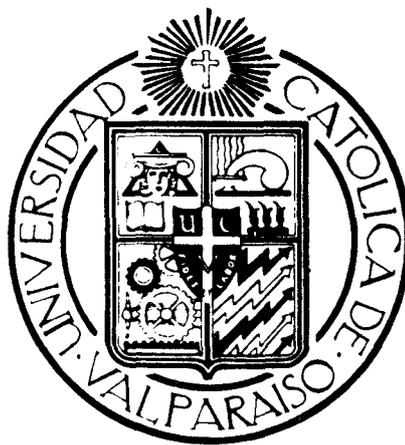


UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE TITULACION

EFECTO DEL ANILLADO, DOBLE INCISION ANULAR Y APLICACIONES DE CULTAR
EN RAMAS DE PALTO (*Persea americana* Mill.) cv. HASS

DANIEL GUILLERMO ROWLANDS BERGER

QUILLOTA CHILE
1994

INDICE DE MATERIAS

	<u>Pág</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Introducción	5
2.2. Características del palto	9
2.2.1. Sistema radicular	10
2.2.2. Sistema vegetativo	11
2.2.3. Sistema reproductivo	13
2.2.3.1. Inducción	13
2.2.3.2. Floración	15
2.2.4. Cuaja	19
2.2.5. Desarrollo del fruto	20
2.2.6. Fenología	21
2.3. Introducción a los tratamientos	24
2.4. Tratamientos con Cultar	26
2.4.1. Modo de acción	27
2.4.2. Absorción y traslocación	29
2.4.3. Efecto del Cultar	30
2.4.4. Cultar en persistente	31
2.5. Anillado e Incisiones anulares	35
2.5.1. Modo de acción	35
2.5.2. Efecto morfológico	36
2.5.3. Efecto del anillado en diferentes variedades	38
2.5.4. Procedimiento de anillado	41
2.5.5. Cicatrización	43
3. MATERIALES Y METODO	45
3.1. Ubicación y duración del ensayo	45
3.2. Caracterización de la zona del ensayo	45
3.2.1. Clima	45
3.2.2. Suelo	46
3.3. Material vegetativo	47
3.4. Tratamientos	49
3.5. Mediciones	50
3.5.1. Número de frutos de las panículas apicales seleccionadas	51
3.5.2. Diámetro polar y ecuatorial de los frutos	51
3.5.3. Número de frutos de las panículas laterales seleccionadas	51
3.5.4. Grado de floración	51
3.5.5. Intensidad de floración	52
3.5.6. Volumen de los árboles	52
3.6. Diseño Estadístico	52
4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	54
4.1. Generalidades	54
4.1.1. Testigo Húmedo	54
4.1.2. Anillado	55
4.1.3. Cultar	57

4.2.	Análisis de Varianza para el grado de floración	58
4.3.	Análisis de Varianza para el número de flores de las panículas apicales seleccionadas	59
4.4.	Análisis de correlación de algunos parámetros medidos	59
4.4.1.	Número promedio de frutos cuajados de la panícula apical	65
4.4.2.	Número total promedio de frutos cuajados de la panícula apical y laterales	78
4.4.3.	Crecimiento del fruto	80
4.5.	Consideraciones finales	85
5.	CONCLUSIONES	88
6.	RESUMEN	90
7.	LITERATURA CITADA	92

1. INTRODUCCION

En las últimas cinco temporadas, el área cultivada con palto en el país se expandió en un 32% Pasando desde 8.150 hectáreas en 1988/89 a 10.760 en 1992/93.

Paralelamente se ha notado un importante crecimiento de las plantaciones en formación que cubriendo 2.970 hectáreas en la última temporada, han llegado a representar el 28% del total, lo que indudablemente repercutirá significativamente en la producción de las próximas temporadas (ANUARIO DEL CAMPO, 1993-1994).

Sin lugar a dudas, el palto (Persea americana Mill.) es una de las especies frutales que más ha sido plantada en los últimos años, pero muchas veces los manejos de los huertos se hacen en base a ventajas comparativas, dejando bastante de lado la incorporación de ventajas competitivas.

Hoy en día la mentalidad productiva del agricultor debe cambiar, buscando tener estrategias más intensivas que incorporen tecnologías modernas de producción que permitan producir lo más precozmente posible con fruta de calidad y con productividades altas.

Dentro de las técnicas que se están probando, destacan el uso de reguladores de crecimiento como el Cultar, y técnicas de anillado e incisiones anulares. Estas nuevas tecnologías no sólo pueden ser ocupadas en huertos adultos y rebajados sino

también en huertos recién plantados en doble densidad, donde se busca sacar el máximo de producción en el menor tiempo posible antes de ser raleado el árbol del medio.

Los árboles crecen rápidamente alcanzando gran tamaño lo que hace que las labores de cosecha, control de plagas, enfermedades y otros manejos se realicen con dificultad elevándose así los costos de producción.

Debido a este rápido crecimiento, los paltos ocupan en un corto tiempo el espacio asignado, produciéndose un sombreamiento entre ellos. Si las hojas no reciben luz, no sólo funcionan mal y elaboran pocos fotosintatos, sino que también parasitan a las otras. Por lo que se producen enormes vacíos en el interior de los árboles por defoliación formándose verdaderos paraguas con los huecos que van dejando (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991), en donde la copa verde del árbol es prácticamente un pequeño sector de la parte aérea.

Al quedar la fruta ubicada en la periferia del árbol a alturas superiores a los 6 m se produce una fruta de bajo calibre debido a una baja relación hoja/fruta.

Por lo anterior es que ya se recomienda en huertos que se estén topando, rebajar los árboles a nivel de tronco a 1.2 a 1.4 m del nivel del suelo para poder volver a producir fruta de mejor calidad y más barata de cosechar.

El excesivo vigor que presentan los paltos rebajados, hace

imposible la cuaja antes del tercer año, y además se obtiene, al cabo de este tiempo, una estructura que alcanza nuevamente grandes alturas y que en corto tiempo copará nuevamente el espacio.

El crecimiento vegetativo está regulado por las giberelinas y su efecto es directamente proporcional a la concentración en que éstas se encuentran dentro de la planta.

En los árboles rebajados existe un gran desequilibrio entre la parte aérea y radicular con una gran cantidad de reservas a nivel de raíces y tronco, con un bombeo constante de giberelinas por parte del sistema radical, y por lo tanto el resultado final es una brotación muy vigorosa de chupones (ACEVEDO, 1994).

La cantidad de reservas agotadas por el crecimiento de chupones y la alta cantidad de giberelinas existentes al momento de la inducción y cuaja, se traduce en una escasa floración y cuaja de frutitos que además deben competir con el flush de brotación de primavera que provoca una altísima caída de frutos.

Una vez que el palto rebajado haya formado una estructura y un volumen de follaje adecuado, lo que puede ser uno a dos años después de rebajado, se le podrá disminuir el vigor para que puedan entrar en producción.

El fundamento del uso del Cultar (paclobutrazol) es que sí se

logra reducir el crecimiento vegetativo en el momento en que se ha iniciado la floración y algunos frutos ya han cuajado, se logrará una redistribución de los metabolitos disponibles en la planta, favoreciendo la permanencia de los frutos hasta la cosecha.

