2.3.1 Diseño experimental

Para validar la relación entre la carga frutal de una temporada y la floración esperada para la siguiente, se realizó una Regresión Lineal Simple, donde la variable independiente serán los kilos de fruta producidos por cada árbol, y la variable dependiente será el número de flores que presenta cada árbol.

Para determinar la variabilidad observada en los datos explicada por el modelo de RLS se usó el coeficiente de determinación R^2 . Para probar la representatividad del modelo se realizó el test de **Fischer**. Para probar la linealidad de la asociación entre las variables se realizó el test de los intervalos de confianza para $B1$.

3.2.4 Determinación del contenido de nitrógeno

Para la determinación del contenido de nitrógeno se utilizó el método micro-Kjeldhal, mediante una digestión del tejido vegetal con H_2SO_4 concentrado, utilizando como catalizador una mezcla propietaria de Sulfato de Cobre, Sulfato de Sodio anhidro, yeso y caolín. Este análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelo de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

El tejido vegetal que se utilizó corresponde a flores de palto deshidratadas, las que fueron pasadas por un molino. Este análisis se llevó a cabo para cada semana de floración, y de esta manera visualizar la variación del contenido de nitrógeno a medida que la floración avanza y con ello determinaciones en la calidad de la flor.

3.2.5 Determinación del contenido de carbohidratos

El procedimiento se basa en la separación del azúcar por hidrólisis con ácido sulfúrico, se usa una mezcla de reactivo de fenol ácido sulfúrico para conseguir una hidrólisis completa de las partículas de celulosa, y determinar su concentración por colorimetría (BLACK, 1993).

3.2.5.1 Procedimiento

Las flores recolectadas durante la primavera fueron deshidratadas y almacenadas, anotándose su fecha de recolección, se tomaron muestras correspondiente a cada semana de recolección de acuerdo a la categoría de densidad floral.

Se analizaron seis muestras por cada categoría de densidad floral, cada una corresponde a una semana del periodo de floración (las dos primeras semanas se juntaron en una sola muestra debido a que algunos comenzaron antes y terminaron antes con su proceso). En total se analizaron 18 muestras.

El tejido vegetal que se utilizó corresponde al mismo tipo que el utilizado para el análisis del contenido de nitrógeno.

Las muestras de entre 0,4 a 0,5 g, se pesaron en una balanza analítica (marca Sartorius), se pusieron en frascos con tapa, claramente enumerados, para mantener la identificación de las muestras hasta el final y se les agregó 100 ml de ácido sulfúrico 0,5 M. Los frascos fueron llevados al autoclave (presión 103 Kpa; temperatura aproximada de 120° C) durante una hora. Se utilizó como blanco solo reactivo sin muestra.

Después de una hora, se trasvasió el contenido líquido (extracto de flor de palto), de cada frasco a matraces volumétricos de 200 ml, lavando los residuos con pequeñas porciones de agua destilada. La muestra se aforó y homogeneizó. El material sólido se filtró con papel filtro (Whatman 42).

3.2.5.2 Solución estándar

Se realizó una curva patrón con concentraciones de 0, 20, 30, 40, 50, 60 ppm de glucosa (laboratorios Merk). Para lograr estas concentraciones, se debió preparar previamente una solución base de glucosa con una concentración de 1000 ppm, se llevo 2, 3, 4, 5, 6 ml a matraces de 100 ml y se aforó con agua destilada. La concentración correspondiente a 0 ppm contenía solo agua destilada.

3.2.5.3 Preparación de la curva de calibración

Se extrajo 1 ml de solución base de glucosa en celdas de lectura espectrofotométricas, luego se agregó a cada una 1 ml de solución fenol al 5%.

Bajo campana se adicionó a cada celda 5 ml de ácido sulfúrico concentrado PA, asegurándose una homogenización completa. La mezcla comenzó a aumentar de temperatura y a cambiar de color a anaranjado, siendo inicialmente transparente.

3.2.5.4 Tratamiento de la muestra de extracto de flor de palto

Debido a lo concentrado de la muestra, se debió realizar una dilución de 5ml de esta en matraces de 25 ml y aforadas con agua destilada.

Se tomó con una pipeta 0,25 ml de extracto de flores diluido, dependiendo de la concentración de la muestra, en celdas espectrofotométricas. Se agregó agua destilada

hasta completar un volumen de 1 ml y luego se le adiciono 1 ml de solución de fenol al 5%.

Posteriormente, bajo campana, se realizó lo mismo que para la curva de calibración, agregando 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.

3.2.5.5 Tratamiento del blanco

En una celda se tomó con una pipeta 1 ml de la muestra blanco. Luego se agregó 1 ml de solución fenol y 5 ml ácido sulfúrico bajo campana.

Tanto en la muestra como en el blanco, se produjo el mismo cambio de temperatura y color observado en las celdas para la curva de calibración.

Todas las celdas (curva de calibración, tratamiento muestra y blanco), se dejaron reposar por diez minutos al aire libre. Al cabo de los 10 minutos, se colocaron en un baño de agua 25 – 30° C por 25 minutos.

Transcurrido el tiempo se procedió a leer las celdas muestras en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 490 nm para obtener el % de tramitancia y posteriormente la absorbancia mediante la siguiente formula:

$$\text{Absorbancia} = 2 - \log \% \text{ Tramitancia}$$

Para comparar los datos obtenidos de las muestras, se construyó una curva patrón con los parámetros concentración (x), expresada en ppm y absorbancia (y) expresada en porcentaje.

En el Anexo 4 el grafico de la curva patrón.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Determinación del número de flores:

La recolección comenzó a partir de la caída natural de flores, durante la tercera semana de octubre y terminando en la segunda semana de diciembre (8 semanas). Esto indicaría que la floración fue normal en su duración, ya que se corresponde con la duración del proceso descrito en Chile, que generalmente se presenta desde finales de agosto hasta mediados de diciembre para el palto Hass (GARCIA, 1997), en este caso la medición comienza con el incremento de la caída de flores, no considerando el tiempo que estas demoran en formarse.

En la siguiente tabla se observan los resultados de la recolección acumulada de flores al finalizar la caída de flores.

CUADRO 2. Cálculo del número de flores por árbol. Número total (estimado) de flores que presentan árboles de palto Hass.

