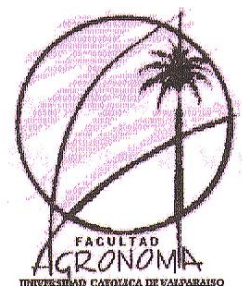




Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fundación Isabel Caces de Brown
Estación Experimental La Palma
Casilla 4-D, Quillota-Chile
Teléfonos 56-32-274501- 56-33-310524
Fax 56-32-274570, 56-33-313222
<http://www.agronomia.ucv.cl>



Taller de Licenciatura
“Efecto del Prohexadione Calcio sobre la Productividad
y Desarrollo del Palto (*Persea americana* Mill.) cv.
Hass.”

Alumno: Amaya Atucha.

Quillota, Marzo 2006.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la producción nacional de paltas es de 135 mil toneladas (ODEPA, 2005), y esta condicionada por problemas de diversa intensidad, que la afectan de una u otra manera. Quizás la principal dificultad, que afecta la producción en paltos, es la competencia entre el crecimiento vegetativo de primavera y el crecimiento inicial de los frutos, la cual provoca una disminución en la cuaja, pues existen menos asimilados disponibles para sostener una mayor cantidad de fruta (SYMONS y WOLSTENHOLME, 1990).

Sumado a esto se presenta el problema del emboscamiento de los huertos adultos. El sombreamiento de los árboles disminuye el área productiva, por la baja intercepción de luz, restringiéndola sólo a la periferia de los árboles. Además presenta una serie de problemas como la dificultad de cosecha, el control de plagas, eficiencia de pulverizaciones, que aumentan los costos y dificultades de la producción de palta (HOFSHI y ARPAIA, 1999).

La poda es una labor que permite la renovación de la madera frutal, evita el emboscamiento y favorece la iluminación del dosel de los árboles. Pero, la poda es detrimental para la producción, pues reduce el área productiva de los árboles. Además, los árboles al ser podados, emiten brotes muy vigorosos que no presentan floración, y por ende, disminuyen la producción (STASSEN, 1999). Como consecuencia de esto, se buscan nuevas técnicas de poda que permitan disminuir el vigor de los brotes de poda y estimular su floración.

En vista de estas dificultades en la producción un gran número de investigadores han centrado su trabajo en el uso de reguladores de crecimiento como son los triazoles (ej. Paclobutrazol y Uniconazol-p). Estos

productos aplicados en plena floración inhibe el crecimiento del brote que sigue a la panícula floral, permitiendo de esta forma que todos los fotosintatos que éste consumía vayan a los pequeños frutos en desarrollo, permitiéndoles así lograr un mayor calibre final. Por otro lado, al ser aplicados en rebrotes de poda de 10 a 15 cm detiene el crecimiento de estos brotes, permitiéndoles así lograr una mayor acumulación de carbohidratos que permite que los brotes se induzcan a fines de otoño o a comienzos de invierno. Además esta última aplicación, al detener el crecimiento de los rebrotes, permite lograr un efecto muy benéfico sobre el tamaño final de la planta ya que evita el crecimiento excesivo de los brotes (ADATO, 1990; KÖHNE y KREMER-KÖHNE, 1987).

Cabe mencionar que ninguno de estos reguladores de crecimiento tiene registro para su uso en paltos en EE.UU., principal destino de nuestras exportaciones de palta. Es imperiosa la búsqueda de nuevos productos que nos permitan obtener los mismos beneficios que los reguladores usados en la actualidad, pero que a su vez tenga la posibilidad de ser registrados en el país de destino.

El Prohexadione Calcio es utilizado comercialmente en el cultivo del manzano en EE.UU., y en esa especie cumple los mismos fines que los reguladores anteriormente mencionado, por lo que podría llegar a constituir una alternativa de aplicación en el cultivo del palto, presentando mayores ventajas, pues tiene registro en EE.UU. para su utilización en manzano. Sin embargo hasta ahora no se han identificado dosis ni técnicas de aplicación claras del Prohexadione Calcio, que permitan lograr los efectos deseados en palto.

1.1 Hipótesis:

En los siguientes ensayos se plantea que la aplicación de Prohexadione Calcio tendrá un efecto sobre la producción, desarrollo de los árboles, la floración y calibre de la fruta en palto c.v. Hass y en el control del vigor de rebrotes de poda, con lo que se espera obtener un aumento en la productividad y una reducción del emboscamiento del huerto.

1.2 Objetivo del Ensayo de Primavera:

- Evaluar los efectos del Prohexadione Calcio sobre la productividad y tamaño de fruta, aplicados en árboles con distinto nivel de floración.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto del Prohexadione Calcio en árboles con distinto nivel de floración en:
 - i) Número de frutos y kilos cosechados
 - ii) Tamaño del fruto
 - iii) Forma de la fruta

1.3 Objetivo ensayo de Otoño:

- Evaluar el efecto de distintas dosis de Prohexadione Calcio sobre brotes y rebrotes de poda.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto del Prohexadione Calcio sobre rebrotes de poda aplicados en distintas dosis sobre:
 - i) Crecimiento de rebrotes de poda
 - ii) Floración de brotes y rebrotes
 - iii) Intensidad de floración del árbol

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales:

La producción mundial de paltas fluctúa entre 2,7 y 3 millones de toneladas, con un importante crecimiento en los últimos años, considerando las fluctuaciones propias de este rubro, originadas por fenómenos meteorológicos y de alternancia que inciden en la productividad. Además, la diversidad de rendimientos en los países donde se cultiva el palto se traduce en diferentes aportes a la cosecha mundial. La mayor contribución la hace México con 1,04 millones de toneladas, seguido por EE.UU. 200 mil toneladas y en tercer lugar está Chile con 135 mil toneladas (ODEPA, 2005).

Chile es el tercer productor y el primer exportador de paltas del mundo, con una superficie plantada de 27000 ha aproximadamente, y con un ritmo de plantación superior a las 1500 hectáreas anuales como promedio en los últimos diez años (MAGDAHL, 2004).

El mayor crecimiento de la superficie plantada en nuestro país ha sido principalmente de la variedad Hass, debido a que es la más importante en cuanto a exportación y a nivel de consumo nacional. En la actualidad se plantan otras variedades como Edranol, Bacon y Zutano, principalmente como polinizantes de Hass o para abastecer el mercado nacional en períodos de menor oferta. Esto ha hecho que el mayor crecimiento de la producción en los últimos años sea mayoritariamente de la variedad Hass, correspondiendo en la actualidad a más del 85 % de la producción (MAGDAHL, 2004).

Si se analiza el crecimiento de la superficie plantada de Hass en Chile se pueden reconocer, además de su fuerte expansión, tres tendencias que implican un cambio relevante. Una es el desarrollo de nuevas zonas de plantación (Los Andes, Panquehue, Petorca, El Palqui y Vicuña), la segunda es la importancia de las plantaciones en cerros, posiblemente en la actualidad sobre un 40 % de la superficie nacional esta plantada en suelos con pendientes superiores al 20%, y la tercera es el cambio en el diseño y manejo técnico de los huertos, que se puede ver en el uso de nuevos portainjertos, altas densidades y de poda en su manejo, entre otras cosas (MAGDAHL, 2004).

La superficie nacional se distribuye en un 6% en la IV, 69% en la V, 17% en la Región Metropolitana, 7% en la VI y 1% en otras (MAGDAHL, 2004).

La fruta que se exporta va en su mayoría a Estados Unidos, debido a que la cosecha de palta Hass en este país disminuye drásticamente entre los meses de septiembre y enero, generándose un alza en los precios y una interesante ventana de entrada para la fruta chilena durante ese período (MAGDAHL, 1998).

Durante el año 2004 el volumen de exportación de palta chilena fue de 91.577.523 kilos neto, distribuyéndose el 87,5% a EE.UU., 3,6% Reino Unido, 2,9% a Holanda y 2,5% a Francia, principales mercados (ODEPA, 2005).

2.2 Origen y hábito de crecimiento del palto:

El Palto (*Persea americana* Mill) pertenece a la familia de las Lauráceas y al género *Persea*, el cual consta de unas 50 especies, que al igual que el palto, son nativas de México y de la América Central (CHANDLER, 1964).

Según WOLSTENHOLME (2001) el hábito natural de crecimiento de los paltos es a formar un follaje frondoso, que permita captar el máximo de luz disponible. En esta búsqueda de luz, el árbol es capaz de generar ramas muy largas, de crecimiento vigoroso, que pueden llegar a tener varios metros.

El palto, originario de las selvas de América Central y México, debía competir con árboles mucho más altos y donde la única forma de obtener luz y sobrevivir era tener la capacidad de emitir crecimientos largos y vigorosos cuando se presentaba un espacio de luz, buscando el máximo aprovechamiento de ésta. Esta respuesta de crecimiento es la que hace que los paltos formen un follaje amplio, muchas veces en base a crecimientos muy vigorosos, siendo también esta la respuesta de los árboles a una entrada de luz, que se puede producir, por ejemplo, por efecto de una poda (MENA, 2004)

2.3 Crecimiento vegetativo:

El palto presenta yemas apicales o axilares, esta últimas generalmente permanecen en estado latente o se desprenden, por lo que habitualmente el crecimiento de los paltos es a través de las yemas apicales (CALABRASE, 1992).

El palto presenta un dosel con hojas de distintas edades y eficiencias fotosintéticas. Esto debido a que el palto presenta periodos con una alta tasa de crecimiento intercalados con periodos de reposo durante su desarrollo (WHILEY *et al.*, 1988, DAVENPORT, 1982). Es así como podemos encontrar tanto hojas fotosintéticamente activas como hojas nuevas que demoran aproximadamente 42 días en tener una tasa de asimilación de CO₂ neta positiva (WHILEY, SCHAFFER and WOLSTENHOLME, 2002, CAMEROON *et al.*, 1952).