El anillado y las incisiones actúan en forma directa sobre la cuaja de frutitos favoreciendo la acumulación de fotosintatos en la parte superior del corte, que interrumpe el tejido floemático. La diferencia entre los dos es el grado de severidad de cada uno de ellos.

Con el fin de comprobar la efectividad de los distintos tratamientos sobre la cuaja y desarrollo del fruto se realiza el siguiente ensayo, cuyos objetivos son los siguientes:

- Evaluar tres dosis de Cultar aplicados al follaje sobre la cuaja y desarrollo del fruto en paltos cv. Hass rebajados hace dos años.
- Evaluar el efecto del anillado y doble incisión anular en la cuaja y desarrollo del fruto en paltos cv. Hass rebajados hace dos años.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Introducción:

El palto (Persea americana Mill.) es una especie de hoja persistente, nativa de México. Pertenece a la familia de las Lauráceas, suborden Magnolíneas, Orden Ranales, clase dicotiledonias (ENGLER' S, 1964).

Los paltos se agrupan en tres razas : Mexicana, Guatemalteca y Antillana. La variedad Hass que es la que mayor importancia alcanza en Chile, pertenece a la raza Guatemalteca, la cual se caracteriza por ser una variedad poco añera y presentar una buena producción.

Este cultivar es bastante precoz encontrándose fruta en árboles de dos y tres años (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991). Los principales países productores de paltas a nivel mundial son México (75,3%), Estados Unidos (11,5%), Sudáfrica (4,4%), Chile (3,2%) y España (1,7%) (FUNDACION CHILE, 1991).

Los países con mayor participación dentro del mercado internacional de las paltas son México y Estados Unidos, con el 20,5% y el 19,5% del total, respectivamente. Sudamérica participa con el 20% del total, en donde se destaca la producción de Brasil (8,4%). Chile participa tan sólo con el 1,8% del total. (ESPINOZA, 1991).

Las fechas en que se realizan las exportaciones de paltas en el mercado internacional dependen del país productor. Así

California, produce, entre febrero y agosto; México, desde mediados de agosto a mediados de enero; Chile, de septiembre a diciembre; Sudáfrica, desde mediados de marzo a agosto; Israel y España, de septiembre a enero (FUNDACION CHILE, 1991).

En Chile la superficie plantada con paltos se ha extendido en un 32% durante las últimas cinco temporadas, alcanzando actualmente a las 10.760 hectáreas, de las cuales un 28% del total se encuentran en etapa de formación (FUNDACION CHILE, 1993).

Con respecto a la producción: hasta 1990/91, la producción total de paltas no sobrepasaba 30.000 ton. Hoy los niveles de las cosechas recientes alcanzan a 40.000 ton en la temporada (FUNDACION CHILE, 1993).

El mayor porcentaje de esta producción proviene de la V Región, donde se ha establecido el 52% del área plantada con la especie, equivalente a 5.600 hectáreas. Le siguen la Región Metropolitana, con 2.900 ha y la VI Región con 1.830 hectáreas (FUNDACION CHILE, 1993).

El mercado interno continúa siendo el principal destino de la producción nacional consumiendo sobre el 85% de ésta (ESPINOZA, 1991). Lo anterior se debe a que Chile es el segundo consumidor de paltas del mundo, con un consumo per cápita de 2.5 kg al año (FUNDACION CHILE, 1991).

La variedad Hass representa el 80% del volumen de las

exportaciones, le sigue la variedad Fuerte con el 16% (ESPINOZA, 1991). Cabe señalar que las exportaciones Chilenas presentan gran variabilidad tanto en los volúmenes comercializados como en los precios obtenidos; ello se debe a cambios en los precios internacionales y a las variaciones en la producción nacional (GARDIAZABAL, 1992)*.

Las exportaciones de paltas han variado en los últimos 10 años. De 4.624 cajas exportadas en la temporada 1983, en 1992 se logró un volumen de 1.342.070, lo que significó un crecimiento promedio anual de 87,5%. (CIREN CORFO, 1993).

En la temporada 1992/93 se exportaron 1,7 millones de cajas, las que considerando un peso neto por caja de 11,3 kilos, equivalen a poco menos del 50% de la producción total (40.000 ton) estimadas para la temporada (REVISTA DEL CAMPO, 1994).

El principal destino de las exportaciones es el mercado Norteamericano que regularmente representa más del 80% del total de los embarques. En la penúltima temporada tuvo una participación del 85% (1991/92) y en la anterior se había elevado al 93% (1992/93), sin embargo, debido a la abundante cosecha de paltas en Estados Unidos en 1993/94 se produce un estancamiento en las adquisiciones y consecuentemente, una disminución de la participación de este mercado. Es así como los volúmenes comercializados en Estados Unidos llegan a 160.959 cajas, pero como contrapartida, Europa adquirió

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación personal.

353.686 cajas, lo que representa un incremento del 56% del total de cajas. Ya en la temporada 1992/93, se había incrementado la actividad con Europa, lo que representó el 15% del total de cajas exportadas (REVISTA DEL CAMPO, 1994), sin embargo, cabe hacer notar desde un punto de vista de calidad y precios que existe una fuerte competencia de abastecedores habituales de Europa como son Israel y México (FUNDACION CHILE, 1994).

Hoy en día hay una tendencia creciente al consumo. Se estima que la demanda seguirá creciendo tanto para consumo fresco como para la industria, siendo ejemplos de esto Japón (aunque crece lentamente), Estados Unidos y Europa, y en especial Francia (FUNDACION CHILE, 1993). Argentina también presenta un prometedor mercado si se siguen con las macropolíticas existentes (GARDIAZABAL, 1994)*. Sin embargo, Chile enfrenta potenciales problemas como la situación de México y su posible entrada al mercado de Estados Unidos, lo que es determinante en el comportamiento mundial del mercado de esta fruta, por ser este país el principal productor y exportador mundial. Tanto Chile como México coinciden en las épocas de exportación y los volúmenes exportados por México son muy superiores a los que Chile maneja (FUNDACION CHILE, 1993).

Hasta ahora esta ventaja ha sido anulada por la alta demanda interna, la baja calidad del producto y prohibiciones a las exportaciones Mexicanas de paltas al mercado de Estados

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación personal.

Unidos por razones fitosanitarias (ESPINOZA, 1991).

En consideración a lo anterior, el impacto más importante en el mercado se produciría si hubiese una paulatina entrada de México en el mercado Norteamericano. Esta situación permitiría ingresar volúmenes crecientes al mercado Norteamericano y por lo tanto se produciría un deterioro de los precios, y muchos productores Chilenos y Americanos deberían retirarse del negocio (FUNDACION CHILE, 1991).