Nº de árbol	g. totales de flores secas árbol	Nº Estimado* de flores árbol
1	224,19	32.027
2	2013,12	287.589
3	786,94	112.420
4	68,77	9.825
5	869,27	124.181
6	1494,74	213.534
7	426,59	60.941
8	2311,54	330220
9	2194,45	313.493
10	386,36	55.194
11	2507,8	358.257
12	201,05	28.721
13	1829,07	261.296
14	43,08	61.54
15	525,11	750.16

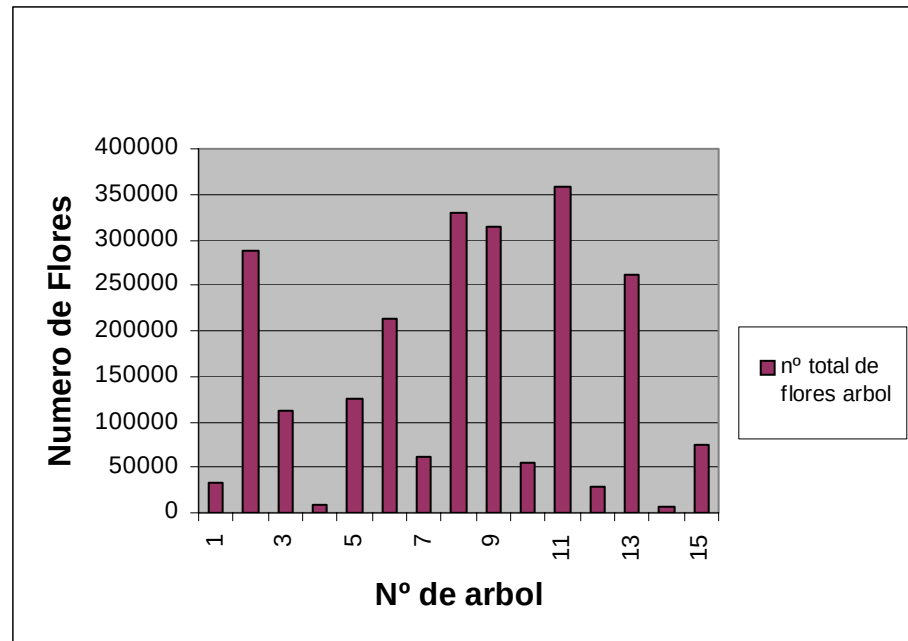


FIGURA 1. Diferencia entre árboles en cuanto al número de flores que produce.

En la Figura 1 se aprecia claramente que existe una gran diferencia entre la cantidad de flores que cada árbol produce, desde el valor mas bajo al más alto hay aproximadamente un 5.800% de diferencia en el número de flores. La desviación estándar de los datos registrados es de 128.590,76 flores, lo que demuestra lo irregular de los árboles dentro de un mismo huerto en cuanto a su carga floral, esto sin duda se relaciona directamente con el problema de añerismo que esta especie presenta en la mayoría de las zonas productivas, en el Anexo 5 dos fotografías muestran la diferencia de carga floral en dos árboles de palto de un mismo huerto.

Los resultados de la recolección entrega valores que difieren de algunos de los manejados normalmente en bibliografía, donde se asegura, que el árbol de palto produce gran numero de flores y baja cuaja, mostrándose valores que variarían entre 1 a 2 millones de flores por árbol y que la cuaja alcanzaría solo un 0,001% (LOVATT, 1994). SEDGLEY (1980) indica que árboles adultos de palto (20 años de edad) producen sobre 1,6 millones de flores, sin embargo, la cuaja solo alcanza valores de entre 0,001 a 0,23%. DEGANI (1986) asevera que un árbol adulto de palto puede llegar a producir millones de flores cada temporada. Con las cantidades obtenidas en este estudio, no se altera dicha aseveración, pero si queda de manifiesto que los valores que se manejan hasta ahora, no concordarían con lo registrado para los árboles desarrollados en el manejo actual de paltos. Es importante señalar en este punto, que los árboles estudiados tienen cinco años de edad, presentan una altura de 5 m y un diámetro de copa de 4 m, son podados cada temporada, por lo que cada año se produce un renuevo de los brotes sobre los cuales se producen las flores, esto daría una explicación a la diferencia con los datos existentes. Los árboles de palto en Chile debieran ser manejados en dimensiones como las descritas o menores aun, en función de los manejos que se llevarían a cabo por las distancias de plantación actualmente utilizadas (CAUTÍN, 2005)*.

* Cautín R. Ing. Agr. Profesor de Frutales de Hoja Persistente, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 2005,. Comunicación Personal.

Köhne (1998) respecto al manejo de un huerto moderno de palto, señala que la preocupación de los productores debiera estar orientado a: lograr rápidamente el punto de equilibrio, lograr rápidamente la producción optima, mantención anual de la producción optima y lograr una larga vida económica del huerto, esto debiera lograrse sin llegar a eliminar o entresacar plantas del huerto, de esta manera la poda de los árboles será indispensable. Analizado desde este punto de vista, no debiera extrañar el bajo numero de flores que este estudio arroja en comparación con los datos manejados anteriormente, ya que primeramente los árboles son de menor envergadura por la menor distancia de plantación, esto determina el crecimiento vegetativo y por ende el numero de yemas y flores potenciales. Esto si se compara con las técnicas de manejo mas antiguas, donde a los árboles se les otorgaría el espacio que ellos requirieran para su crecimiento entresacando plantas o estableciéndolos a mayores distancias de plantación.

Según MONSELISE y GOLDSCHMIDT (1982) se describen dos situaciones por las cuales se puede causar el añerismo:

- a) Un año “**off**” (poca o sin producción) causado por falta de flores, falta de frutos, excesos de flores o de frutos caídos,
- b) Un año “**on**” (alta producción) causado por una alta floración, poca caída de frutos y por consiguiente resultado en alta carga frutal.

La alternancia cuando se esta en condición de añerismo se caracteriza porque siempre después de un año **on** le sigue uno en **off**.

Este tipo de comportamiento se asocia a una fluctuación en los niveles internos de reservas de carbohidratos, siendo este el mecanismo que perpetuaría los ciclos de alternancia. Este comportamiento se refleja directamente en la capacidad del árbol de

producir flores, por lo cual debieran ser estas las que nos permitieran dar un diagnostico acerca de las reservas energéticas con las que el árbol esta funcionando.

Huertos establecidos en alta densidad, lograrían producciones mas estables en el tiempo, ya que el comportamiento individual de las plantas, estaría menos marcado gracias a los manejos y seria menos gravitante al cubrirse su efecto (año **on** o año **off**) por la densidad de plantas existentes, en cambio en huertos de bajas densidades, los efectos del comportamiento individual seria mas notario en la productividad del huerto, haciéndose mas marcada la condición de alternancia o añerismo en la producción.

4.2. Numero de flores versus carga frutal:

Los árboles seleccionados se cosecharon el mes de octubre del 2003 (producción proveniente de la floración anterior a la estudiada en este trabajo) y los kilos de fruta por árbol se presentan en el Cuadro 3, junto al número de flores estimadas.