A lo largo de la temporada el palto presenta dos periodos de crecimiento vegetativo, seguidos de una fase de crecimiento radicular (WOLSTENHOLME, WHILEY and SARANAH, 1990). Esto genera ciclos fenológicos debido a la dependencia recíproca entre el crecimiento de brotes y el de las raíces. Cuando los brotes alcanzan su máximo crecimiento y son fotosintéticamente activos, se da inicio al crecimiento radicular, cesando en forma gradual el crecimiento vegetativo. Luego comienza un segundo periodo de crecimiento vegetativo, reestableciéndose así el equilibrio entre ambos crecimientos. De esta manera el ciclo se repite continuamente (WHILEY, CHAPMAN and SARANAH, 1988).

La descripción del ciclo fenológico del palto en la zona de Quillota, fue realizada por HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), quienes observaron que el palto presenta dos “flush” de crecimiento vegetativo, el primero que va desde fines de agosto y termina principios de enero, y el segundo periodo que comienza a fines de marzo y termina a fines de mayo. De forma intercalada se dan los dos crecimientos radicales que van desde mediados de Octubre hasta fines de Junio.

El crecimiento vegetativo de primavera es el que se presenta con mayor intensidad, generando una fuerte competencia por reservas y nutrientes con la floración. Las hojas de los brotes de primavera serán las encargadas de nutrir a los frutos que hayan cuajado en la panícula. De igual manera los brotes de verano serán los encargados de nutrir la fruta que se encuentra en el árbol durante esta época, así como también aportaran carbohidratos para la producción de flores de la siguiente primavera (TAPIA, 1993; HERNANDEZ, 1991 y WHILEY, CHAPMAN and SARANAH, 1988).

2.4 Crecimiento reproductivo:

2.4.1 Inducción y diferenciación

DAVENPORT (1986) definió la inducción como el evento que dispara la transcripción y expresión de genes de la floración, lo cual debe ocurrir antes de la iniciación floral. La diferenciación corresponde al desarrollo, dentro de la yema, de las estructuras que darán origen a la flor. Ella comienza con la formación de los primordios florales a partir de los tejidos meristemáticos y termina con la formación de todos los órganos florales en potencia, los que ulteriormente culminan su desarrollo en el momento en que la yema abre, dando origen a la flor o al brote floral según la especie (ROZETO, 1999).

La inducción floral es el paso de los tejidos vegetativos a reproductivos y esto ocurre en los paltos entre fines de verano e inicio de otoño. La diferenciación ocurre a fines de otoño e invierno (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.4.1.1 Factores que regulan la floración en palto:

a) Giberelinas: La aplicación de GA₃ puede influir en la inducción y diferenciación floral, dependiendo de la época de aplicación y del estado de desarrollo de las yemas (SALAZAR-GARCIA and LOVATT, 1998, 1999, 2000; SALAZAR-GARCIA *et al.*, 1998). En las etapas tempranas de la diferenciación floral, las aplicaciones de GA₃ reducen considerablemente la producción de inflorescencias e incrementan los brotes vegetativos. Aplicaciones a mediados de Noviembre (hemisferio norte) de 1000 mg/lit de GA₃ redujeron la floración en yemas terminales desde 100 a un 34% en brotes de verano, e incremento los brotes vegetativos desde un 0 a un 63% (SALAZAR-GARCIA *et al.*, 1999). Aplicaciones de GA₃ en yema hinchada causan una disminución en la floración, sin incremento en la producción de brotes vegetativos, pero con un aumento significativo de abscisiones de yemas apicales en árboles jóvenes y de yemas inactivas en árboles adultos. Aparentemente la diferenciación floral de yemas en palto puede ser reversible a través de una alta dosis de GA₃, aun cuando los meristemas de los ejes axilares secundarios ya estén formados (SALAZAR-GARCIA and LOVATT, 1999).

Reguladores de Crecimiento: Los reguladores del crecimiento son compuestos sintéticos que aplicados en forma exógena a la planta modifican su crecimiento (WHILEY, SCHAFFER y WOLSTENHOLME, 2002).

El efecto de estos reguladores es la disminución del crecimiento de los brotes, produciendo internudos mas cortos en brotes terminales y laterales. Esto trae como consecuencia una alteración en la fuerza de sink dentro de la planta, lo cual permite una partición de los asimilados, lo que contribuye al crecimiento reproductivo favoreciendo la formación de yemas florales,

formación y crecimiento del fruto (NATIONAL REGISTRATION AUTHORITY, 2000 y LEVER, 1986)

c) Carbohidratos: Según CALABRESE (1992) el nivel de hidratos de carbono en el tronco y en las ramas tiene directa relación con la diferenciación de yemas florales. El depósito máximo de carbohidratos se da en el periodo inmediatamente anterior a la floración. Dicho depósito se atenúa durante la época de crecimiento del fruto. Ocurre, por ello, que en los años de producción abundante las plantas llegan prácticamente a agotar sus reservas de almidón mas o menos hacia el momento de la diferenciación de yemas alcanzando una relación carbohidratos/nitratos demasiado desequilibrada a favor de estos últimos. Es bien conocido que estos hechos disminuyen la capacidad del árbol para llevar a cabo la diferenciación floral. SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) afirman que en otoño, cuando ocurre la inducción floral, al existir una baja concentración de carbohidratos hay una disminución de la actividad vegetativa lo que se traduce en una menor competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, lo cual estaría relacionado con la inducción floral.

Una relación directa se establece entre la inducción y diferenciación floral con la concentración de carbohidratos presente en la madera, es por esta razón que en brotes con un inadecuado nivel de carbohidratos la diferenciación de yemas florales puede no ocurrir (GAZIT y DEGANI, 2002).

d) Anillado: El anillado es la técnica en la cual el floema es completamente dañado por la remoción de un trozo de corteza, con o sin daño al tejido subyacente (NOEL, 1970). El anillado induce un aumento en los niveles de carbohidratos y sustancias reguladoras del crecimiento en la rama anillada (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971), además de provocar una temporánea

cesación del crecimiento vegetativo sobre el anillo (NOEL, 1970). Como se explicó en el punto anterior la cantidad de carbohidratos está directamente relacionado con la formación de flores, WILHELMY (1995) observó, en la zona de Quillota, que anillados realizados a árboles de palto cv. Hass, en las fechas de Enero, Febrero, Marzo y Abril, lograron aumentar significativamente el grado de floración de los árboles y su intensidad con respecto al testigo.

Según WOLSTENHOLME (1990), cualquier condición de estrés de suficiente duración e intensidad puede llevar a la inducción floral, es así como en zonas subtropicales frías los factores dominantes en la inducción de ramas suficientemente maduras son el frío y la sequía, los que actúan sinérgicamente.

2.4.2 Floración del palto:

Según DAVENPORT (1986) la flor del palto puede ser clasificada como una inflorescencia ramificada en forma de panícula.

El palto produce dos tipos de inflorescencias:

- Determinadas, en las que el meristema del eje primario forma una flor terminal.
- Indeterminadas, en las que se forma una yema en el ápice del eje primario y que continúa el crecimiento del brote (DAVENPORT, 1986).

El comportamiento floral que se observa en los paltos se denomina dicogamia del tipo protoginea sincronizada durante el día, con un periodo de cierre intermedio (ISH-AM, 2004).

Este fenómeno consiste en que las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a distinto tiempo. La flor del palto abre dos veces, la primera se comporta como femenina y luego abre como masculina. Por consiguiente, las variedades se han clasificado en dos grupos: A y B. En las variedades tipo A, las flores abren primero al estado femenino en la mañana y en la tarde del segundo día lo hacen al estado masculino. En cambio, en las variedades tipo B, las flores abren femeninas por primera vez en la tarde, luego cierran y en la mañana siguiente lo hacen al estado masculino (SALAZAR-GARCÍA, 2000).

2.4.3 Cuaja y caída de frutitos:

Los cultivares de palto pueden llegar a producir miles de inflorescencias, éstas a su vez pueden estar constituidas por mas de 100 flores, de forma que el número total de flores por árbol puede ser más de un millón (SEDGLEY Y ALEXANDER, 1983). Sin embargo TAPIA (1993) determinó en la zona de Quillota una cantidad de frutos cuajados menor a 0.2%.

Según LOVATT (1990) la fruta que no cuaja puede ser dividida en dos categorías:

- Fruta que proviene de flores que fueron polinizadas, pero no fertilizadas.
- Fruta que proviene de flores donde se produjo polinización y fertilización, dando como resultado un embrión y una semilla normal, pero que abortó.

SEDGLEY (1987) observó que durante la primera semana después de anthesis la mayor parte de los frutos caídos eran producto de flores polinizadas pero no fertilizadas, lo que correspondían al 80%. Sin embargo,

un mes después de la antesis todos los frutos abortados habían sido fertilizados y presentaban un normal desarrollo del embrión y del endosperma.

La fertilización (fusión del óvulo y el espermatozoide) se puede ver afectada por la temperatura, LOVATT (1990) afirma que a temperaturas entre 12 a 17°C, solo un pequeño porcentaje de las flores abre en la fase femenina, además a estas temperaturas el crecimiento del tubo polínico se detiene antes de alcanzar el óvulo. La mejor cuaja se obtiene con temperaturas entre 20 a 25°C. A esas temperaturas las fases femeninas y masculinas se traslapan por varias horas.

La gran caída de frutos con desarrollo de embrión, durante la primera caída de fruto, podría tener una explicación, según SEDGLEY (1987), en la competencia nutricional entre frutos jóvenes y entre frutos jóvenes y brotes vegetativos.