2.2 Características del palto:

El cultivar Hass pertenece a la raza Guatemalteca. Se originó en 1926 a partir de semillas plantadas por Rudolph G. Hass, en California (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol presenta un desarrollo mediano, crecimiento erecto, no presenta una tendencia tan marcada al añerismo como el cultivar Fuerte, ni tanta irregularidad en cada ejemplar dentro de un mismo huerto. Esta variedad es bastante precoz, encontrándose fruta en árboles de dos y tres años. Se ve afectado por heladas más drásticamente que cultivares de otras razas, resistiendo temperaturas de -1.1°C . Su floración se extiende desde septiembre hasta noviembre, y pertenece al grupo A. El fruto es piriforme a ovoide (peso entre 180 a 360 g). La cáscara es rugosa, de color verde cuando está en el árbol y paulatinamente se torna negra después de la cosecha. La semilla es pequeña, existiendo una buena relación pulpa/semilla. Madura desde Septiembre a Marzo, produciendo una fruta de excelente calidad con un

contenido de aceite entre el 15 a 20% (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Las producciones de los huertos de paltos son bajas cuando se comparan con otros frutales. Esto se debe al alto costo energético asociado a la producción de aceites almacenados en el fruto y a la formación de una gran semilla que es rica en nutrientes. Además el palto presenta una compleja floración y polinización que se vé fácilmente alterada por las temperaturas (WHILEY et al., 1988).

2.2.1. Sistema radicular:

El sistema de raíces es bastante superficial, el 80% de las raicillas en profundidad se distribuyen entre 0-30 cm (WOLSTENHOLME, 1987; HERNANDEZ, 1991; TAPIA, 1993). Las raíces son extensamente suberizadas, relativamente ineficientes, con una baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radicales, por lo que son muy susceptibles a Phytophthora cinnamomi (WHILEY etal, 1987).

WHILEY Y WINSTON (1987) indican que la mayor masa de raíces se distribuye en los primeros 45 cm de suelo, donde la raíz es vulnerable a rápidos cambios ambientales, debido a lo cual el crecimiento de éstas es significativamente suprimido a temperaturas inferiores a 13°C, siendo el óptimo entre los 18 y 23° C. Debido a ésto, el crecimiento de la raíz es reducido durante el invierno, cuando la temperatura de la zona radicular cae más abajo de los 18° C.

Es importante señalar que existe una relación entre la productividad del palto y las características del patrón (JONES, EMBLETON y CREE, 1957). Los resultados de BORYS, BARRERA y LUNA (1985) sugieren que, en parte, esta variación puede resultar de la heterogeneidad del tamaño de las raíces, como también de los componentes morfológicos de éstas (largo de raíces principales y secundarias, diámetro y número).

2.2.2. Sistema vegetativo:

El palto es un árbol que puede adquirir un tamaño considerable, llegando las plantas adultas a tener un ancho variable de 10 a 12 m y una altura entre 8 y 10 m (RODRIGUEZ, 1982), por lo que se recomienda que su distancia de plantación definitiva sea de 12 a 15 m (GARDIAZABAL y ROSEMBERG, 1991).

Las hojas son alternas, persistentes, coriáceas, de color verde, con forma elíptica o elíptica - lanceoladas, glabras de diez a cuarenta centímetros de largo y glandecentes en la cara inferior (PARODI, 1959); tienen una gran densidad de estomas (40.000 a 73.000 por cm²) (WHILEY *et al*, 1988) aunque una limitada red vascular (SCHOLEFIELD, WALCOTT, KRIEDEMANN y RAMADASAN, 1980). Pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que reciclan durante los períodos de demanda (WHILEY, 1990).

La dominancia apical es marcadamente débil en el palto, desarrollándose yemas axilares anticipadas que evolucionan al mismo tiempo que la terminal (RODRIGUEZ, 1982).

El crecimiento de paltos es caracterizado por períodos de gran crecimiento separados por períodos de reposo (VENNING y LINCOLN, 1958; DAVENPORT, 1982; WHILEY et al, 1988).

CAMEROON (1952) Y WHILEY (1990) plantean que el palto presenta flushes periódicos, resultando en una canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencias. Sin embargo, los brotes tienen un periodo largo que va desde la fase de importación neta a otra de exportación de carbohidratos. Hasta el día cuarenta hay hojas que aún están importando carbohidratos para el crecimiento, existiendo una pérdida neta de energía para el crecimiento de ese brote.

La brotación de primavera tiene una fuerte competencia por reservas y nutrientes con la floración, pero son esas hojas las que nutrirán los frutos que hayan cuajado de la panícula. El brote de verano tiene un impacto positivo a nivel nutricional, tanto para la fruta en ese momento en el árbol como para la continua productividad, ya que aporta carbohidratos para éstas y la producción de flores de la próxima primavera (WHILEY et al).

El árbol está predispuesto a un crecimiento vegetativo mejor que para la producción de fruta. Las razones de esto son el alto recambio de hojas, que son de una corta vida relativa

cuando se comparan con las hojas de otros frutales persistentes y a la evolución del palto bajo condiciones de competencia lumínica en la selva lluviosa (WHILEY et al).

2.2.3. Sistema Reproductivo

2.2.3.1. Inducción:

La inducción que es el paso de tejido vegetativo a reproductivo ocurre entre los meses de abril y mayo (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), determinaron que la inducción floral ocurre en el momento del mínimo contenido de carbohidratos en las ramas principales, en el otoño, por lo tanto, es poco probable que el nivel de carbohidratos cause iniciación floral sino más bien bajas concentraciones de carbohidratos pueden causar un cese en la actividad vegetativa y mediante esto relacionarse con la inducción floral, vía disminución de la competencia que existe entre crecimiento vegetativo y reproductivo.

RAZETO (1992), manifiesta que la inducción floral ocurre dos a cuatro meses antes de la floración, y la diferenciación floral viene inmediatamente después, uno a tres meses antes que las flores abran, por lo tanto, la inducción y diferenciación es bastante cercana a la floración. GARDIAZABAL Y ROSENBERG (1991), plantean que la diferenciación se produce en julio.

La inducción floral ocurre como consecuencia del periodo de

semilatencia, en el cual el árbol disminuye su actividad por bajas temperaturas (RAZETO, 1992).

WOLSTENHOLME (1990), señala que en subtrópicos fríos la inducción floral ocurre en otoños fríos especialmente en noches frías, posiblemente afectada por acortamiento del día. Este mismo autor indica además que cualquier factor de stress de intensidad y duración suficiente, como por ejemplo bajas temperaturas, suelos secos o con baja humedad, Phytophthora, deficiencias de nutrientes minerales, calor extremo, etc, pueden provocar inducción floral, siendo los factores más importantes las bajas temperaturas y sequedad, actuando sinérgicamente. Sin embargo, según lo indicado por LOVATT (1986), se puede inducir floración mediante tratamientos de bajas temperaturas, pero no por déficit hídrico; ya que el tratamiento de stress hídrico, que es el mismo que se usa para inducir floración en limonero en palta Hass, causa acumulación de amonio en las hojas y brotes llegando a un nivel tóxico, el cual, se evidencia por la presencia en las hojas de Tip - burn, necrosis marginal e incluso abscisión en los brotes por muerte interna. La explicación fisiológica de este hecho se basa en el mecanismo homeostático de detoxificación de amonio vía síntesis de arginina que poseen las plantas, el cual, en el caso del palto Hass, ante un problema de stress por déficit hídrico, no funcionaría, pero sí actuaría ante un stress térmico por bajas temperaturas como también altas (LOVATT, 1986).

SCHROEDER (1953) señala que en California las estructuras

florales son evidentes (diferenciación floral) dos meses antes de la aparición de flores y que las yemas florales individuales se forman desde seis semanas a dos meses antes de la plena floración, en cualquier cv.