CUADRO 3. Kilos de fruta cosechada por árbol y su correspondiente determinación de flores producidas en la siguiente temporada (datos ordenados según kilos de fruta).

n° de árbol	N° de frutos por árbol (2003)	kg totales de fruta árbol (2003)	n° total de flores árbol (2003)
14	380	114	6154
12	333	100	28721
10	320	96	55194
1	254	76,25	32027
15	237	71	75016
4	182	54,6	9825
7	117	35	60941
3	83	25	112420
5	83	25	124181
6	63	19	213534
11	30	9	358257
13	30	9	261296
2	8	2,5	287589
8	3	0,82	330220
9	0	0	313493

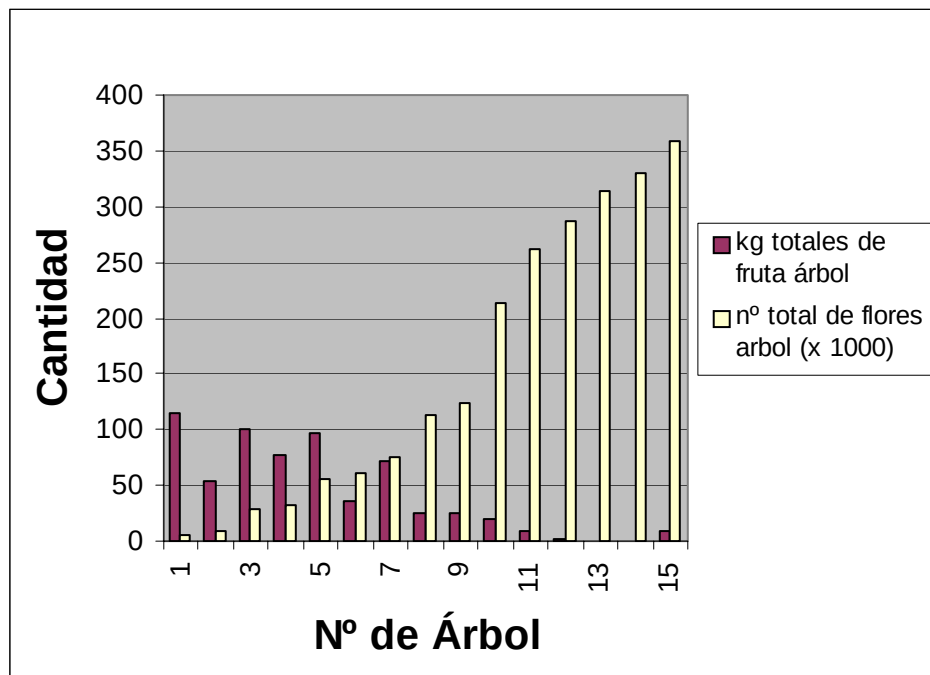


FIGURA 2. Relación entre la carga frutal de la floración anterior y el número de flores de la temporada en estudio.

Se realizó un análisis de regresión lineal simple (Anexo 6) a la tabla del Cuadro 3 y presenta un coeficiente de relación de 0,72, comprobándose de esta forma la dependencia directa que tiene la floración (lo que se midió) con la carga frutal que presenta un árbol.

Un aspecto importante a considerar a diferencia de otras latitudes, son las condiciones de como se desarrolla el cultivo del palto Hass en Chile, donde la fruta permanece colgada al árbol un extenso periodo de tiempo, para los árboles observados, la floración comienza en septiembre y la fruta cuajada es cosechada a mediados de octubre del año siguiente, por lo tanto de flor a cosecha transcurren 13 meses. Esto último, es otra condicionante de la carga floral que pudieran presentar los árboles de palto*.

Existe evidencia contundente acerca del efecto que tendrían los reguladores de crecimiento endógenos producidos por las plantas sobre la floración principalmente las giberelinas. La fruta durante su maduración produce en forma endógena reguladores de crecimiento, los cuales producen un cambio en el balance hormonal de la planta y probablemente un control de la iniciación floral DAVIE y SMITH (1993), el mismo autor propone que es posible que el ácido giberélico producido en exceso por el endocarpio y el embrión de los frutos en el año “on” limita la floración y la cuaja de frutos. HOAD (1983) sugiere que el cambio en el nivel de hormonas endógenas tal vez sea más importante que el cambio en los niveles de carbohidratos en el control de la floración. Toda condición que aumente el ácido giberélico producido en la semilla de los frutos inhibirá la inducción floral, esto da como hipótesis que en producciones bianuales se producen mas giberelinas que en plantas con producciones regulares. Es posible sin embargo que las hormonas y una reducción en las reservas energéticas actúen como factores combinados en una pobre formación floral (DAVIE y SMITH, 1993).

De la información obtenida del Cuadro 3 producto de la regresión lineal se determino la siguiente ecuación, la cual pudiera aplicarse como modelo predictivo de la carga floral esperada:

$$Y = -825,27X + 268195$$

Donde: Y = N° de flores esperadas

X = N° de frutos por árbol.

Esto sin embargo necesita de otra temporada de ensayo para su validación y comprobarlo con la fruta que se cosechará la próxima temporada.

4.3. Porcentajes de cuaja:

Durante el mes de abril del 2004, se realizó un conteo de los frutos cuajados por árbol y los resultados de esos conteos se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 4. Conteo de frutos cuajados de los árboles del ensayo

Porcentaje de cuaja	n° total de flores árbol (2003)	kg totales de fruta árbol (2002-2003)	Número de frutos contados (abril 2004)	kg estimados (Abril 2004)	N° de flores estimadas
0,11	6154	114	7	2,1	262418,11
0,12	9825	54,6	12	3,6	258291,76
0,14	28721	100	40	12	235184,20
0,34	32027	76,25	110	33	177415,30
0,13	55194	96	71	21,3	209600,83
0,13	60941	35	80	24	202173,40
0,13	75016	71	94	28,2	190619,62
0,12	112420	25	130	39	160909,90
0,14	124181	25	178	53,4	121296,94
0,05	213534	19	113	33,9	174939,49
0,08	261296	9	198	59,4	104791,54
0,08	287589	2,5	240	72	70130,20
0,07	313493	0	205	61,5	99014,65
0,07	330220	0,82	222	66,6	84985,06
0,11	358257	9	384	115,2	-48708,68

En el Cuadro 4 queda de manifiesto la alternancia de producción en los árboles, sin embargo se puede apreciar que el % de cuaja no varía de forma significativa dentro de los distintos niveles de floración, esto es más claro de visualizar en la Figura 4.