Después de que se expresan los meristemas florales que corresponden a los axilares, el meristema vegetativo que está en una posición terminal, continúa con el crecimiento del brote. Esta yema se desarrolla expandiendo sus hojas nuevas, y éstas están en competencia directa con los frutos en desarrollo. Esta competencia es favorable para los brotes jóvenes por su posición apical en desmedro de la fruta joven (SEDGLEY, 1987).

2.5 Reguladores de Crecimiento

Los reguladores del crecimiento son compuestos sintéticos que aplicados de forma exógena pueden modificar el crecimiento de la planta. Dentro de los reguladores del crecimiento encontramos aquellos de origen natural, los

cuales son compuestos químicos idénticos a las hormonas, y aquellos que son compuestos químicos que imitan la acción hormonal. Dentro de este último grupo encontramos los retardadores del crecimiento, los cuales bloquean la síntesis de una hormona o bien interfieren con su traslocación, para así lograr el resultado esperado. Un ejemplo de los retardadores del crecimiento son los triazoles (WHILEY, SCHAFFER y WOLSTENHOLME, 2002).

Los reguladores de crecimiento son muy utilizados en la horticultura y están jugando un papel cada vez mas importante en la producción del palto (WHILEY, SCHAFFER y WOLSTENHOLME, 2002).

2.5.1 Razones para el uso de reguladores

El objetivo de las aplicaciones de reguladores de crecimiento al follaje en palto, varían según su época de aplicación. Las aplicaciones de primavera buscan disminuir el excesivo vigor de los brotes vegetativos. COSTA *et.al* (1984) señalan que el control del crecimiento vegetativo, especialmente durante las primeras etapas del crecimiento y desarrollo del fruto, puede mejorar los rendimientos al reducir la competencia, puesto que hay mas asimilados disponibles para los frutitos en crecimiento.

Las aplicaciones al follaje después de la poda de verano persiguen la disminución del vigor de los rebrotes generados por ésta, y así aumentar el sink de las yemas y lograr que éstas pasen a ser yemas reproductivas y no vegetativas, lo cual se traduciría en una mayor floración en la primavera siguiente a la aplicación

2.5.2 Modo de acción de los triazoles:

Según LEVER (1986) los triazoles actuarían suprimiendo la producción de giberelinas, a través de la inhibición de la oxidación del kaureno a ácido kaurenóico, en el proceso de biosíntesis. Esto trae como consecuencia morfológica directa la reducción del crecimiento vegetativo, y como efecto secundario una mayor disponibilidad de asimilados que contribuyen al crecimiento reproductivo, la formación de yemas florales, cuaja y crecimiento de frutos.

2.5.3 Experiencias con triazoles en palto

Ensayos realizados por WHILEY, SARANAH y WOLSTENHOLME (1992) demostraron que las aplicaciones foliares en palto de Paclobutrazol (2.5, 1.25 y 0.62 g de i.a/l) reducen la longitud de los brotes de primavera. Además de provocar un aumento en la distribución de materia seca a la fruta en los árboles tratados con una correspondiente reducción en la distribución hacia el tallo y las hojas. Los tratamientos con dosis de 2.5 y 1.25 de i.a/l de Paclobutrazol, aplicados en floración, aumentaron el tamaño promedio de la fruta la cosecha en un 16 y 11% respectivamente. El rendimiento anual no fue afectado significativamente por las aplicaciones de Paclobutrazol, sin embargo en la producción acumulada de 2 años, los tratamientos con 1.25 y 0.62 g de i.a/l aumentaron el rendimiento en un 63% con respecto al testigo.

KÖHNE y KREMER- KÖHNE (1995) demostraron, en ensayos realizados en palto, que las aplicaciones foliares en plena floración de Paclobutrazol, en dosis de 250 mg i.a/l, aumentan el rendimiento total por árbol además de incrementar el número de frutos con tamaño exportable.

LEONARDI *et.al* (2001) realizó, en Australia, un ensayo sobre paltos cv. Hass para probar el efecto del Uniconazol-p sobre la forma de la fruta, tamaño promedio y rendimiento de los frutos, a través de aplicaciones foliares en plena flor. Dentro de los tratamientos que se evaluaron encontramos: control, Uniconazol-p al 0,5% + buffer al 1%, Uniconazol-p al 0,5% + N al suelo, Uniconazol-p al 1% + buffer al 2%, Uniconazol al 1% + N al suelo y Uniconazol-p al 1% + buffer al 2% + N al suelo. Los resultados indicaron que las aplicaciones de Uniconazol-p al 0,5 y 1% aumentaron el rendimiento en un 70% comparado con el testigo. Los árboles tratados con Uniconazol-p presentaron mayor retención de fruta que los no tratados. Hubo un incremento significativo de 8 a 13% en el tamaño de la fruta de los árboles tratados. Por ultimo todos los tratamientos con Uniconazol-p redujeron significativamente la razón largo/ancho de la fruta, lo que implica que la fruta es más redondeada.

KÖHNE y KREMER- KÖHNE (1992) observaron que aplicaciones de Paclobutrazol a plantaciones de alta densidad (800 árboles/hectárea) versus plantaciones en densidad estándar (400 árboles/hectárea) como testigo, disminuyeron la circunferencia de tronco de los árboles, controlando el tamaño de estos.

VOLKER (2003) observó que las aplicaciones otoñales de Uniconazol-p al 0,5%, a rebrotes de poda de verano, aumentaron significativamente el número de panículas y el número de flores por panícula con respecto al testigo. Además observó que el porcentaje de yemas vegetativas era significativamente menor y el porcentaje de yemas reproductivas significativamente mayor en el tratamiento con Uniconazol-p al 0,5%, comparado con el testigo.

2.6 Prohexadione Calcio (P-Ca)

El Prohexadione Calcio es un regulador del crecimiento que, al igual que los triazoles inhiben la biosíntesis de giberelinas, lo cual trae como consecuencia una reducción de la longitud de los brotes (EVANS *et.al.*, 1999).

La inhibición de la síntesis de giberelina mediante el Prohexadione Calcio parece ser el resultado de la competencia por el sitio activo de las enzimas hidrolasas, involucradas en la etapa final de la síntesis de giberelinas, entre el Prohexadione Calcio y el 2-oxoglutarato, co-sustrato natural de dichas enzimas, de hecho la estructura del Prohexadione calcio es muy similar a la del ácido 2-oxoglutarato (GRIGGS *et.al*, 1991).

En la biosíntesis de las giberelinas, el Prohexadione Calcio, actuaría de forma primaria en la inhibición de la hidroxilación 3 β . Como consecuencia de esto se reducen los niveles de la GA1 (activa), lo que conlleva a la acumulación de su precursor GA20 (inactiva) (EVANS *et al*, 1999). Esto se traduce en la planta en una reducción de la longitud de los brotes. BYERS y YODER (1999) afirman que la reducción en el crecimiento de los brotes, dada por la aplicación de Prohexadione Calcio se debe a un acortamiento de los entrenudos.

El Prohexadione Calcio se degrada en plantas superiores con unas pocas semanas de vida media. En el suelo, el Prohexadione Calcio se descompone principalmente en dióxido de carbono, con una vida media menor a una semana (EVANS *et al*, 1999).

2.6.1 Experiencias del Prohexadione Calcio en fruticultura

MEDJDOUD, VAL y BLANCO (2004) realizaron ensayos para probar la efectividad del Prohexadione de Calcio en manzano como controlador de crecimiento. Llevaron cabo aplicaciones foliares de Prohexadione Calcio en dosis de 100-400 mg/l entre 12 y 30 días después de plena flor, las cuales resultaron en la inhibición del crecimiento de brotes. Las concentraciones de 200 y 400 mg/l aplicados 20-30 días después de plena flor inhibieron el crecimiento entre un 27 a un 36% en comparación al testigo. Las aplicaciones con 100 mg/l de Prohexadione Calcio a los 30 días después de plena flor no tuvieron efecto en la reducción del crecimiento al final de la temporada de crecimientos, sin embargo esta misma aplicación realizada 20 días después de plena flor logró inhibir el crecimiento manteniendo su efecto hasta el comienzo del próximo invierno. Los brotes reanudaron su crecimiento entre 50 a 70 días después de plena flor, dependiendo de la dosis y la fecha de aplicación, por lo que se necesita de una segunda aplicación para mantener el efecto.

UNRATH (1999), observó que en manzanos aplicaciones múltiples de Prohexadione Calcio a bajas dosis son más efectivas en inhibir el crecimiento de brotes, que una sola aplicación en alta dosis. La respuesta a una sola aplicación de Prohexadione Calcio mantiene su efecto por tan solo 3-4 semanas, por lo que sugieren realizar aplicaciones múltiples a intervalos de 2-3 semanas.

GUAK, NEILSEN y LOONEY (2001) asperjaron plantas de manzano en vivero con Prohexadione Calcio en dosis de 0 a 500 mg/l y observaron que el crecimiento del eje fue claramente inhibido luego de 7 días después de la aplicación, por todos los tratamientos con Prohexadione Calcio a pesar de la

dosis utilizada. Los tratamientos con Prohexadione Calcio incrementaron el contenido de carbohidratos no estructurales en todas las plantas tratadas, esto se debió al aumento en los niveles de almidón.

COSTA *et al.* (2004) llevo a cabo un ensayo en manzanos de 7 años de edad durante dos temporadas, probando aplicaciones únicas y múltiples de Prohexadione Calcio en dosis de 125, 175 y 250 ppm en brotes de 5 y 20 mm. Todos los tratamientos con Prohexadione Calcio inhibieron el crecimiento de brotes, estando este condicionado al vigor de los brotes. Así los brotes que presentaban un vigor mayor, la detención del crecimiento ocurrió una semana después de la aplicación, en cambio los brotes con un menor vigor tardaron 15 días en detener su crecimiento después de la aplicación.