BUTTROSE Y ALEXANDER (1978) encontraron que en los huertos de del cv. Fuerte, la inducción floral se observa temprano en invierno (cuatro meses antes de floración) como resultado de bajas temperaturas combinadas con días cortos, siendo la baja temperatura más importante que la extensión del día en este proceso.

Sin embargo, estudios israelitas señalan que la inducción ocurriría más temprano en la temporada, indicando que sería en los primeros meses de verano, diciembre - enero en Chile. Esto último queda de manifiesto en países como México, el cual tiene una temperatura relativamente homogénea durante el año y además los palto presentan su principal floración en otoño (GARDIAZABAL, 1994)*.

2.2.3.2 Floración:

La flor del palto es actinomorfa y hermafrodita, compuesta de nueve estambres fértiles y un ovario sésil con estilo alargado (PARODI, 1959).

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimos adultos sueltos de flores unidas en forma piramidal) (WHILEY et al). Según SCHROEDER (1944),

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación Personal.

la inflorescencia del palto es comunmente indeterminada, lo cual implica que los crecimientos florales están procedidos por una yema vegetativa en la punta del eje de crecimiento. Señala además que existen inflorescencias determinadas. En éstas los nuevos crecimientos vegetativos ocurren sólo por el desarrollo de una yema lateral, ya que la yema apical del eje central corresponde a una yema floral simple.

Los primórdios florales surgen en la axila de las brácteas de las yemas y el ápice generalmente permanece vegetativo.

Generalmente el desarrollo de las inflorescencias de palto ocurre en las ramas de madera de un año de edad, aunque también en brotes del mismo año (RODRIGUEZ, 1982).

Los paltos florecen profusamente, pero se caracterizan por presentar un bajo porcentaje de frutos que llegan a cosecha, llegando tan sólo a ésta el 0,1% de los frutos (WOLSTENHÖLME, 1988).

BEKEY (1986) plantea que un palto que presente alrededor de un millón de flores, sólo necesita que se polinicen 5000 para obtener una producción comercial de 50 kg/árbol. Esto corresponde al 0,02% del número total de flores.

Las flores del palto presentan dicogamia protoginea, esto significa que la flor abre dos veces. La primera vez que abre lo hace normalmente en estado femenino, o sea, está el pistilo bien erguido y los estambres cerrados. Cuando abre por segunda vez, el estigma está generalmente muerto y de color negro, y la flor sólo genera polen (estado masculino).

Cuando la flor femenina abre en la mañana, ese árbol pertenece al grupo A y cuando abre en la tarde pertenece al grupo B (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El complejo ciclo de floración y su extremada sensibilidad a la temperatura ha sido descrito por numerosos autores (NIRODY, 1922; SEDGLEY, 1977; SEDGLEY y ANNELLS, 1981; HERNANDEZ, 1991; TAPIA, 1993), los cuales han observado que la dicogamia de palto no se cumple bajo ciertas condiciones ambientales, habiendo un traslape a distintas condiciones de temperatura (HERNANDEZ, 1991; PALMA, 1991; CALVERT, 1993; TAPIA, 1993), por lo que el comportamiento de las variedades tipo A y B se ajustaría a otras zonas climáticas (LESLEY y BRINGHURST, 1951).

Según GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), la dicogamia es menos sensible con temperaturas que varían entre 17 y 12 °C y 33 y 28 °C entre la noche y el día respectivamente. Sin embargo, observaron que el polen disponible en la etapa femenina era restringido, y que éste aumentaba cuando las temperaturas variaban día a día, como por ejemplo, un día con 20 y 10 °C seguido de un día con 30 y 15 °C (temperaturas del día y la noche, respectivamente).

De acuerdo a esto, se determinó que con temperaturas diurnas de 23 a 27 °C y con una temperatura nocturna superior a 10 °C, se obtendría una óptima floración y cuaja.

HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993) atribuyen a las bajas temperaturas registradas durante la floración (temperaturas del día y la noche menores a 17 y 12° C, respectivamente) el

traslape observado entre el estado femenino y masculino de las flores.

La floración comienza después de un pequeño período de semiactividad en el árbol (WHILEY, 1990), donde se produce el máximo período de acumulación de reservas del árbol. Así las reservas van declinando progresivamente durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos (SCHOLLEFIELD et al, 1985).

La alternancia de producción está muy relacionada con los niveles de reservas de la planta, carbohidratos y especialmente el almidón, durante la temporada anterior. Así una alta acumulación de almidón durante la temporada anterior se asocia a una alta producción, lo que a su vez provoca un gran gasto y una baja en los niveles de almidón, con una pobre cosecha como consecuencia (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

SEDGLEY et al. (1985), ha demostrado que frente a temperaturas de 33° C en el día y 23° C en la noche se inhibían las yemas florales, teniendo estas yemas un estado avanzado de desarrollo de primordios florales. Esto sería debido a la alta respiración de la canopia frente a estas temperaturas, por lo que sugiere que cierto umbral de carbohidratos estimularía la iniciación floral.

En cuanto al contenido de reservas, hay marcadas diferencias en la concentración de almidón en el tronco, según el clima, así, en la zona templada de Australia con un extenso verano

se logran niveles de 18% (SHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985) y en el norte subtropical de Australia, donde el crecimiento puede ocurrir aún temprano en invierno, se logran 8,5% (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

2.2.4. Cuaja:

El desarrollo de frutos es fuertemente competitivo con el crecimiento de la raíz y de los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles. Por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes, bajan las reservas de los árboles. La estimulación de un crecimiento vegetativo vigoroso durante este período crítico, trae como resultado una caída excesiva de frutitos (WHILEY, 1990).

Frutitos con embriones y endospermas anatómicamente normales presentan detención del desarrollo, degeneración del tejido celular, seguido por la abscisión de éstos. Lo cual sugiere que la distribución ineficiente de agua y nutrientes a los frutitos es, particularmente, la responsable de la detención del crecimiento (SEDGLEY, 1980).

LOVATT (1990) plantea que la cuaja y el período temprano de caída de frutos es el estado más crítico del ovario en desarrollo del fruto.

La competencia y la alta cantidad de frutos pobremente polinizados produce una alta caída. El éxito del desarrollo

de estos frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración, depende de los fotosintatos almacenados, de la fotosíntesis del momento (hojas maduras de brote de verano), y del tiempo de transición del sink de primavera (WHILEY, 1990).

WOLSTENHOLME et al (1990) indican que durante temporadas de fuerte caída de frutos, los palto tienen la última oportunidad de ajustar la carga durante el segundo flush vegetativo a mediados de verano. Condiciones de stress en este tiempo pueden llegar a hacer perder sobre 400 frutos por árbol que puede alcanzar al 10 - 40% de la masa final.

Con respecto a la segunda caída de frutos, HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), señalan que a diferencia de WHILEY et al (1988), se registró para cv. Hass sólo un peak importante de caída de frutos, entre mediados de noviembre, hasta la primera semana de enero en el caso de HERNANDEZ (1991) y entre mediados de noviembre y la tercera semana de diciembre para el caso de TAPIA (1993). Ambos autores registraron posteriormente una caída de baja intensidad. Además concluyen, que la floración y la cuaja coinciden con el crecimiento vegetativo de primavera, y por lo tanto compiten con una fuente limitada de recursos.