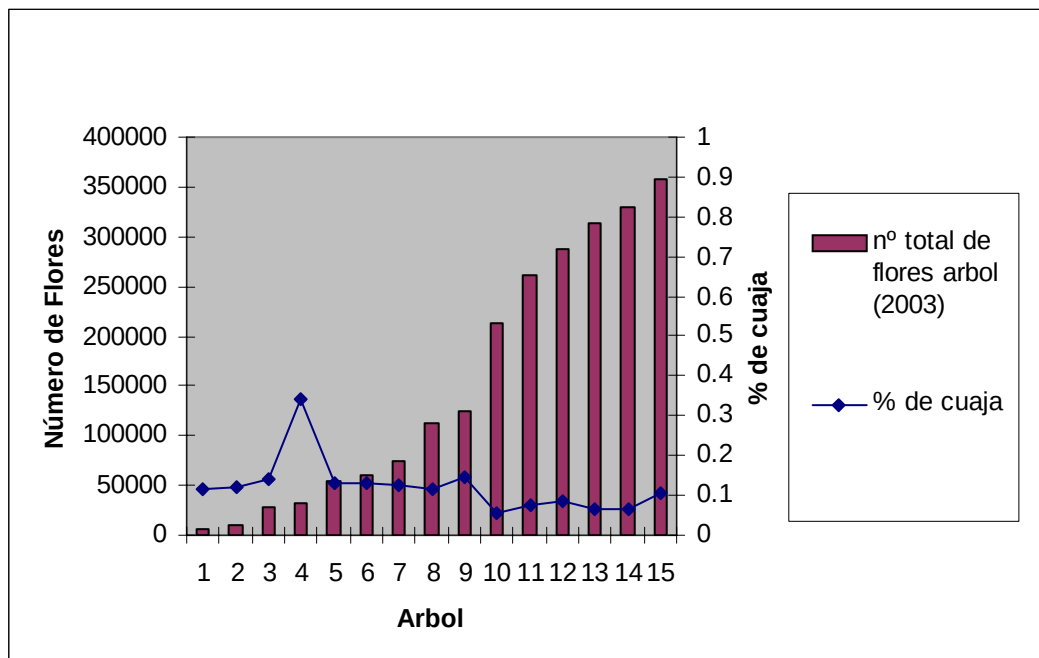


FIGURA 4. Porcentaje de cuajado versus el número de flores.

En la FIGURA 4, se aprecia que el % de cuaja varia entre el 0,1 y 0,4 %, esto nos entrega una proporción de flores cuajadas de 1:1000, lo que difiere con BERG (1985) quien informa un % de cuaja de 0,001%. SEDGLEY (1980) autor indica que árboles adultos de palto (sobre 20 años de edad), producen sobre 1,6 millones de flores, pese a ello, el cuajado de las flores solo llegaría a ser entre un 0,001 a 0,23%, por lo que dicha diferencia podría estar en la edad de los árboles y la forma en que estos son manejados actualmente.

En la FIGURA 4, se observa que independiente del nivel de floración el % de cuaja, se mantiene dentro de un rango mas bien constante, por lo tanto, la carga que presenta cada árbol no estaría determinada por un cambio en la capacidad de cuaja sino por el numero de flores, esto concuerda en parte con lo señalado por PEREZ de OTEYZA (2003) quien asevera que la cantidad de frutos cosechados no variaba por encima de una cierta densidad de frutos cuajados. El mismo autor concluye que el exceso de cuajado en años de alta floración e incluso quizás el exceso de floración mismo, puede limitar la expansión temprana del área foliar, provocar una excesiva caída de frutos, drenar recursos energéticos, aumentar la alternancia y disminuir la cosecha media del palto Hass en condiciones mediterráneas.

Para demostrar lo anterior se realizo un análisis de regresión que demuestra la escasa relación que existe entre el numero de flores y el % de cuaja que presentan estos árboles, No existe correlación entre el numero de flores y el % de cuaja (Figura 4) (Anexo 7).

4.4. Intensidad de caída de flores:

Con la recolección de las flores se pudo visualizar la evolución de la caída de flores a través del tiempo para los árboles estudiados.

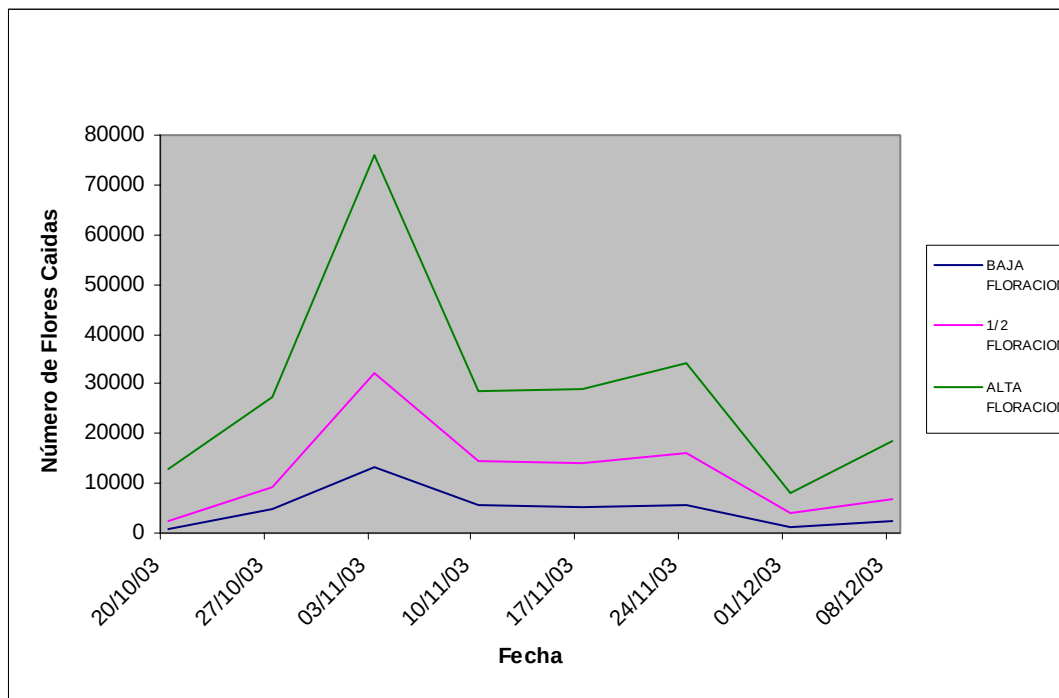


FIGURA 5: Intensidad de floración para tres categorías de producción de flores en Palto Hass, Quillota 2003.