SUGAR, ELFVING y MIELKE (2002) aplicaron Prohexadione Calcio a diferentes cultivares de peral, en concentraciones de 83 a 500 ppm, con brotes de 2,5-6 cm, resultando en una disminución de en el peso de la fruta y en el retorno de la floración en el año siguiente. En contra posición COSTA *et al.* (2000) reporto que las aplicaciones de Prohexadione Calcio aumentaron el tamaño de frutos de manzano e inclusive intensificaron la floración del año siguiente a la aplicación.

ELFVING, LANG y VISSER (2003) evaluaron las aplicaciones de Prohexadione Calcio en cerezo dulce, para evaluarlo como inhibidor de crecimiento y promovedor de la floración en huertos de cerezo en alta densidad. Los tratamientos con Prohexadione Calcio redujeron en su mayoría, el largo de los brotes, pero los brotes retomaron su crecimiento al final de la temporada cuando se realizo solo una aplicación de este producto. No hubo efecto en la estimulación de la floración, lo que concuerda con lo

observado en peral y manzano por BASAK y RADEMACHER (2000); OWENS y STOVE (1999) y SUGAR, ELVING y MIELKE (2002).

BYERS, CARBAUGH y COMBS (2004) observaron que la inhibición del crecimiento de brotes por el Prohexadione Calcio se veía potenciada por el uso de Sulfato de Amonio como coadyuvante. La función del sulfato de amonio sería proveer de un catión mas eficiente (NH_4^+ vs. Ca^{++}) al anión prohexadione. Además el ion NH_4^+ incrementa tanto la cantidad como el transporte de la molécula de Prohexadione Calcio al sitio de inhibición de las giberelinas, abasteciéndola con una bomba de protones con suficiente energía inorgánica (HAROLD, 1986).

2.6.1.1 Experiencias con Prohexadione Calcio en Paltos:

La aplicación de Prohexadione Calcio durante la floración, y específicamente en el estado de coliflor de la inflorescencia, en antesis y durante la cuaja, logró disminuir el crecimiento vegetativo del ápice en inflorescencias indeterminadas, pero no disminuyó el crecimiento de brotes. Además se incrementó la retención de fruta durante la caída de Noviembre (LOVATT, 2004).

El Prohexadione Calcio, en dosis de 125 mg ia/l, disminuyó los kilos y número de frutos entre los calibres 84 a 60, no mostró ningún efecto en la fruta de calibres 48 o 40, pero aumentó los kilos y el número de frutos de los calibres sobre 40. A pesar de esto no se encontró un efecto significativo del Prohexadione Calcio sobre la producción total (LOVATT, 2004).

La aplicación de Prohexadione Calcio durante el estado de coliflor de la inflorescencia y en la antesis, se tradujo en frutos con un diámetro polar significativamente mayor que el de árboles no tratados (LOVATT, 2004).

Experiencias realizadas por GAMA (Sociedad Gardiazabal y Magdahl) con Prohexadione Calcio (Regalis®) durante dos temporadas se concluyó que la aplicación de Regalis® en paltos aumenta la producción de fruta de mayor calibre y disminuye la producción de fruta pequeña. Este hecho, sumado al menor impacto de la alternancia productiva observado en los tratamientos con Regalis® al analizar la variación de producción en dos años consecutivos (Datos no publicados).

2.7 Poda:

Un gran porcentaje de los huertos adultos de palto, en todas partes del mundo, presenta un alto nivel de emboscamiento. Esto influye directamente en la eficiencia del árbol y restringe su área de carga (STASSEN, 1999).

La luz es fundamental para la floración y producción de fruta. La razón más importante para abrir un huerto emboscado es optimizar la penetración e intercepción de la luz. En huertos emboscados la intercepción de luz se produce solo en la parte superior de los árboles. Los árboles a su vez son mas altos y la fruta, que tiende a ser de menor calibre, se ubica principalmente en la parte alta de los árboles (HOFSHI and ARPAIA, 1999).

La poda tiene la ventaja de reducir el tamaño del árbol lo que trae como consecuencia la reducción del costo de cosecha y labores de un huerto, el aumento de la seguridad de los operarios, mayor eficacia de las pulverizaciones y mejor control de plagas.

Se han desarrollado varias estrategias para la poda de paltos, dependiendo del grado de emboscamiento. Sin embargo, la poda inicial es una mediada de emergencia y debe ser seguida por una poda de verano menos drástica para controlar el rebrote (STASSEN, 1999).

Hay un cierto recelo por parte de los agricultores a podar fuertemente sus huertos emboscados para subsanar los problemas de intercepción de luz. Esto se debe a que un rebaje severo de los árboles provoca una fuerte reacción vegetativa, no siendo capaces de cargar fruta por 2 o mas años (STASSEN, 1999).

El vigor del rebrote producto de una poda severa, puede ser controlado con una poda ligera enseguida, o con el uso de retardantes químicos del crecimiento (LEONARDI, 2001). Para el caso de los reguladores del crecimiento, como Uniconazol-p, estos deben ser aplicados cuando el rebrote es de 10 a 15 cm de largo, de modo de obtener el máximo beneficio de la aplicación (DONKIN, 2001).

VOLKER (2003) observó que las aplicaciones de Uniconazol-p, producto comercial Sunny[®], redujeron considerablemente el tamaño de los rebrotes de poda en comparación con el testigo, siendo los tratamientos de Sunny[®] al 0,25% repetidos a los 14 días, y el de Sunny[®] al 0,5% + Sunny[®] al 0,25% a los 14 días después, los tratamientos que mejor controlaron el crecimiento de rebrotes.

Ensayos realizados por GAMA, no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con Prohexadione Calcio (Regalis[®]) 250, 400 y 600 gr/HL, aplicados a rebrotes de hasta 5 cm de largos (Datos no publicados).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y características edafoclimáticas:

En el siguiente estudio se llevaron a cabo 2 ensayos diferentes. Ambos ensayos se realizaron en el fundo “Los Calderones” propiedad de Desarrollo Agrario S.A. en la localidad de Llay-lay, V Región, Chile. Ubicado en la latitud 32° 52` 50`` Sur y en la longitud 70° 54`40`` Oeste, a 496 m sobre el nivel del mar.

El régimen térmico de esta zona, se caracteriza por temperaturas que varían, entre una máxima media en el mes de enero de 28,2°C y una mínima media en el mes de julio de 4,4°C. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas al año. La acumulación térmica base 10°C es de 1.621 grados-día y 1.147 horas frío, acumulándose en los meses de marzo a noviembre. El régimen hídrico presenta una precipitación media anual de 419 mm, siendo junio el mes más lluvioso con una precipitación promedio de 92,5 mm. (SANTIBAÑEZ y URIBE, 1990).

3.2 Ensayo 1. Aplicación de Prohexadione Calcio en floración:

3.2.1 Material vegetal:

Los árboles utilizados en este ensayo pertenecen a un huerto comercial de aproximadamente 8 hectáreas de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, con polinizante cv. Edranol. Este huerto fue plantado el año 2000, a una distancia

de plantación de 6x4 metros. Estos árboles se encontraban injertados sobre portainjerto Mexícola de semilla.

Con el objetivo de aumentar la homogeneidad del material experimental en el huerto, se evaluaron las condiciones en que se encontraban los árboles en cuanto al estado sanitario, nivel de floración y diámetros de tronco (ANEXO 1). De los árboles que se encontraban en condiciones óptimas se escogieron 96 árboles.

3.2.2. Material agroquímico

El producto utilizado en este ensayo fue Prohexadione Calcio, aplicado como Regalis[®], producto distribuido por la compañía Basf Chile, que contiene 10% de i.a. Todos los tratamientos fueron aplicados con Break[®] al 0.02% como coadyuvante y ácido cítrico hasta acidificar el agua a pH 5.5, para mejorar la penetración del Regalis[®].

3.2.3. Tratamientos:

En este ensayo se aplicaron 8 tratamientos que se detallan a continuación:

T0-A: testigo húmedo, aplicado a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles con alto nivel de floración.

T0-B: testigo húmedo, aplicado a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles con bajo nivel de floración.

T1-A: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles con alto nivel de floración.

T1-B: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles con bajo nivel de floración.

T2-A: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados dos semanas después de la aplicación del T1 (corresponde a plena flor), en árboles con alto nivel de floración.

T2-B: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados dos semanas después de la aplicación del T1 (corresponde a plena flor), en árboles con bajo nivel de floración.

T3-A: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles + 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados dos semanas después (corresponde a plena flor), en árboles con alto nivel de floración.

T3-B: 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados a comienzos de floración, con 10% de panículas abiertas en el lado norte de los árboles + 150 ppm Prohexadione Calcio aplicados dos semanas después (corresponde a plena flor), en árboles con bajo nivel de floración.

Los tratamientos T0, T1 Y T3 fueron aplicados el 29 de septiembre de 2004. T2 y la segunda aplicación de T3 fueron realizadas el 12 y 13 de 2004. La aplicación de todos los tratamiento se realizó a punto de goteo, con un

volumen de mojamiento de 3 l/árbol (1.251 l/ha), de modo similar a la aplicación de otros reguladores químicos utilizados en paltos. Los tratamientos fueron aplicados temprano en la mañana, con bomba de espalda equipada con una boquilla de cono lleno (tipo Tee-Jet® 0.6), conectada a una varilla con extensión de 2.0 m, para asperjar los árboles en altura.

3.3. Metodología:

3.3.1 Diseño experimental

Debido a que el huerto se encontraba rodeado por 2 quebradas se realizaron calicatas para describir el perfil de suelo (ANEXO 2), las cuales mostraron que éste no era homogéneo, por lo que se decidió hacer el ensayo en un diseño de bloques completamente al azar (ANEXO 3). Se establecieron tres bloques, de ocho tratamientos cada uno y se evaluaron 4 árboles por tratamiento, totalizando 12 árboles por tratamiento.