2.2.5. Desarrollo de frutos:

El fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoídea (CHANDLER, 1962; WOLSTENHOLME, HOFMAN y CUTTING,

1985; PALMA y HERNANDEZ, 1991; TAPIA Y CALVERT, 1993). Durante toda la temporada hay un proceso de división y elongación celular (WOLTENHOLME, HOFMAN y CUTTING, 1985).

PALMA (1991) observó que el crecimiento de frutos de la var. Fuerte, en cuanto al diámetro polar, tiende a estabilizarse a mediados de abril, manteniéndose siempre su crecimiento. Por otra parte, el crecimiento ecuatorial muestra una relativa estabilización a partir de mayo obteniéndose curvas del tipo simple sigmoidea.

TAPIA (1993) observó en var Hass, en la zona de Quillota, que entre el 5 de Enero y El 24 de mayo de 1993 tanto el diámetro polar como ecuatorial presentan un crecimiento continuo a través del tiempo, con una tendencia a la estabilización del diámetro polar entre el 22 de marzo y el 13 de abril y entre el 6 y el 26 de abril para el caso del diámetro ecuatorial.

2.2.5 Fenología:

Fenología es la relación entre el clima y fenómenos biológicos periódicos. Los árboles muestran fases de desarrollo (fenofases) a medida que pasa una estación.

El ciclo de crecimiento fenológico en el palto proporciona una representación visual general del constante cambio en la competencia entre fuentes y sink en el mismo árbol (WOSTENHOLME y WHILEY, 1990).

WOLSTENHOLME y WHILEY (1989), señalan que la floración parte junto al crecimiento vegetativo de primavera, el cual es un período de traslocación y competencia intensa por los nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y agua del árbol, por lo que se hace necesario el control del vigor del flush de primavera, especialmente de los cv. vigorosos como Fuerte, para así lograr una mejor distribución de los sink y disminuir la caída de flores y frutos.

Para cv. Hass en Quillota, HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), describen que el desarrollo vegetativo presentó dos períodos (flush) de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera y otro menor en otoño.

El inicio del primer flush se produce el 31 de agosto. El peak de crecimiento se aprecia entre el 26 de octubre y el 9 de noviembre, disminuyendo hasta caer a niveles muy bajos que indican el término de este período el 19 de enero. A partir del 29 de marzo la tasa vuelve a incrementarse, dando origen al segundo flush de crecimiento, cuyo peak ocurre entre el 26 de abril y el 3 de mayo, decreciendo posteriormente, en forma más rápida que el primer flush (TAPIA, 1993).

El desarrollo radicular presentó aparentemente dos períodos de crecimiento (TAPIA, 1993), sin embargo HERNANDEZ (1991) observó sólo uno. La floración se concentró desde mediados de octubre a mediados de noviembre aproximadamente, paralelamente al flush de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular (HERNANDEZ, 1991; TAPIA,

1993). La caída de frutos se concentra desde el 16 de noviembre al 22 de diciembre (TAPIA, 1993), pero según HERNANDEZ (1991) se extendería hasta el 8 de enero. Posteriormente ambos señalan que sería una caída poco importante.

Cada brotación es seguida por un aumento en el crecimiento radicular (WOLTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990). Por lo que existe una interdependencia entre las raíces y los brotes produciéndose un patrón cíclico en el desarrollo de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y raíces aumenta, el crecimiento vegetativo declina y el crecimiento radicular aumenta, recuperándose el balance. así el ciclo se repite sucesivamente (WHILEY et al, 1988).

Según HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), cuando se inicia el crecimiento vegetativo, la temperatura del suelo es muy baja para el crecimiento de las raíces, por lo el crecimiento de los brotes no puede continuar, ya que la masa de raíces no logra abastecer de una suficiente cantidad de agua y nutrientes a la parte aérea. Cuando las temperaturas del suelo mejoran, aumenta el volumen radicular y el follaje a su vez reanuda su crecimiento, dándose así inicio al segundo pulso de crecimiento vegetativo, el cual se prolonga hasta que las temperaturas ambientales comienzan a disminuir.

GARDIAZABAL (1993) plantea que en paltos rebajados al existir una bajísima relación follaje/raíces se tiene un casi

continuo crecimiento aéreo, lo que hace que ya al tercer año de rebajados, por su vigor ya hayan ocupado el 50 a 60% de la superficie.

Cuando ha habido un gran crecimiento vegetativo la evapotranspiración aumenta considerablemente, produciéndose un desequilibrio entre la parte aérea y radicular, de manera que el crecimiento vegetativo cesa dándole paso al crecimiento del sistema radicular (HERNANDEZ, 1991; TAPIA, 1993).

2.3. Introducción a los tratamientos

El palto, es originario de la selva tropical de Centro América, lo que favorece el crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo debido a la alta competencia a la que están sometidos; por lo que se produce un crecimiento excesivo de los árboles.

Al haber un rápido crecimiento y ocupar en poco tiempo el espacio asignado, se produce un sombreamiento entre ellos, por lo que muchas hojas dejan de recibir luz. Por esto elaboran pocos fotosintatos y además parasitan de las otras hojas, las que reciben menos luz serán menos eficientes para la producción de alimentos, tanto para las raíces como para el resto del árbol y por lo tanto, se necesitarán un mayor número de hojas para nutrir bien cada fruta (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

KÖHNE y KREMER (1989) plantean que el gran problema de la

industria de las paltas es este rápido crecimiento, con lo cual los árboles cubren en corto tiempo la superficie asignada y se hace muy difícil las labores de cosecha, control de plagas, enfermedades y manejos en general, lo que eleva los costos de producción.

Para enfrentar este problema se pueden rebajar los árboles. Los muñones rápidamente brotan y la producción nuevamente comienza al tercer año (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991). El problema es que se pierde la posibilidad de incrementar el calibre de la fruta debido a un excesivo crecimiento vegetativo durante los primeros años; lo que amplía la relación hoja/fruta y hace perder espacio, ya que al tercer año, por su alto vigor, ya ha ocupado el 50 a 60% de la superficie (GARDIAZABAL, 1994)*. Si artificialmente se controla el crecimiento vegetativo habrá un impacto en la productividad del árbol (WHILEY et al, 1988).

Una forma de reducir el tamaño de los árboles es mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, como Paclobutrazol que es efectivo en una amplia gama de especies (SHEARING y JONES, 1986; HUNTER y PROCTOR, 1990).

El vigor del árbol puede ser manipulado, despuntando el crecimiento de primavera (WOLTENHOLME et al., 1988) o por medio de la realización de un anillado reduciendo temporalmente la fuerza del crecimiento vegetativo. De esta forma se puede incrementar la producción de fruta

*GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación Personal.

(WOLTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990).

2.4. Tratamiento con Cultar:

LEVER (1985) indica que una manera indirecta de obtener la desviación de los fotosintatos hacia el crecimiento reproductivo es el uso de algunos retardadores de crecimiento, los cuales permiten a la vez mejorar la cantidad y calidad de la fruta y disminuir el crecimiento de los árboles, haciéndolos más fácilmente manejables.

La composición química del Paclobutrazol es $[(2R,3R)-1-(4\text{-chlorophenyl})-4,4\text{-dimethyl-2-1,2,4-triazol-1-yl-}]\text{-pentan-3-ol}$ (BARRET y BARTUSKA, 1982).