La intensidad en mayor caída de flores se produjo durante la primera semana de noviembre, lo cual corresponde a la semana siguiente a la señalada por GARCIA (1997) como peak de floración para el palto Hass en la localidad de Quillota. Un segundo peak de menor intensidad se observa durante la última semana de noviembre, el cual puede ser atribuido a la floración de las yemas subapicales de aparición más tardía (CAUTÍN, 2005)*, el alza final del periodo de recolección se atribuye a la caída de frutitos cuajados, los cuales tendrían mayor peso que las flores recolectadas a la fecha (Anexo 3, séptima y octava semana). En la Figura 5 se observa que independiente del nivel de floración, todos los árboles mostraron el mismo patrón de comportamiento, peak en las mismas fechas, por lo que el proceso de caída de flores estaría influenciado por factores externos a la planta, como las condiciones de temperatura durante esos momentos y sería independiente del número de flores que presenten los árboles de palto cv. Hass.

4.5. Determinación del contenido de nitrógeno:

Para efectos de este estudio y para poder comparar la existencia de una evolución distinta en los niveles de nitrógeno a través del tiempo, según el número de flores, se realizó la separación de los árboles en tres niveles de carga floral: baja, media y alta (Cuadro 1, Figura 5) y se calculó la curva promedio de contenido para las tres categorías.

* Cautín R. Ing. Agr. Profesor de Frutales de Hoja Persistente, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 2005., Comunicación Personal.

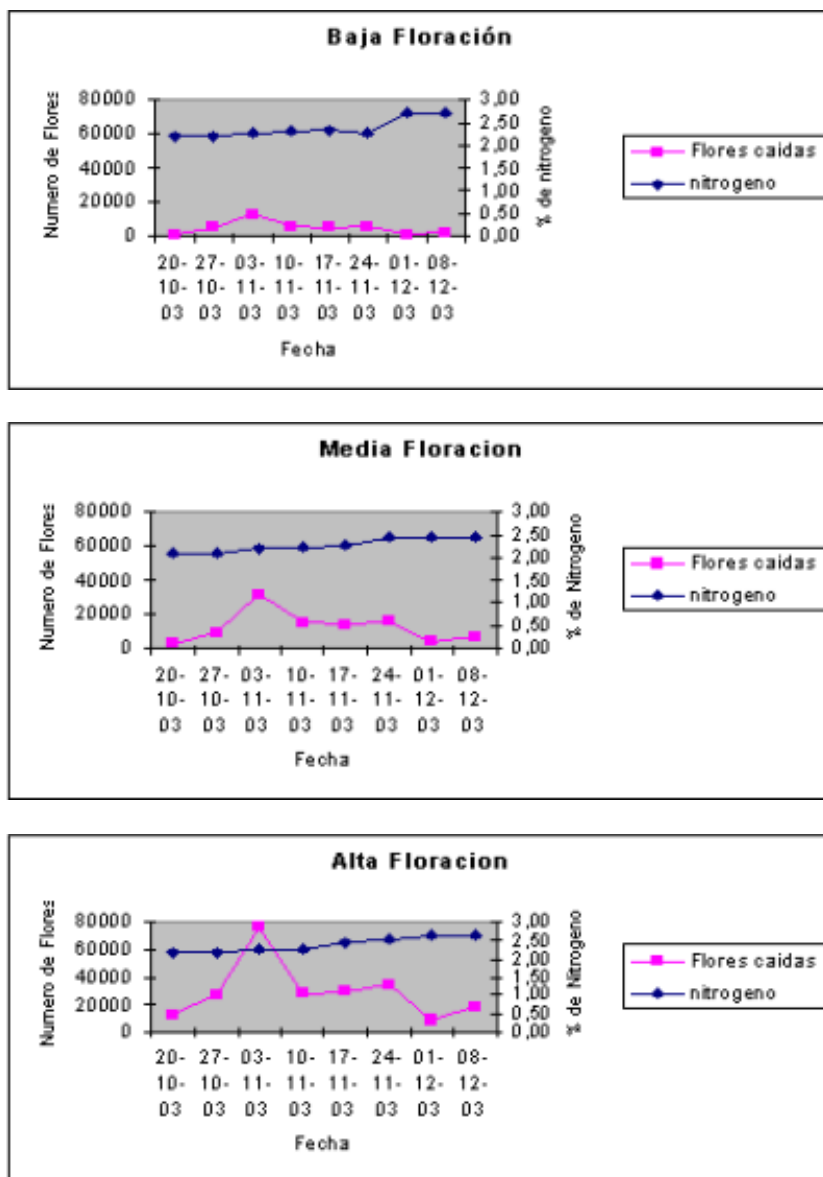


FIGURA 6. Evolución del contenido de nitrógeno que presentan las flores, para tres niveles de floración en palto cv Hass.

El promedio general del contenido de nitrógeno en las flores fue de 2,37%, esto coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores que trabajaron con inflorescencias de palto, FIGUEROA (1997) estableció niveles de 2,5 % para inflorescencias indeterminadas.

Estos valores son interesantes si se piensa que los niveles de nitrógeno en las hojas son similares en la mayoría de las naciones productoras de paltas, los agricultores fertilizan sus árboles para mantener la concentración de nitrógeno en las hojas entre 2,0 a 2,6% (LOVATT 1995). Esto hace pensar que hay una posibilidad de que exista una alta competencia inicial entre las inflorescencias y los brotes durante la primavera por los nutrientes, FIGUEROA (1997) concluyo a este respecto que existe competencia, pero solo por fósforo y calcio para el cultivar Hass.

Sobre la base de las mediciones realizadas en este ensayo, se calculo una aproximación a la cantidad de nitrógeno (expresada en gramos) que invierten los árboles de distinta condición fisiológica en la floración.

Cuadro 4. Contenido de nitrógeno (g.) estimado para tres niveles de floración en palto cv. Hass, 2003.

Nivel de Floración	g. de Nitrógeno por planta
BAJA	4,37
MEDIA	19,44
ALTA	51,45

Si los datos obtenidos del cuadro 4 los aplicamos a un huerto hipotético de 400 plantas por ha, en la condición media de floración se invertirán 7,7 kg. de nitrógeno por ha. Se usa el término inversión ya que este nitrógeno no se perdería, sino que se recicla, puesto que las flores caídas quedan en el suelo del mismo huerto.

En la Figura 6, se observa que los niveles de nitrógeno floral se mantienen en rangos constantes y que estos son independientes del nivel de floración. Esto podría ser uno de los factores que incida para que el % de cuaja se mantenga independiente del nivel de floración, es decir el nivel nutritivo de las flores sería un factor incidente en la cuaja. Existen investigadores que plantean una mejora en la capacidad de cuajado de frutos gracias al mayor contenido de nitrógeno en sus inflorescencias (FIGUEROA, 1997). Hay evidencia de que aplicaciones de boro y/o nitrógeno, provocan una mejora en el crecimiento del tubo polínico. Y que una sola aplicación de boro o nitrógeno aumentan la longevidad del óvulo y el número de tubos polínicos que lo alcanzan (LOVATT, 1994).