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA), con un nivel de significación del 5%. Las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron mediante el test de Rangos Múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 5%.

3.3.2 Mediciones

Cosecha Total:

La producción total expresada en kilogramos por árbol, fue obtenida a partir de la suma de la producción de cada árbol de los respectivos tratamientos, además se contó el número de frutos por cada árbol de los diferentes tratamientos. De este modo, se registró la producción por árbol, producción por tratamiento y peso promedio de los frutos.

La producción por árbol fue medida con una balanza de precisión 0,001 kg, nivelada e instalada en el lugar de acopio de la fruta después de la cosecha.

Calibre:

Para determinar el calibre de los frutos se tomó una muestra representativa de un máximo de 100 frutos por árbol, en los árboles de alta carga, y todos los frutos en los árboles de baja carga. Cada uno de ellos fue pesado individualmente con una balanza digital, marca Rite Weight, de 3kg de capacidad y de 0,5 gramos de precisión.

Forma de la fruta:

Se midió el diámetro polar y ecuatorial de 100 frutos por árbol, en los árboles de alta carga, y todos los frutos en los árboles de baja producción, al tiempo de la cosecha. En base a estos parámetros se calculó la relación entre el diámetro polar y ecuatorial de los frutos.

Se utilizó un pie de metro marca Scala, con una precisión de 0,1 cm para medir el diámetro polar y el ecuatorial de los frutos.

3.4 Ensayo 2. Efecto de la aplicación de Prohexadione Calcio sobre el control de rebrotes de poda:

3.4.1 Material vegetal:

Los árboles utilizados en este ensayo pertenecen a un huerto comercial de aproximadamente 4 hectáreas de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, con polinizante cv. Edranol. Este huerto fue plantado el año 1998 a una distancia de plantación de 6x3 metros. Estos árboles se encontraban injertados sobre portainjerto Mexícola de semilla.

Con el objetivo de aumentar la homogeneidad del material experimental en el huerto se evaluaron las condiciones en que se encontraban los árboles en cuanto al estado sanitario, carga frutal al iniciarse el ensayo, altura de los árboles y diámetros de tronco (ANEXO 4). De los árboles que se encontraban en condiciones óptimas se escogieron 56 árboles.

Los árboles de todo el cuartel fueron podados durante el mes de octubre del 2004, previo al establecimiento de este ensayo.

3.4.2 Material agroquímico

El producto utilizado en este ensayo fue Prohexadione Calcio, aplicado como Regalis[®], producto distribuido por la compañía Basf Chile, que contiene 10%

de i.a. Todos los tratamientos fueron aplicados con Break[®] al 0.02% como coadyuvante, sulfato de amonio (1,8gr/L de solución) y ácido cítrico hasta acidificar el agua a pH 5.5, para mejorar la penetración del Regalis[®].

3.4.3 Tratamientos:

En este ensayo incluyó 4 tratamientos que se detallan a continuación:

T0: testigo húmedo, aplicado a rebrotes de poda de 4 cm de longitud.

T1: 300 ppm Prohexadione Calcio aplicados a rebrotes de 4 cm de longitud.

T2: 600 ppm Prohexadione Calcio aplicados a rebrotes de poda de 4 cm de longitud.

T3: 1200 ppm Prohexadione Calcio aplicados a rebrote de poda de 4 cm de longitud.

Todos los tratamientos fueron podados por la cara a aplicar el día 15 de marzo de 2005 a 30-40 cm de largo. De cada árbol en medición de los diferentes tratamientos se escogieron 5 brotes al azar, que nacieran de cortes de poda.

Los tratamientos fueron aplicados al follaje en la cara este que fue podada. El estado fenológico de las plantas al momento de la aplicación correspondió a brotes rojos de 4 cm de largo. La aplicación de todos los tratamientos se realizó a punto de goteo, con un volumen de mojamiento de 1,5 l/árbol, de modo similar a la aplicación de otros reguladores químicos utilizados en paltos.

Todos los tratamientos fueron aplicados el 2 de junio de 2005, temprano en la mañana, con bomba de espalda equipada con una boquilla de cono lleno (tipo Tee-Jet® 0.6), conectada a una varilla con extensión de 2.0 m, para asperjar los árboles en altura.

3.5 Metodología

3.5.1 Diseño Experimental

Se evaluaron cuatro tratamientos con 14 repeticiones cada uno, usando un diseño completamente al azar DCA (ANEXO 5). El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA), con un nivel de significación del 5%. La variable intensidad de floración se analizó mediante la Prueba de Kruskal-Wallis, por ser una variable no paramétrica. Las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron mediante el test de Rangos Múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 5%.

3.5.2 Mediciones

Crecimiento de rebrotes:

Se eligieron al azar 5 brotes de cada árbol en medición en los diferentes tratamientos, que nacieran de los cortes de poda, estos fueron podados el 15 de Marzo de 2005. La aplicación de los tratamientos se realizó el 2 de Junio de 2005, fecha en que la tasa de crecimiento de los rebrotes era baja. Luego de las aplicaciones se realizaron 3 mediciones en las siguientes fechas, 7

días después de la aplicación, 21 días después de la aplicación y 50 días después de la aplicación.

Para la medición de los brotes se utilizó una huincha marca Stanley, de dos metros de longitud.

Floración de los brotes:

El día 27 de octubre de 2005, plena floración, se midió de cada uno de los 5 brotes escogidos por árbol en todos los tratamientos, el número de panículas por brote y el número de ejes por panícula. Esta última medición se realizó con el objetivo de determinar la calidad de la panícula de los brotes de los diferentes tratamientos.

A través de una evaluación visual se determinó la intensidad de floración en la cara aplicada de los árboles de todos los tratamientos. Esto se realizó con la siguiente escala:

Grado en la escala	% de la cara florecida
0	0 % de la cara florecida
1	1 – 20 % de la cara florecida
2	21 – 40 % de la cara florecida
3	41 – 60 % de la cara florecida
4	61 – 80 % de la cara florecida
5	81 – 100 % de la cara florecida

4. RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1 Ensayo de Primavera

4.1.1 Cosecha Árboles de alta floración.

En el Cuadro 1 no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos con Prohexadione Calcio y el testigo, por lo cual no se puede afirmar que exista algún efecto del Prohexadione Calcio sobre el número de frutos ni en los kilos promedio de fruta por árbol.

CUADRO 1. Variables productivas de los árboles de alta floración. Desarrollo Agrario, Llay-Llay, 2005.

Tratamiento	Número de frutos promedio por árbol	Kilos promedio de fruta por árbol
T0 (testigo)	493 ± 159 a	106,1 ± 29,5 a
T1 (125 ppm Prohexad.Ca inicio flor)	475 ± 136 a	103,8 ± 26,4 a
T2 (125 ppm Prohexad.Ca med. flor)	386 ± 152 a	89,4 ± 27,4 a
T3 (125 ppm + 125 ppm Prohexad.Ca)	452 ± 163 a	100,8 ± 34,6 a

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

En un estudio realizado en California con Apogee (125 mg/L de Prohexadione Calcio) en dos aplicaciones, una sobre inflorescencias en estado fenológico de coliflor y la segunda durante la antesis, LOVATT (2003)

no encontró efecto del Prohexadione Calcio sobre los kilos ni el número total de frutos cosechados.

En ensayos realizados con reguladores de crecimiento de la familia de los triazoles se han observado resultados similares a los obtenidos en este ensayo. LEONARDI *et al* (2001) y VÖLKER (2003) observaron que en los años de alta producción las aplicaciones de Uniconazol-p no presentaban diferencias significativas entre tratamientos, tanto en el número de frutos como en los kilos de fruta por árbol.

WHILEY, SARANAH y WOLSTENHOLME (1992) no observaron diferencias significativa en el rendimiento de árboles tratados con Paclobutrazol en plena floración, durante dos temporadas.

Ensayos realizados por ADATO (1990) demuestran que las aplicaciones de Paclobutrazol, en árboles de alta carga, no tienen diferencia en el número de frutos por árbol en comparación con el testigo.

El que las aplicaciones de Prohexadione de Calcio no hayan tenido efecto sobre los kilos y el número de frutos promedio por árbol, en un año de alta producción, se puede deber a que tanto los testigos como los tratamientos, presentaron una alta floración y cuaja, lo que reduce el crecimiento vegetativo de los árboles, por lo cual, el efecto del Prohexadione de Calcio sobre estos parámetros productivos se hace menos evidente. Es importante mencionar que los árboles que se utilizaron en este ensayo presentan gran vigor y un sistema radicular en expansión, lo que les permite mantener una mayor carga hasta la cosecha, por lo que las aplicaciones de Prohexadione de Calcio en años de alta producción no presentarían un efecto.

4.1.2 Peso Promedio de los frutos de árboles de alta floración

CUADRO 2. Efecto de Prohexadione Calcio asperjado al follaje sobre el peso promedio del fruto, en árboles de alta floración. Desarrollo Agrario, Llay-Llay, temporada productiva 2005.

Tratamiento	Peso promedio del fruto (gr)
T0 (testigo)	215,46 ± 46,95 d
T1 (125 ppm Prohexad.Ca inicio flor)	222,56 ± 40,95 c
T2 (125 ppm Prohexad.Ca med. flor)	231,02 ± 49,14 a
T3 (125 ppm +125 ppm Prohexad.Ca)	227,21 ± 44,46 b

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

Como se observa en el Cuadro 2, todos los tratamientos con Prohexadione Calcio presentan, significativamente, mayor peso promedio del fruto en comparación con el testigo, el que presenta un gran peso de fruto para esa carga frutal, siendo T2 el que presenta mayor peso promedio del fruto, seguido por T3 y T1 respectivamente.