QUINLAN (1982) se refiere al Paclobutrazol o PP-333, conocido comercialmente como Cultar, como un regulador de crecimiento vegetal que pertenece al grupo de los llamados fungicidas Triazoles y es análogo del fungicida triadimefón (Bayleton).

El Cultar se ha difundido ampliamente como regulador de crecimiento en árboles frutales. Está establecido que realiza un control de vigorosos crecimientos vegetativos (QUINLAN, 1980, 1981; WILLIAMS, 1982, 1984; WEBSTER y QUINLAN, 1984; EREZ, 1986), reduce la poda, obtiene una mayor inducción y una mejor calidad de fruta (EREZ, 1984).

El Paclobutrazol tiene una baja toxicidad para mamíferos, aves, peces, abejas y otros invertebrados (LEVER, 1982). El LD es de 1200 a 1300 mg/Kg, siendo excretado rápidamente por los mamíferos, sin tener efecto acumulativo (I.C.I., 1984).

La residualidad del Paclobutrazol no se limita al momento de la aplicación al suelo, viéndose efectos hasta un año después (CIFUENTES, 1988). Por su parte, RIOJA (1991)*, señala que el gran problema del Cultar es poder determinar en forma efectiva la residualidad del producto en el suelo.

Para TUKEY (1985), resulta inquietante la larga vida media del Paclobutrazol, como también la dificultad para corregir una inhibición excesiva del crecimiento.

LEVER (1987) señala que la vida media del Paclobutrazol varía, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas, entre 3 y 12 meses.

En relación a las aplicaciones foliares, los residuos encontrados en la fruta son muy bajos y dependiendo del momento de la aspersion, es probable que la fruta no presente residuos (I.C.I, 1984; TUKEY, 1987). Así, aplicaciones a huertos adultos de paltos pueden dejar residuos en la fruta, no así aplicados al follaje en floración (GARDIAZABAL, 1994) **.

2.4.1. Modo de acción:

El efecto bioquímico del Paclobutrazol, es una supresión sobre la biosíntesis de giberelinas (RAESE y BURTS, 1983;

* RIOJA, P. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1991. Comunicación personal.

**GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación Personal.

QUINLAN y RICHADSON, 1986).

WANG (1986) y LEVER (1986), coinciden en que el ingrediente activo, se dirige a los meristemas subapicales, donde actúa inhibiendo la oxidación de la Kaurena en ácido Kaurenoico, reacción que ocurre en los microsomas y es catalizada por el citocromo P450. La reducción de los niveles de giberelina disminuye el grado de división y expansión celular (LEVER, 1986).

De esta forma se produce una consecuencia morfológica directa, la cual es la reducción del crecimiento vegetativo, lo cual conduce a un efecto secundario que es una alteración de la fuerza relativa de los distintos sink dentro de la planta que determina la partición de un mayor número de asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, cuaja y crecimiento de fruto (LEVER, 1986).

CURRY (1983), señala que el Paclobutrazol no bloquea la actividad de las giberelinas existentes, si es agregada giberelina exógena.

Para mantener la supresión de la síntesis de giberelina se requiere mantener una concentración umbral de paclobutrazol en el ápice de las ramillas a partir de los reservorios en el sistema vascular de las plantas por debajo de los puntos de crecimiento (I.C.I, 1984; LEVER, 1986).

2.4.2. Absorción y traslocación:

El producto puede ser absorbido por el tejido subapical joven y por las hojas cuando es aplicado vía aspersiones o puede ser absorbido por las raíces cuando se aplica al suelo (BARRET y BARTUSKA, 1982; LEVER, 1986).

La traslocación es de tipo pasiva a través del flujo transpiratorio, el cual ocurre por el xilema, siendo translocado al sitio de acción, que es el meristema subapical del brote donde se produce el beneficioso efecto bioquímico (BARRETT y BARTUSKA, 1982; QUINLAN y RICHARSON, 1984; LEVER, 1986). Es por lo tanto, necesario que exista una cubierta foliar y el flujo activo de transpiración para llevar el paclobutrazol a los puntos de crecimiento del árbol (LEVER, 1986).

El transporte de paclobutrazol por el floema, en estudios realizados en crisantemos, señala que no se translocaría por éste y si lo hace es con extremada dificultad (BARRET y BARSTUSKA, 1982; COUNTURE, 1982).

Según ANON (1984) el movimiento a través de la planta es relativamente lento, en cambio, BARRETT y BARTUSKA (1982), reportan que es rápidamente traslocado hacia los centros de crecimiento. Quizás estas diferencias estén influenciadas por la naturaleza de la cosecha y condiciones ambientales, como la temperatura (SYMONS, 1988).

También el producto se fija reversiblemente a los tejidos

vasculares dentro de la planta y esto constituye un reservorio de producto que se va liberando poco a poco y determina un efecto prolongado sobre la planta (WILLIAMS, 1985). Por lo que si no es metabolizado completamente se produce paulatinamente una acumulación en la madera a través de los años (GREENE, 1986).

Es importante considerar en la aspersión foliar de paclobutrazol el hacer las aplicaciones hacia los ápices de los brotes, las hojas jóvenes y en general, la parte superior de los brotes; tomando en cuenta que debido al crecimiento y elongación de estas partes se produce una dilución del producto detrás de la región meristemática subapical (RICHARSON y QUINLAN, 1986).

2.2.3. Efecto del Cultar:

MORANDE (1987) señala que la respuesta del paclobutrazol depende de varios factores, entre los cuales se puede destacar la especie, variedad, edad del árbol, época y método de aplicación, dosis, clima tipo de suelo y otros factores aún en estudio.

El efecto morfológico más marcado del uso del Cultar, según la dosis aplicadas, es la reducción del largo de los internudos en brotes terminales y laterales. Una mayor proporción de botones laterales tienden a ser florales más que vegetativos, con la consecuente reducción del número de brotes (LEVER, 1986); y un incremento en el número de frutos (KÖHNE y KREMER - KÖHNE, 1989).

SANCHEZ (1985) en investigaciones dirigidas básicamente a frutales de carozo, logra que los chupones sean severamente debilitados o eliminados. Los más beneficiados son durazneros y nectarines, seguidos por damascos, cerezos y ciruelos.

Este producto al afectar la arquitectura del árbol, permitiendo que el interior de la copa tenga una mayor iluminación, lo cual favorece la calidad de la fruta (SANCHEZ, 1985).

2.2.4. Cultar en persistente:

En Macadamia (Macadamia integrifolia) se suprimió el crecimiento con aplicaciones de 10 sprays de 0.1 ml/l de paclobutrazol (PP333) con intervalo de 2 semanas en la mitad del invierno, hasta temprano en el verano, también se combinó con un tratamiento con Ethepon de 1.6 ml/l (STEPHENSON, GALLAGHER y RASMUSSEN, 1989).

Aplicaciones en Mango (Mangifera indica L.) al suelo en 10 g de i.a. de Cultar, produjeron una floración mayor y precoz, con un adelanto de 6 a 8 semanas, también redujeron la elongación del brote dando una menor distancia internodo (KULKARNI, 1988).

Se logró hacer florecer árboles de Lichi (Litchi chinensis sonn.) que por 12 años no tenían floración con 2 aplicaciones de PP333 (400 ppm) durante el invierno, incrementando el número de panículas (LIANG y YU, 1991).