También se propone, sin embargo, que altos contenidos de nitrógeno en los árboles durante la floración provocarían un desbalance competitivo que favorecería al crecimiento vegetativo de la planta, en desmedro de la capacidad de fructificación o cuaja, aumentando la caída de frutitos (LOVATT, 1994)

4.6. Determinación del contenido de Carbohidratos Lábilés:

Los resultados de las mediciones se presentan en la Figura 7, se aprecia que estos varían entre un 10 a un 23%, estos valores en comparación con otros estudios se presentan bastante altos. CASTILLO (1996) determinó contenido de azúcares en inflorescencias y sus resultados variaron entre 4 a 6 % de azúcares totales, se debe considerar en este punto, que la metodología empleada fue diferente y se usaron flores frescas, pero se debe tener en cuenta además que estas determinaciones fueron hechas en México, donde los árboles presentan dos floraciones en la temporada (TELIZ, 2000) y los resultados de sus mediciones variaron de acuerdo a la época de floración que se muestreo, por ende no se descarta que los datos obtenidos realmente difieran para una u otra zona.

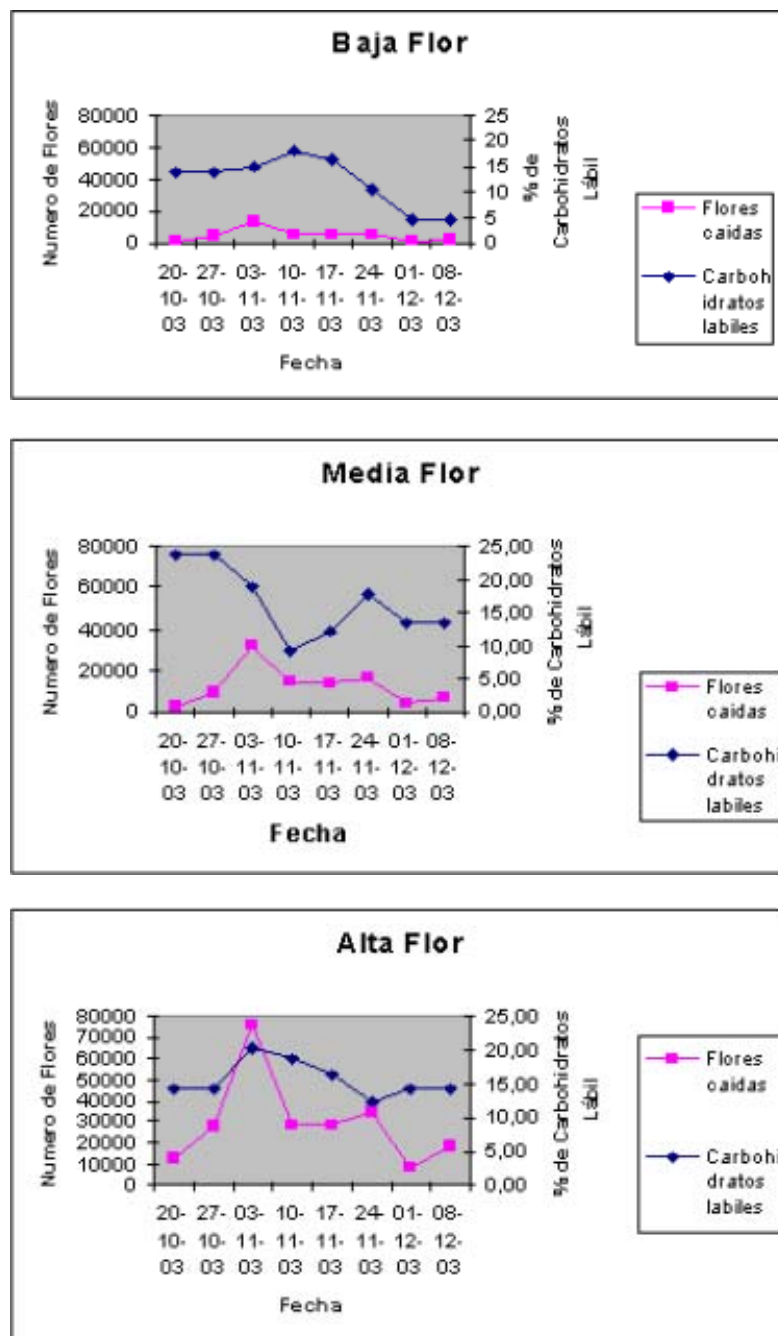


FIGURA 7. Evolución del contenido de carbohidratos lábiles en el tiempo en tres niveles de floración

El éxito de la floración viene determinado por la cantidad de reservas que el árbol posee, eso fue probado por KAISER y WOLSTENHOLME (1993) quienes determinaron el contenido de almidón en troncos de paltos y en los periodos correspondientes a la floración y al inicio del flujo de crecimiento vegetativo, los niveles de estos bajaban.

En la figura 7, se observa que existe una diferencia entre los distintos niveles de floración y el contenido de carbohidratos presente en las flores. Esto se asocia a lo descrito en el párrafo anterior, en sentido de que la carga floral viene determinada por las reservas de carbohidratos estas también afectan la calidad de estas.

En las tres categorías se observa que después del peak de caída de flores, la concentración de carbohidratos comienza a declinar, esto se atribuye a que ya las reservas comienzan a ser repartidas entre flores y un insipiente crecimiento vegetativo. Los niveles máximos de carbohidratos se encuentran temprano en la primavera y declinan desde ahí hasta otoño (SCHOLEFIELD, 1985) (variación en el peso para el mismo volumen, Anexo 3). La competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, especialmente en los inicios de la primavera, se ha reconocido como una de las principales limitantes para la producción de palto (WOLSTENHOLME, 1990; WHILEY, 1990). En paltos el flujo de crecimiento vegetativo se puede traslapar con la cuaja de fruto y el inicio del crecimiento del mismo. Esto solo cambia una vez que los frutos comienzan a desarrollarse, la dirección del transporte de fotosintatos cambia en favor del crecimiento del fruto (HO, 1992).

En paltos, la competencia reproductiva/ vegetativa a principios de la primavera, limita el potencial de producción, especialmente en cultivares vigorosos, tales como 'Fuerte' (BLUMENFELD *et al.*, 1983). En las inflorescencias indeterminadas, las

hojas compiten con las flores y el fruto en desarrollo por fotosintatos, hasta que alcanzan 2/3 de su expansión total (WHILEY, 1990).

En baja cantidad de floración, los niveles de carbohidratos caen fuertemente al final del periodo, esto puede deberse a que la planta experimente un mayor crecimiento vegetativo inicial en comparación con los árboles de las otras categorías, influenciado seguramente por la mayor carga de giberélico que la planta produjo por la mayor carga del año anterior.