LOVATT (2003) observó que aplicaciones de Prohexadione Calcio, en concentraciones de 125 g/l, durante la floración, aumentaron significativamente los kilos y el número de frutos de los calibres sobre 40 (262-306 g).

Similar efecto se ha observado con el uso de Uniconazol-p, en años de alta producción, donde aplicaciones de este producto en floración aumentaron

significativamente el peso promedio de la fruta en comparación con el testigo (LEONARDI *et al.* 2001 y VÖLKER, 2003).

El Prohexadione Calcio es un regulador de crecimiento que, al igual que los triazoles inhiben la biosíntesis de giberelinas, lo cual trae como consecuencia una reducción de la longitud de los brotes (EVANS *et al.*, 1999).

El aumento del peso de los frutos al aplicarse Prohexadione Calcio puede ser explicado por el efecto supresor de la biosíntesis de giberelina que este compuesto ejerce en la planta, lo que trae como consecuencia la reducción del crecimiento vegetativo (EVANS *et al.*, 1999). De la misma manera según LEVER (1986) actúan los triazoles como Uniconazol-p, que provocan una reducción en el crecimiento de los brotes y que trae como consecuencia un cambio en las capacidades de sink dentro de la planta, permitiendo que una mayor cantidad de asimilados contribuyan al crecimiento de la fruta, obteniéndose frutos de mayor tamaño.

4.1.3 Cosecha Árboles de baja floración.

CUADRO 3. Variables productivas de los árboles de baja floración. Desarrollo Agrario, Llay-Llay, temporada productiva 2005.

Tratamiento	Promedio de frutos por árbol	Promedio de kilos por árbol
T0 (testigo)	172 ± 139 a	39,9 ± 31,2 a
T1 (125 Prohex.Ca inicio flor)	167 ± 173 a	40,8 ± 39,9 a
T2 (125 Prohexad.Ca med. flor)	117 ± 112 a	29,3 ± 27,1 a
T3 (125 +125 Prohexad.Ca)	157 ± 125 a	40,2 ± 31,3 a

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

En el Cuadro 3 no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos con Prohexadione Calcio y el testigo, por lo cual no se puede afirmar que exista algún efecto del Prohexadione Calcio sobre el número ni los kilos promedio de fruta por árbol.

En la cosecha de la temporada 2005 no se encontraron diferencias estadísticamente debido a la alta variabilidad observada entre los árboles de cada tratamiento, corroborada en los altos valores de desviación estándar observados en estas variables.

Sin embargo LOVATT (2004), no observó ninguna diferencia estadística en cuanto a kilos y número de frutos promedio por árbol, en sus aplicaciones de Prohexadione Calcio, durante dos temporadas (cosecha 2003 y 2004). Esto

podría reafirmar los resultados obtenidos en este ensayo, puesto que los ensayos realizados por LOVATT (2004) al constar con dos temporadas estarían evaluando tanto un año de alta floración como un año de baja floración.

4.1.4 Peso Promedio de los frutos de árboles de baja floración

CUADRO 4. Efecto de Prohexadione Calcio asperjado al follaje sobre el peso promedio del fruto, en árboles de baja floración. Desarrollo Agrario, Llay-Llay, temporada productiva 2005.

Tratamiento	Peso promedio del fruto (gr)
T0 (testigo)	232,14 ± 43,38 b
T1 (125 ppm Prohexad.Ca inicio flor)	234, 05 ± 43,06 b
T2 (125 ppm Prohexad.Ca med. flor)	251,86 ± 45,04 a
T3 (125 ppm +125 ppm Prohexad.Ca)	254,19 ± 45,04 a

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

En el Cuadro 4 se observa que los tratamientos T2 y T3 presentan frutos significativamente de mayor peso que el tratamiento testigo. A su vez el tratamiento T1 es igual al testigo y presenta menor peso que T2 y T3.

La aplicación de reguladores de crecimiento como Paclobutrazol, en años de baja producción, aumentó en un 20% el tamaño promedio de los frutos. Esto se debe principalmente a que el Paclobutrazol afecta la redistribución de la materia seca dentro del brote con fruta, donde la mayor cantidad es asignada a la fruta y en menor proporción a las hojas y tallos de los brotes en los

árboles tratados (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990). El mismo principio es aplicable a la acción del Prohexadione Calcio, el cual según LOVATT (2004) inhibe el crecimiento del brote vegetativo en inflorescencias indeterminadas, lo que se traduce en una redistribución de la materia seca a favor de la fruta.

4.1.5 Forma de la fruta en árboles de alta floración

Cuadro 5. Efecto del Prohexadione Calcio asperjado al follaje, en árboles de alta floración, sobre el diámetro polar, diámetro ecuatorial y la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de los frutos.

Tratamiento	D. Ecuatorial	D. Polar	Relación d.polar/d.ecuatorial
T0 (testigo)	6,40 ± 0,52 b	10,19 ± 0,99 a	1,59 ± 0,12 a
T1 (125 ppm Prohexad.Ca inicio flor)	6,53 ± 1,78 a	10,26 ± 0,90 a	1,59 ± 0,13 a
T2 (125 ppm Prohexad.Ca med. flor)	6,60 ± 0,53 a	10,21 ± 0,99 a	1,55 ± 0,13 b
T3 (125 ppm +125 ppm Prohexad.Ca)	6,52 ± 0,50 a	10,09 ± 0,96 b	1,55 ± 0,12 b

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

En el Cuadro 5 se observa que los tratamientos con Prohexadione Calcio presentan mayor diámetro ecuatorial que el tratamiento testigo, sin embargo

en el diámetro polar los tratamientos T0, T1 y T2 son estadísticamente iguales, siendo sólo T3 significativamente menor. En cuanto a la relación diámetro polar / diámetro ecuatorial, los tratamientos T2 y T3 presentan una menor relación, producto en el caso de T2 de un mayor diámetro ecuatorial y en el caso de T3 de un mayor diámetro ecuatorial y de un menor diámetro polar. Esta menor relación diámetro polar / diámetro ecuatorial trae como consecuencia una fruta con forma más redondeada. Por otra parte T0 y T1 son iguales y presentan una relación diámetro polar / diámetro ecuatorial estadísticamente mayor que T2 y T3.

Aplicaciones de Prohexadione Calcio durante el estado de coliflor de la inflorescencia como también durante la antesis, incrementaron significativamente el diámetro ecuatorial de los frutos, comparados con el testigo (LOVATT, 2004).

LEONARDI *et al.* (2001) y VOLKER (2003) observaron que los frutos de los árboles asperjados con Uniconazol-p, presentaban una clara tendencia a ser más redondeados, tanto en árboles de alta o baja producción. Esto producto de un aumento del diámetro ecuatorial de los frutos, que según WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990) sería promovido por aplicaciones de reguladores de crecimiento como el Paclobutrazol.

SYMONS y WOLSTENHOLME (1990) atribuyen la forma más redondeada de los frutos, a que podría existir un aumento en el diámetro ecuatorial de las células del fruto. TADEO *et al.* (1997) observaron que aplicaciones de inhibidores de giberelinas, como el paclobutrazol, al suelo en plantas de cítricos, fomentaron la expansión radial en el ápice de las raíces. Esta expansión radial, consecuencia de un déficit de giberelinas, se traduce en un aumento en el número de células y en el diámetro ecuatorial de éstas,

además de un cambio en la polaridad del crecimiento, que generarían células mas anchas.

4.1.6 Forma de la fruta en árboles de baja floración

Cuadro 6. Efecto del Prohexadione Calcio asperjado al follaje, en árboles de baja floración, sobre el diámetro polar, diámetro ecuatorial y la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de los frutos.

Tratamiento	D. Ecuatorial	D. Polar	Relación d.polar/d.ecuatorial
T0 (testigo)	6,56 ± 2,22 b	10,77 ± 1,00 b	1,66 ± 0,15 a
T1 (125 ppm Prohexad.Ca inicio flor)	6,56 ± 0,47 b	10,63 ± 1,06 c	1,62 ± 0,15 b
T2 (125 ppm Prohexad.Ca med. flor)	6,70 ± 0,47 a	11,03 ± 0,98 a	1,65 ± 0,13 a
T3 (125 ppm +125 ppm Prohexad.Ca)	6,73 ± 0,46 a	11,11 ± 0,98 a	1,65 ± 0,12 a

Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$).

Se puede observar en el Cuadro 6 que los tratamientos T2 y T3 presentan un diámetro ecuatorial significativamente mayor que los tratamientos T0 y T1, siendo estos iguales estadísticamente. En cuanto al diámetro polar T2 y T3 son, al igual que en el diámetro ecuatorial, significativamente mayor que los tratamientos T0 y T1, sin embargo T1 es menor que el tratamiento testigo.

El incremento en el diámetro ecuatorial se debe, como se explicó anteriormente, a un aumento en el diámetro ecuatorial de las células, producto del déficit de giberelinas. Sin embargo los tratamientos T2 y T3 muestran, a su vez, un incremento en el diámetro polar como consecuencia del aumento del tamaño de los frutos, lo que se ve reflejados en el cuadro 4, donde estos tratamientos muestran un mayor peso promedio de los frutos.

En cuanto a la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial, los tratamientos T2 y T3 mantienen la misma relación que el testigo, puesto que presentan un aumento de ambos diámetros, lo que se refleja claramente en un aumento del peso de los frutos cuadro 4. El tratamiento T1 presenta una relación de diámetros menor que el tratamiento testigo, lo que se debe a un menor largo de la fruta, y no a un incremento en el diámetro ecuatorial.

4.2 Ensayo Otoño:

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de las mediciones de longitud de rebrotes. El día de la aplicación (dda) todos los tratamientos tienen igual efecto sobre la longitud de los rebrotes, manteniéndose así hasta la medición de 7 dda. A partir del día 21 se observa que los tratamientos con Prohexadione Calcio son iguales entre sí, siendo sólo el tratamiento T3 significativamente menor al testigo. En la medición de longitud de 50 dda todos los tratamientos presentaron el mismo efecto.