KÖHNE (1988) reporta en árboles de paltos reducciones de

hasta un 50% del largo que alcanzaría el brote sin ser tratado con paclobutrazol. En ensayos realizados en cv. Hass, los brotes frutales asperjados con Cultar fueron un 42% más cortos que los no asperjados (WOLSTENHOLME et al., 1988).

WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990), obtienen un promedio de 45,7% de brotes fructíferos en árboles asperjados con paclobutrazol versus 20,8% de brotes fructíferos en árboles no asperjados.

También se ha determinado que tanto las aplicaciones de Cultar, como la fructificación (cantidad de frutos por árbol), reducen el largo del brote del pulso de primavera, tanto en cv. Hass como Fuerte (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990), sin embargo el número de pulsos de crecimiento no se ve alterado al efectuar aplicaciones de paclobutrazol (KÖHNE, 1988).

En relación al número de hojas por brote, éstas no se ven afectadas en árboles asperjados con paclobutrazol. Sin embargo, tanto la masa y el área de las hojas son reducidas significativamente (WOLSTENHOLME et al., 1988; WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990), observándose una coloración más oscura del follaje y hojas arrugadas (KÖHNE, 1992; SILVA, 1993; ACEVEDO, 1994).

Por otro lado, se ha registrado que la forma del fruto de palta se aprecia notablemente más redondeada en ensayos con paclobutrazol (KÖHNE, 1992; SILVA, 1993; ACEVEDO, 1994), sin verse afectado el tamaño de la semilla (WOLSTENHOLME et al., 1988).

Los paltos responden rápidamente a aplicaciones de paclobutrazol aéreas, produciendo reducción del crecimiento del flush de primavera aplicando 5 g i.a. por m² de sombra a sólo cuatro semanas después de iniciado el flush (WOLSTENHOLME et al., 1988).

Aplicaciones foliares en plena floración han mostrado suprimir el crecimiento vegetativo y mejorar la retención de fruta (SARANAH, WHILEY y WOLSTENHOLME, 1988).

Aspersiones foliares de paclobutrazol en 2.5, 1.25 y 0.625 g i.a./l en paltos reducen el flush de brotación de primavera y redistribuyen los componentes de materia seca a la floración. Mejorando tamaño de la fruta con las dosis más altas y la producción acumulada durante dos años con las dos menores (WHILEY y SARANAH, 1992).

SILVA (1993) Señala en su ensayo de paltos rebajados, en los cuales se aplica Cultar en verano, que no hay diferencias significativas en casi todos los parámetros medidos, excepto con la dosis más alta de Cultar al suelo (8 g i.a. por m² de silueta). Aquí se logra disminuir la longitud del crecimiento estival y en las distintas dosis al suelo aumentan significativamente el grado de floración y el número de frutos totales. Sin embargo las aplicaciones al suelo son erráticas y dependen del tipo de suelo y cantidad de materia orgánica que contenga. En suelos con alta capacidad de intercambio catiónico, el paclobutrazol es absorbido en la arcilla y partículas orgánicas (WILLIAMS et al., 1986).

En árboles de 8 años de edad de cv. Negra de la Cruz se aplica Cultar al suelo, al tronco y alejados en surcos en dosis de 40 mg de ia. por cm de sección transversal de tronco, con lo que se logra internudos más cortos, pero donde no hay diferencia significativa en floración y producción, con respecto al testigo (RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

Paltos Hass sobre patrón Duke 7 plantados en alta densidad (800 plantas/há) son asperjados con Paclobutrazol, con lo que hay un incremento claro en la reducción del crecimiento, aumentando la precosidad y producción por planta. Así la producción acumulada para los tres primeros años de producción es de 34,4 ton/ha en alta densidad y 17,6 ton/ha en densidad simple (400 árboles/ha y sin tratamiento de Cultar) (KÖHNE y KREMER - KÖHNE, 1987, 1990, 1992).

I.C.I.(1984) expresa que el principal modo de acción del paclobutrazol consiste en la inhibición de la biosíntesis de las giberelinas, lo que tiene como efecto un retardo en el crecimiento vegetativo y la desviación de los productos asimilados hacia el crecimiento reproductivo, produciendo un potencial de rendimiento mayor.

WANG y LEVER (1982), expresan que el ingrediente activo, se dirige a los meristemas subapicales, donde actúa inhibiendo la oxidación de la Kaurena en ácido Kaurenico, reacción que ocurre en los microsomas y es catalizada por el citocromo P450. Esto provoca una disminución en la tasa de expansión y división celular. De esta forma se produce una consecuencia morfológica directa, que es la reducción del crecimiento

vegetativo, lo cual produce un efecto secundario que es una alteración de la fuerza relativa de los distintos sink dentro de la planta que determina la partición de un mayor número de asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales y de crecimiento de frutos.

Paclobutrazol es absorbido pasivamente por las raíces, los tejidos del tallo y el follaje. El movimiento dentro de la planta es acropétalo, a través del xilema hasta hojas y yemas (LEVER, 1986).

2.5. Anillado e Incisiones Anulares

El anillado es una técnica que consiste en la remoción de un anillo estrecho de corteza realizada alrededor del tronco o ramas, lo cual provoca la obstrucción transitoria del floema, impidiendo el paso de nutrientes elaborados, reguladores de crecimiento, y fotosintatos, los que se acumulan sobre la herida (WINKLER, 1974). La doble incisión viene siendo lo mismo, sólo que mucho más angosto y repetido dos veces (ACEVEDO, 1994).

2.5.1. Modo de acción:

Dependiendo del tiempo que se demora la planta en recuperar el tejido eliminado, se producirá sobre la herida una mayor o menor acumulación de elementos nutritivos elaborados por las hojas, agua, reguladores de crecimiento y de otros compuestos

que circulan por el floema (TOLMEY, 1980).

El anillado causa una elevación muy deseable del nivel de almidón y reducción de azúcares, y una disminución del nivel de N en la copa de los árboles, mientras un cambio opuesto ocurre en las raíces (BLUMENFELD et al., 1975).

Estudios israelitas señalan que al analizar el contenido mineral de las hojas de ramas anilladas, éstas muestran desviaciones en su composición uno y dos años después, ya que en sus cenizas son bajos en N, Ca, Mg y Mn, aún cuando no presentan clorosis (LAHAV et al., 1972). TOMER (1977)

concuerta con esto, ya que encuentra midiendo el % de ceniza de los distintos componentes, bajos niveles de N, P, K y Ca; en contraste al alto nivel de carbohidratos (almidón especialmente) medidos en % de materia seca en ramas anilladas (hojas, corteza y madera). En cambio, RAZETO y LONGUEIRA (1986), sólo encuentran una disminución del Mn en árboles Negra de la Cruz anillados en Abril.

2.5.2 Efecto Morfológico:

Al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se incrementa la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

Esta labor provoca un adelanto de la fecha de floración (LAHAV; ZAMET Y TOMER, 1975; TOMER, 1977), alcanzando casi un mes de adelanto (BURMESTER, 1982; RAZETO, 1986). Esto se

manifiesta mejor al realizar el anillado en otoño, algo menos se nota al hacerlo en invierno y no hay efecto al practicarla en primavera (BERGH 1980 , citado por BURMESTER 1982).