La situación de cantidad de floración media, es la que describe una mayor concentración de carbohidratos en las primeras flores, lo que podría atribuirse a un árbol mas equilibrado en la repartición de sus reservas, ya que este no viene de una condición de alternancia y como tiene menos flores en que distribuir los carbohidratos estas probablemente tengan una mejor calidad sobre todo en el inicio del proceso.

La floración intensa, es la que mantiene sus concentraciones de carbohidratos en un rango mas estrecho, estas plantas vienen de una condición con mayor desarrollo vegetativo y por ende acumularon mas reservas.

5. CONCLUSIONES

La cantidad de flores de palto producidas, está en alta relación explicada por la cantidad de fruta presente en los árboles.

El porcentaje de cuaja en palto cv. Hass, no se asocia en forma directa al número de flores, pero si al número de frutos que presento el árbol en la temporada anterior.

La curva de floración en los árboles de palto presenta el mismo patrón de comportamiento, independiente del número de flores que presente.

El porcentaje de nitrógeno constituyente del tejido floral no presenta variaciones desde el inicio al final del proceso, y es independiente de la cantidad de flores y carga frutal de los árboles de palto cv. Hass.

Existe una fluctuación en el nivel de carbohidratos lábiles en las flores del inicio con las del final del proceso, esta fluctuación va de mayor a menor contenido de carbohidratos.

6. RESUMEN

El estudio se llevo a cabo en la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la provincia de Quillota, V Región de Valparaíso de Chile. El estudio busca entregar un índice cuantitativo de la carga floral, inversión mineral y energética de nitrógeno y carbohidratos, en árboles de palto Hass de cinco años de edad, conducidos en sistema de manejo agronómico actual. Para determinar la carga floral de los árboles, se eligieron 15 plantas en forma aleatoria, bajo cada uno de ellos se coloco una trampa de malla que abarco toda la superficie o área de copa, de esta manera, se capturaron las flores que caían en forma natural a lo largo del periodo, estas flores fueron deshidratadas y pesadas. Se tomaron muestras de las flores secas las cuales fueron contadas y pesadas, en base a ello se logro una estimación del numero total de flores caídas para cada árbol.

El numero de flores vario entre 6150 a 358257 desde la mas baja carga hasta la mas alta, los árboles se dividieron en tres categorías; floración alta, media y baja. Se determino que la carga floral esta determinada por la carga frutal de la temporada anterior, a través de los kilos de fruta que cada árbol presentaba cada árbol. Realizando una análisis de correlación, se observó un R^2 de 0,72. se hizo un conteo de frutos cuajados en los árboles en estudio y se calculo el % de cuaja de cada árbol. Se determino que el % de cuaja es independiente del nivel de floración, estadísticamente no se encontró correlación. Los % de cuaja estarían cerca del 0,1%. Se observaron dos peak de caída de flores, los cuales eran coincidentes para las tres categorías de intensidad floral.

Se analizaron flores para determinar el contenido de nitrógeno y carbohidratos lábiles, y la variación de estos desde el inicio del proceso hacia el final del mismo según nivel de densidad floral. Con respecto al nitrógeno, se observó que no varia significativamente a través del tiempo ni de la carga floral del árbol, teniendo las flores en promedio 2,67% del elemento. Para los carbohidratos lábiles, se observaron diferencias de acuerdo al nivel de carga floral que presentara el árbol, en los de baja floración varia de 13,85 a 4,52, para los de carga floral media de 23 a 13,32 y para la alta floración de 14,33 , presentando fluctuaciones a través del tiempo.

7. ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A QUANTITATIVE INDEX OF FLORAL DENSITY AND ASSIMILATE CONSUMPTION FOR 'HASS' AVOCADO TREES UNDER DIFFERENT FRUIT LOADS

This study was done at the La Palma experimental station of the Facultad de Agronomía of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, near Quillota in the Fifth Region of Chile (32° 53' LS, 71° 16' L). The objective of this study was to create a quantitative index of floral density, nitrogen (N) and carbohydrate use, in 5 year-old 'Hass' avocado trees, under current orchard management conditions. To determine the floral density, 15 trees were chosen at random, and under each, a mesh trap was set, covering all of the canopy surface area. Thus, the flowers were allowed to fall naturally over the study period, were then caught, dried and weighed. Samples taken of the dried flowers were counted and weighed, and used as the basis of an estimation of the total number of fallen flowers per tree.

The floral density numbers varied from the lowest at 6,150 flowers, to the highest at 358, 257 flowers, with trees being divided into 3 floral density categories; high, medium and low. Floral density was correlated with the fruit load of the previous season, based on the kilograms of fruit per tree, with a correlation analysis R^2 value of 0.72. The number of fruit set on the sampled trees was counted after flowering, after which fruit set percentages for each tree were calculated and found to be close to 0.1%. There was no statistically significant correlation between flowering density and the number of fruit set. Two peaks in flower fall were observed, which coincided in all three flower density categories.

Flowers were analyzed to determine N and labile carbohydrate content, and the variations between them from the initiation to the end of the process, depending on their floral densities. With respect to N, no significant variations were observed over time, nor for floral density, with flowers having on average, 2.67 % N. For the labile carbohydrates, differences were observed in relation to tree floral density categories: in the low density trees they varied from 13.85 to 4.52%, in the medium from the 23 to 13.32, and the high from 14.33, showing fluctuations over time.

8. LITERATURA CITADA

- BECKEY, R. 1989. To bee or not to be. Pollination of avocados. California Grower 13(2): 30-32.
- BERGH, B.O. 1967. Reasons for low yields of avocados. California Avocado Society Yearbook 51:161-172
- BLACK, C.1993. Soil Sampling and methods off Analysis. Canada, Martin. pp. 374-376
- BLUMENFELD, A and GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless Avocado Fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci 99: 442-448 p.
- BOLLARD, E. G. 1970. The physiology and nutrition of developing fruits.. In A. C. Hulme (ed.). The Biochemistry of fruits and their products. London.Academic Press. pp. 387-425
- CALABRESE, F. 1992. El aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249 p.
- CAMACHO, 1997. Contenido de Carbohidratos en hojas e inflorescencias de tres cultivares de aguacate, (on line). www.avocadosource.com.
- CAMERON. S, MULLER, R. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36: 201-209.
- CARRILLO, G. 1995. Efecto de la carga frutal sobre la inducción floreal de yemas terminales de palto cv Hass provenientes de distintos flush vegetativos. Taller de Licenciatura, Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía 118 p.
- CIREN - CORFO. INE. 2002. Catastro frutícola nacional, V región. (on line). www.odepa.cl
- COUTANCEAU, M. 1964. Fruticultura. España, Ediciones de Occidente. 108 p.
- DAVIE, S.J. and SMITH D.G. 1993. Carbohydrate and other studies on alternate bearing Fuerte and Hass avocado trees. Soth African Avocado Growers Association Yearbook 1993. 16:82-85 p.