Las diferencias de longitud de los rebrotes entre 0 y 7 dda muestran que los tratamientos T2 y T3 presentan un crecimiento significativamente menor con respecto a T0 y T1, los cuales son iguales entre sí. La diferencia de longitud del crecimiento de los rebrotes entre 0 y 21 dda revelan que sólo los

rebotes del tratamiento T3 crecen a una tasa significativamente menor que los rebotes de los otros tratamientos que son iguales entre sí. Sin embargo, 50 dda todos los rebotes de los tratamientos son iguales.

4.2.1 Crecimiento de los Rebotes

CUADRO 1. Efecto de distintas dosis de Prohexadione Calcio sobre la longitud de rebotes (cm.) de poda en palto. Llay Llay, 2005.

FECHA/DÍAS DESPUÉS APLICACIÓN (DDA)	T0	T1 300 PPM	T2 600 PPM	T3 1200 PPM
2 de junio/ 0 dda	4,11 ±3,58 a	3,64 ±1,93 a	4,22 ±2,32 a	3,51 ±1,33 a
9 de junio/ 7 dda	4,60 ±3,66 a	4,03 ±2,30 a	4,25 ±2,47 a	3,51 ±1,33 a
23 de junio/ 21 dda	4,90 ±3,73 a	4,42 ±2,82 ab	4,81 ±3,12 ab	3,65 ±1,55 b
22 de julio/ 50 dda	5,43 ±4,29 a	4,65 ± 3,20 a	4,97 ±3,44 a	4,06 ±1,75 a
Diferencia día de aplicación y 7 dda	0,44 ±0,56 a	0,47 ±0,84 a	0,10 ±0,31 b	0,00 ± 0,00 b
Diferencia día de aplicación y 21 dda	0,72 ±0,89 a	0,87 ±1,40 a	0,68 ±1,32 a	0,14 ±0,41 b
Diferencia día de aplicación y 50 dda	1,20 ±1,80 a	1,12 ±1,97 a	0,85 ±1,54 a	0,55 ±0,84 a

Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas según Test de Duncan (p<0,05)

El Prohexadione Calcio reduce efectivamente la tasa de crecimiento de rebrotes de palto con dosis mucho mayores que las reportadas para frutales de hoja caduca. En peral COSTA *et al.* (2004), cerezo ELFVING, D; LANG, G y VISSER, D (2003) y manzano MEDJDOUB, R; BLANCO, A y VAL, J (2004) con dosis de Prohexadione Calcio entre 100 y 250 ppm se logró un exitoso control del vigor de brotes desde 7, 15 y 30 dda respectivamente. En palto el control de vigor de rebrotes de poda se hace efectivo con Prohexadione Calcio a partir de 21 dda con dosis de 1200 ppm.

A los 50 dda no hay diferencias significativas en el efecto de los tratamientos sobre el control del vigor de los rebrotes de poda en palto. EVANS *et al.* (1999) afirma que la vida media del Prohexadione Calcio en plantas superiores es de unas pocas semanas. MEDJDOUB, R; BLANCO, A y VAL, J (2004) recomiendan una segunda aplicación de Prohexadione Calcio 60 días después de la primera aplicación, en árboles de manzano, para evitar una reanudación del crecimiento de los brotes.

4.2.2 Floración de los brotes

Cuadro 2. Efecto de Prohexadione Calcio sobre el promedio de panículas por brote.

Tratamientos	Promedio panículas por brote
T0	0,26 ± 0,71 b
T1 (300 ppm Prohexadione Calcio)	0,42 ± 0,94 ab
T2 (600 ppm Prohexadione Calcio)	0,76 ± 1,89 a
T3 (1200 ppm Prohexadione Calcio)	0,04 ± 0,27 b

Letras diferentes indican diferencias significativas según Test de Duncan ($p < 0,05$)

Como se puede observar en el cuadro 2 los tratamientos T1 (300 ppm de P-Ca) y T2 (600 ppm Prohexadione Calcio) son los que presenta mayor promedio de panículas por brote, siendo sólo T2 (600 ppm Prohexadione Calcio) significativamente distinto al testigo. El hecho que T3 (1200 ppm Prohexadione Calcio) no se diferencie del testigo se puede deber a una represión muy fuerte del crecimiento de los rebrotes, lo que no les permitió una adecuada inducción y diferenciación floral (VÖLKER, 2003).

Experiencias con otros reguladores de crecimiento sobre rebrotes de poda también han logrado incrementar la floración, LEONARDI (2001) y VÖLKER (2003) observaron un incremento en el número de panículas por brote al aplicar Uniconazol-p al 0,5% sobre rebrotes de poda de 5 a 10 cm.

El efecto morfológico de los reguladores de crecimiento como los triazoles es una reducción del largo de los internudos en los brotes laterales y terminales,

como consecuencia de esto una mayor proporción de yemas laterales tiende a volverse florales en vez de vegetativas, con una consiguiente reducción de la cantidad de brotes laterales y un aumento en la cantidad de yemas florales (LEVER, 1986). El efecto morfológico más marcado del uso de Prohexadione Calcio, es al igual que en los triazoles, la reducción del largo de los internudos (MEDJDOUB, BLANCO y VAL, 2004) por lo que el aumento en el número de panículas por brote estaría explicado por el mismo principio.

CUADRO 3. Efecto de Prohexadione Calcio aplicado en rebrotes de poda sobre el promedio de ejes por panícula

Tratamientos	Promedio ejes por panícula
T0	2,04 ± 0,88 a
T1 (300 ppm Prohexadione Calcio)	2,80 ± 1,51 a
T2 (600 ppm Prohexadione Calcio)	2,58 ± 1,27 a
T3 (1200 ppm Prohexadione Calcio)	1,50 ± 0,71 a

Letras diferentes indican diferencias significativas según Test de Duncan ($p < 0,05$)

En el cuadro 3 se observa que no hay efecto del Prohexadione de Calcio sobre el número de ejes florales por panícula, además el número de ejes por panículas es bajo encontrándose en la mayoría de los tratamientos 2 ejes por panícula.

CUADRO 4. Efecto de Prohexadione Calcio aplicado en rebrotes de poda sobre el sobre la intensidad de floración.

Tratamientos	Intensidad de floración
T0	$1,64 \pm 1,15$ a
T1 (300 ppm Prohexadione Calcio)	$2,29 \pm 1,07$ a
T2 (600 ppm Prohexadione Calcio)	$2,07 \pm 1,33$ a
T3 (1200 ppm Prohexadione Calcio)	$1,82 \pm 1,11$ a

Letras diferentes indican diferencias significativas según Test de Duncan ($p < 0,05$)

En el Cuadro 4 se observa que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos con Prohexadione de Calcio y el tratamiento control.

5. CONCLUSIONES

La aplicación de Prohexadione Calcio en primavera a árboles de alta y baja floración no tuvo efecto sobre el número de frutos ni los kilos cosechados por árbol.

La aplicación primaveral de Prohexadione Calcio, a árboles de alta floración, aumento el peso promedio de los frutos en todos los tratamientos.

La aplicación primaveral de Prohexadione Calcio, a árboles de baja floración, aumento el peso y tamaño promedio de los frutos en los tratamientos 2 y 3.

Los frutos de los árboles de alta floración, aplicados en la primavera con Prohexadione Calcio, aumentaron su diámetro ecuatorial en comparación con el testigo, sin embargo sólo los tratamientos 2 y 3 presentaron una menor relación diámetro polar/diámetro ecuatorial.

A los 21 días después de la aplicación otoñal de Prohexadione Calcio, los rebrotes del tratamiento con 1200 ppm de Prohexadione Calcio presentaron una menor longitud que los del tratamiento testigo. Sin embargo a finales de julio todos los tratamientos presentaron la misma longitud de rebrotes.

Las aplicaciones otoñales de Prohexadione Calcio en dosis de 600 y 1200 ppm redujeron el crecimiento de los rebortes de poda, durante la primera semana después de la aplicación, y sólo la dosis de 1200 ppm de Prohexadione Calcio mantuvo la reducción de crecimiento hasta 21 días después de la aplicación.

La aplicación otoñal de 600 ppm de Prohexadione Calcio presentó un mayor número de panículas por brotes.

La aplicación otoñal de Prohexadione Calcio sobre rebrotes de poda no tuvo efecto sobre el número de ejes por panícula, ni sobre la intensidad de floración.

6. LITERATURA CITADA

- ADATO, I. 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. "Fuerte". *Scientia Horticulturae*. 45: 105-115
- BARRIENTOS, A. y LÓPEZ-LÓPEZ, L. 2000. Historia y Genética del Aguacate. In: Telíz, D. ed. México D.F., Mundi Prensa. pp.17-32
- BASAK, A. and RADEMACHER W. 2000. Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of Prohexadione-Ca. *Acta Horticulturae*. 514: 41-50.
- BRYERS, R. and YODER, K. 1999. Prohexadione-Calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *Hortscience*. (34): 1205-1209.
- BRYERS, R.E; CARBAUGH, D and COMBS, L. 2004. Prohexadione-calcium suppression apple tree shoot growth as affected by spray additives. *HortScience*. 39 (1):115-119
- CALABRASE, F. 1992. El aguacate. Madrid. Mundi-Prensa. Pp 43-147.
- CAMEROON, S. MULLER, R. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. *California Avocado Society Yearbook* 36: 201-209
- CHANDLER, W. 1964. Evergreen orchards. México D.F., Hispanoamericana. pp. 205-228
- CIREN, 2005. Primer Análisis nacional sobre la situación de las plantaciones frutícolas en Chile (on line). www.ciren.cl
- COSTA, G., BARALDE, R., RAMINA, A. and MASIA, A. 1984. Preliminary results on effects of Paclobutrazol on peach. *Acta Hort*. 149:235-241.
- COSTA, G., SABATINI, E., SPINELLI, F., ANDREOTTI, C., BOMBE, C. and VIZZOTTO, G. 2004. Two years of application of Prohexadione-Ca on apple: Effect on vegetative and cropping performance, fruit quality, return bloom and residual effect. *Acta Horticulturae*. 653: 35-40.
- DAVENPORT, T. 1982. Avocado growth and development. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95: 92-96.