- FIGUEROA, M. 1997. Contenido nutrimental en hojas e inflorescencias de tres cultivares de aguacate, (on line). www.avocadosource.com.
- GALLASCH, P.T. 1974. Regulating Valencia orange crops with CEPA(2-chloroethyl phosphoric acid) preliminary studies. *Australian Journal of experimental Agricultural Animal Husbandry* 14: 835 - 838.
- GARCIA, M. 1996. caracterización de la floración del palto en los cultivares Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther el Quillota. Taller de Licenciatura, Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía 45 p.
- GARDIAZABAL, F y ROSENBERG. G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- GONZALEZ, A. 1994. Caracterización histológica y evaluación de campo de ápices terminales provenientes de distintos flush de crecimiento vegetativo de palto, en los cultivares Hass y Fuerte. Taller de Licenciatura, Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía 103 p.
- HERNÁNDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- HALL, N.T. 1980. Composiciones proteína y amino acidica de diez frutos tropicales por cromatografía de gas-liquido. *J. Agr. Food Chem.* 28:1217-1221 p.
- HESS, D. 1975. Plant physiology. New York. Springer – Verlag Inc. 287 –312 p.
- HO. L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugar in sink organ in relation to sink strength. *Annu. Rev. Plant Physio. Plant. Mol. Biol.* 39:355-378
- HO. L. C. 1992. Fruit growth and sink strength. In: C. Marshall and J Grace (eds.). *Fruits and set production: Aspects of development, environmental physiology and ecology*. Cambridge Univ. Press. Great Britan. pp. 101-124
- HOAD, G. V. 1984. Hormonal regulation of fruit bud formation in fruit trees. *Acta Horticulturae* 149:13-23 p.

- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3^a. ed. Barcelona, Aedos. 175 p.
- JONKERS, H. 1979. Biennial bearing in apple and pear: A literature survey. *Scientia Horticulturae* 11: 303 - 317.
- KAISER, C., WOLSTENHOLME, B. N. y LEVIN, J. 1995. Towards improved maturity Standard for “Fuerte” avocado (*Persea americana* Mill) fruit in cool subtropical climate, (on line). www.avocadosource.com
- KÖHNE J.S. 1998. Distancias de plantación y control del tamaño en palto en Sud África, (on line). www.avocadosource.com.
- LOVATT, C. J. 1995. Nutrición nitrogenada en palto Hass: ¿a donde va todo el nitrógeno?, (on line). www.avocadosource.com
- LOVATT, C. J., BERTLING y BLANKE. 1994. Comparision of determianted vs indeterminate inflorescesce to determine the roles of PGRs, carbohidrate, Nitrogen, and other nutrients in fruit set of Hass avocado. California Avocado Society Yrbk. 78:175-177
- LOVATT, C. J. 1994. Improving fruit set and yield of ‘Hass’ avocado with a bloom application of potassium phosfate o potassium phosfite alone or in combination with boron or urea. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 78.175-177p.
- LOVATT, C. J. Y CHENG, A.H. 1990. Comparación de los aspectos del metabolismo del nitrógeno del palto con los cítricos. Acta Hort. 2:489-495 p.
- MARTÍNEZ, A.R. 1981. Proyecto de implementación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- MEYER, B.S. 1960. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, EUDEBA. 579p.
- MONSELISE, S.P. & GOLDSCHMIDT, E.E. 1982. Alternate bearing in fruit trees. Horticultural Reviews 4:128-173 p.

- NOVOA, R, VILLASECA, R., DEL CANTO. P. ROVANET, J, SIERRA, C. DEL POZO, A. 1989. Mapa Agro climático de Chile. Santiago. INIA. 221 p.
- ODEPA, 2003. Frutales: Superficie Total País. (on line). www.odepa.gob.cl.
- OSUNA, T. 1982. Estudio de la diferenciación floral y la expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de Aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región de Atlixoo. Tesis Ms. Sc. Chapingo, México. D.F. Colegio de Post graduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 85p.
- PAPADEMETRIOU, M.K. 1976. Some aspects of the flower behaviour, pollination and fruitset of avocado (*Persea americana* Mill.) in Trinidad. California Avocado Society Yearbook 60:106-152.
- PEREZ DE OTEYZA, M.A., HERMOSO, J.M., FARRÉ MASSIP, J.M.. 2003. Aspectos energéticos de la floración y productividad del aguacate Hass. (on line). www.avocadosource.com
- PETERSON, P.A. 1956. Flowering types in the avocado with relation to fruit production. California Avocado Society Yearbook 40:174-179.
- RODRÍGUEZ. F. 1982. El Aguacate. México, AGT. 167p.
- SCHOLEFIELD, P.B, SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25: 99-110.
- SCHROEDER, C.A. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook. 29: 39-40.
- SEDGLEY, M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. Annals of Botany 43:353-359.
- _____. 1987. Flowering, pollination and fruitset of avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 10:42-43.
- SLATER, G.G. et all. 1975. Variaciones estacionales de la composición de las paltas en California. J. Agr. Food Chem. 23:468-474 p.
- TELIZ D. 2000. Fisiología Reproductiva del Palto. El Aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi-Prensa. Mexico. pp 65.

- THORP T.G, ASPINALL D. and SEDGLEY, M. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Journal of Horticultural Science 68(5):645-651
- WHILEY, A., CHAPMAN, K.R. and SARANAH, J.B. 1988. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte, during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39:457-467
- _____. 1990a. CO₂ asimilation of developing shoot of cv Hass avocado a preliminary report. South African Avocado Growers Association Yrbk. 13:28-30
- _____. 1990b. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Curso Internacional de Producción, Post cosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar, 2-5 oct.1990. pp. E1-E25
- WOLSTENHOLME, B.N. 1986. Energy costs of fruiting as a yield-limiting factor with special reference to avocado. Acta Horticulturae 175:121-126
- WOLSTENHOLME, B.N. and WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South Africa Avocado Growers Association Yearbook 12:33-37
- _____. 1990a. Resource allocation and vegetative-reproductive competition: opportunities for manipulation in evergreen fruit trees. Acta Hort. 275:451-459 p.
- _____. 1990b. Some thoughts on flowering in avocado trees. Journal of the South African Avocado Growers Association 10:3-4.
- XUAN LIU. 2002. Postulated physiological Roles de Seven Carbon sugars, mannoeptulose, and perseitol in avocado, (on line). www.avocadosource.com