- DAVENPORT, T. 1986. Avocado flowering. Horticultural Review. 8:257-289
- DONKIN, D. 2001. Guidelines for Pruning Avocado Trees in Environments conducive to vigorous growth. Avoinfo (SAAGA) Dec. 2001 (115): 3- 4.
- ELFING, DC., LANG, GA. and VISSER, BB. 2003. Prohexadione-Ca and ethephon reduce shoot growth and increase flowering in young, vigorous sweet cherry trees. HortScience. 38: 293-298.
- EVANS, J.R; EVANS, R.R; REGUSCI, C.L and RADEMACHER, W. 1999. Mode of Action, Metabolism, and Uptake of BAS 125W Prohexadione Calcium. HortScience 34 (7): 1200-1201
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p
- GAZIT, S y DEGANI, C. 2002. Reproductive Biology. In: WHILEY, A; SCHAFFER, B and WOLSTENHOLME, B. ed. The Avocado Botany, Production and Uses. Wallingford. CABI publishing. Pp 101-133
- GRIGGS, DH., HEDDEN, P., TEMPLE-SMITH, KE., RADEMACHER, W. 1991. Inhibition of gibberellins 2 β -hydroxylases by acyclohexanedione derivatives. Phytochemistry. 30: 2513-2517.
- GUAK, S., NEILSEN, D., LOONEY, N. 2001. Growth, allocation of N and carbohydrates, and stomatal conductance of greenhouse grown apple treated with prohexadione-Ca and gibberellins. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76 (6): 746-752.
- HAROLD, F.M. 1986. The vital force: A study of bioenergetics. W.H. Freeman and Co.
- 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. 103 p.
- HOFSHI, R y ARPAIA, M.L. 1999. Some economic reasons to consider canopy management. M.L. Arpaia and R. Hofshi (eds). Proceedings of Avocado. Brainstorming, October, 27-28, 1999. pp. 45-48
- ISH-AM, G. 2004. Principios de la polinización del palto. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Segundo Seminario Internacional de Paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1º Octubre, 2004. pp. 1-11

- KÖHNE J. S and KREMER – KÖHNE S. 1987. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (Paclobutrazol). South Africa Avocado Grower's Association Yearbook 1987. (10): 64-66.
- KÖHNE J. S and KREMER – KÖHNE S. 1992. Yield advantages and control of vegetative growth in a high-density avocado orchard treated with paclobutrazol. Proc. of Second World Avocado Congress. pp. 233-235.
- KÖHNE J. S and KREMER – KÖHNE S. 1995. Possible means to increase Hass avocado fruit size. Proceedings of The World Avocado Congress III, 1995. pp. 143-159
- LAHAV, E., GEFEN, B. and ZAMET, D. 1971. The effect of girdling on the productivity of the avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (3): 396-398.
- LEVER, B. 1986. Cultar- a technical overview. Acta Horticulturae 179: 459- 466.
- LEONARDI, J. 2001 . Progress in canopy management of avocados. Australian & New Zeland Avocado Growers Conference.
- LEONARDI, J., WHILEY, A., HOFMAN, P., STUBBINGS, M. and SARANAH, J. 2001. Management strategies for Sunny to increase fruit size and yield of Avocados. Queensland Horticultural Institute.
- LOVATT, C. 1990. Factors affecting fruit set / early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook (74): 193- 199.
- LOVATT, C. 2003. Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. California Avocado Research Symposium, November 1. Ventura, California. 108-115.
- LOVATT, C. 2004. Use of Plant Growth Regulators to Increase Fruit Set, Fruit Size and Yield and to Manipulate Vegetative and Floral Shoot Growth. California Avocado Research Symposium 2004. Riverside, October 30, 2004. pp. 96-107
- NATIONAL REGISTRATION AUTHORITY OF AGRICULTURAL AND VETERINARY CHEMICALS. 2000. Evaluation of the new active uniconazole-p in the product Sunny plant growth regulator.
- NOEL, H. 1970. The girdled tree. The Botanical Review (36): 162-195

- MAGDAHL, C. 2004. La industria de la Palta en Chile. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Segundo Seminario Internacional de Paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1º Octubre, 2004. pp.1-17
- MAGDAHL, C. 1998. La industria de la palta en Chile. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.. Seminario Internacional de Palto. Quillota, 4,5,6 de Noviembre, 1998. pp. 1-9
- MEDJDOUB, R., VA L, J., and BLANCO, A. 2004. Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of `Smoother Golden Delicious` apple tree. *Scientia Horticulturae*. 101: 243-253
- MENA, F. 2004. Poda en Paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Segundo Seminario Internacional de Paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1º Octubre, 2004. pp.1-13
- ODEPA, 2005. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (on line). www.odepa.cl
- OWENS, CL and STOVER, E. 1999. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to Prohexadione-calcium. *HortScience*. 34: 1194-1196.
- ROZETO, M. 1999. Para entender la fruticultura. Chile. Vertigo. Pp 93-131.
- SALAZAR-GARCIA, S. and LOVATT, C. 1998. GA₃ application alters flowering phenology of Hass avocado. *Journal of the American Society for Horticulture Science*. 123: 791-797.
- SALAZAR-GARCIA, S. and LOVATT, C. 1999. Winter trunk injections of gibberellic acid altered the fate of Hass avocado buds: effects on inflorescence type, number and rate of development. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 74: 69-73.
- SALAZAR-GARCIA, S. and LOVATT, C. 2000. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of avocado. *Journal of the American Society for Horticulture Science*. 123: 537-544.
- SALAZAR-GARCÍA, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. In: Telíz, D. ed. El aguacate y su manejo integrado. México D.F., Mundi- Prensa. Pp.57-83
- SALAZAR-GARCIA, S., LORD, E. and LOVATT, C. 1998. Inflorescence and flower development of the Hass avocado (*Persea americana* Mill.) during on and off

- crops years. Journal of the American Society for Horticulture Science. 123: 537-544.
- SALAZAR-GARCIA, S., LORD, E. and LOVATT, C. 1999. Inflorescence development of the Hass avocado: commitment to flowering. Journal of the American Society for Horticulture Science. 124: 478-482.
- SANTIBAÑEZ, F. y URIBE, J. 1990. Atlas agroclimático de Chile, regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 65p.
- SCHOLEFIELD, P., SEDGLEY, M and ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation, development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25: 99-110.
- SEDGLEY, M and D.M. ALEXANDER. 1983. Avocado breeding research in Australia. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 67: 129-135
- _____. 1987. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. South African Growers Association Yearbook (10) 42-43
- STASSEN, P. J. C. 1999. Canopy Management Panel Summary. M.L. Arpaia and R. Hofshi. Proceedings of Avocado. Brainstorming Ventura California, October 27-28, 1999. pp. 44
- SUGAR, D., ELFVING, D and MIELKE, E. 2002. Effects of Prohexadione-Calcium (Apogee™) on Blossoming, Production and Fruit Quality in Pear. Acta Horticulturae. 596: 757-760.
- SYMONS, P. and WOLSTENHOLME, B. 1990. Field trial using paclobutrazol foliar sprays on hass avocado trees. South African Avocado Growers. Association Yearbook vol 13: 1990
- TADEO, F.R., GÓMEZ-CADENAS, A., BEN-CHEIKEN, W., PRIMO-MILLO, E., and TALÓN, M. 1997. Gibberellin-ethylene interaction controls radial expansion in citrus roots. Planta. 21: 1001-1003.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. "Hass". Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 130p
- UNRATH, CR. 1999. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apple. HortScience 34, 1197-2000.

- VÖLKER, M. 2003. Evaluación del uso del uniconazole – p sobre la productividad y desarrollo del palto cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 88p
- WOLSTENHOLME, B., SARANAH, J. and WHILEY, A. 1990. Manipulating vegetative, reproductive growth in avocado (*Persea Americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae*. 41: 315-327.
- WHILEY, A. W, CHAPMAN, K. and SARANAH, J. 1988. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* Mill). cv. Fuerte during flowering. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 457-467
- WHILEY, A., SARANAH, J. and WOLSTENHOLME, B.N. 1992. Effect of paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass avocado growing in subtropical climates. *Proc. Of Second World Avocado Congress*. Pp 227-232.
- WHILEY, A., SCHAFFER, B. and, WOLSTENHOLME, B.N. 2002. The Avocado, Botany, Production and Uses. Wallingford CABI Publishing. 233pp
- WILHELMY, C. 1995. Efecto del anillado y de la doble incision anular sobre la floracion de palto (*Persea americana* Mill.) rebajados, cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77p
- WOLSTENHOLME, B. 1990. Some thoughts on flowering in avocado trees. *Journal of the South African Avocado Growers Association* 10:3-4.
- WOLSTENHOLME, B. 2001. Ecology: Climate and the edaphic environment. In: WHILEY, A., SCHAFFER, B. and, WOLSTENHOLME, B.N. 2002. The Avocado, Botany, Production and Uses. CABI Publishing. 233 pp.
- WOLSTENHOLME, B., SARANAH, J. and WHILEY, A. 1990. Manipulating vegetative, reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar aprays. *Scientia Horticulturae* 41: 315-327