El anillado produciría un aumento del tamaño de los frutos ya cuajados (TICHO, 1970-1971), ya que el anillado realizado después de formarse el fruto puede producirle un aumento de tamaño (LAHAV, GEFEN Y ZAMET, 1975; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979). El anillado en preflor aumenta la cuaja y previene su caída (LAHAV, GEFEN Y ZAMET, 1971), llegando a aumentar la producción notablemente en árboles juveniles de cv. Hass (KÖHNE, 1992). Pero otros autores afirman que el calibre de la fruta no presente al momento del anillado es mucho menor que el de los testigos (DIAZ, 1979; LAHAV et al., 1971; KÖHNE, 1992).

Las frutas de ramas anilladas tienen individualmente menor peso, lo que causa una demora en la maduración y cosecha (LAHAV et al., 1971), teniendo menos aceite que la fruta proveniente de ramas no anilladas (TICHO, 1970 - 1971).

La incisión anular incrementa el número de flores en la rama anillada (LAHAV; ZAMET Y TOMER, 1975).

Haciendo exámenes anatómicos, se ve que el anillado no causa mejoramiento visible en el desarrollo de los órganos femeninos de la flor (BLUMENFELD et al., 1975), y no altera el porcentaje de defectos de las flores examinadas (TOMER, 1977). También se ve que no es afectado el momento o la secuencia de apertura de las flores femeninas y masculinas (TOMER, 1977).

Con el anillado se favorece el crecimiento del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (TOMER, 1977).

Ciertos autores han observado que anillando en otoño, se produce una caída de hojas, lo que provoca un adelanto en la floración. Posteriormente hay una reducción en el crecimiento vegetativo, presentando hojas decoloridas en el verano, disminuyendo progresivamente la diferencia (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971; TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976; ACEVEDO, 1994).

Muchos autores señalan que el anillado aumenta la producción de frutos sin semilla en el cv. Fuerte (LAHAV et al., 1969; TICHÓ, 1970 - 1971; TOMER, 1977; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979; RAZETO y LONGUEIRA, 1986), sin embargo TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) no notan diferencias.

El anillado detiene el movimiento de fotosintatos hacia las raíces, (TOUMEY, 1980) produciendo un fuerte stress en éstas e inhibiendo casi completamente su crecimiento por un largo período, incluso, ya sanado el anillo. Más tarde el crecimiento recomienza (TOMER, 1977).

2.5.3. Efectos del anillado en diferentes variedades

Anillando árboles cvs. Fuerte, Nabal, Hass, Ettinger y Benik en un rango de abril a noviembre (Hem. Sur), se obtiene una reducida respuesta. Así, en cv Fuerte y Ettinger se aumenta la producción el primer año, pero baja en el segundo y tercer año. En cambio, en los cvs. Hass, Nabal y Benik el efecto

continúa el segundo y tercer año, aunque no en forma significativa. También afirman que con un serrucho de poda de 0,3 cm de ancho se produce un incremento de cosecha de un 30% menos, comparada con la de un anillo de 1.0 - 2.0 cm (LAHAV, GAFEN y ZAMET, 1971) y se produce una reducción en el peso de la fruta en los cvs. Ettinger y Fuerte (LAHAV, GAFEN y ZAMET, 1971).

En ensayos realizados por TICHÓ (1970 - 1971), desde mediados de abril a principios de mayo (Hem. Sur), anillando árboles cv. Fuerte con un anillo de 1.7 a 2.5 cm se aumenta el tamaño de frutos ya cuajados. Esto concuerda con BURMESTER (1982), quien efectuando anillos en el mes de junio (antes de floración) en cv Fuerte determina que el calibre de los frutos presentes en el árbol al momento de anillar no se ve afectado, y hay un aumento en la producción de fruta para el año siguiente, pero con un menor tamaño (tanto en peso como en diámetro).

GREGORIOU (1989) anillando en cv. Fuerte antes de floración (junio), en plena (octubre) y post floración (noviembre) (Hem. Sur), en cuatro años de producción no obtiene diferencias significativas y no ve afectado el número de frutos sin semilla.

LAHAV (1970) manifiesta que árboles estériles del cv. Fuerte no han sido llevados a entrar en producción por acción del anillado.

Díaz (1979) en Quillota, anilla la variedad Nabal en los

meses de junio y julio, incrementando no sólo el tamaño de la fruta ya presente, sino también el número de frutos cuajados para la próxima temporada. Para el cv. Nabal un anillo de 2.5 cm resulta más eficiente que uno de 2.0 cm.

En un huerto de 8 años de cv. Negra de la Cruz se prueban anillados en abril y en agosto, con lo que se consigue un aumento significativo de la floración y producción sólo con el tratamiento del mes de abril.

Arboles cv. Hass anillados después de la cuaja de la fruta, incrementan el mismo año el tamaño de los frutos, pero induce una alta cuaja de fruta y frutos pequeños en el año siguiente (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975).

En experiencias realizadas por KÖHNE (1992) en un huerto de alta densidad de 4 años de cv. Hass sobre Duke 7, anillados en septiembre con un ancho de 5 mm, se obtiene un aumento en la producción de un 60% de cada árbol individual. Sin embargo, disminuye en un 6% la cantidad de fruta exportable, debido a una disminución en el tamaño de la fruta, lo que sin embargo queda compensado por la alta producción obtenida de los árboles anillados.

ACEVEDO (1994) realizando experiencias de anillado y dobles incisiones anulares, en marzo, sobre paltos cv. Hass rebajados de dos y tres años determina un claro efecto del anillado de 2 mm y de la incisión anular para afectar la inducción o diferenciación de yemas, aumentando en forma significativa el grado e intensidad de de la floración, como

también el número de frutos medidos en post caída (15 de enero) en relación al testigo. También este mismo autor considera que el anillado de 2 mm es un tratamiento más severo que la doble incisión anular.

2.5.4 Procedimiento de anillado:

En el anillado se recomienda proceder con cuidado y elegir sólo árboles fuertes y sanos y que no presenten follaje de color verde pálido. No se deben elegir árboles afectados por alguna enfermedad, pues de lo contrario se produce un debilitamiento y decaimiento e incluso la muerte de la rama anillada (LAHAV, 1970; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

TROCHOULIAS (1973) señala que los mejores resultados han sido logrados en árboles maduros y sanos y con una productividad media a baja.

Es conveniente anillar una rama por año en un lugar sin nudos, volviendo a anillarla en una temporada posterior en una nueva posición (TOMEY, 1980).

Por otra parte, LAHAV et al (1971) citados por TROCHOULIAS y O' NEILL (1976) recomiendan anillar sólo 1/2 a 1/3 del árbol en algún año, señalando que el anillo en la misma rama por más de 3 años consecutivos es detrimental. A su vez, TICHO (1970 - 1971) recomienda anillar 2/3 de la copa del árbol anualmente. En Chile, DIAZ (1979) plantea que anillando árboles en 2/3 de sus ramas de armazón hay una respuesta favorable al aumentar su producción.

Sin embargo BURMESTER (1982) citando a BERGH (1980), sugiere dividir el árbol en 3 partes, anillando $1/3$ de la copa cada año o $1/4$ en forma alternada, no interesando el diámetro y posición de la rama. GARDIAZABAL y ROSEMBERG (1991), recomiendan anillar anualmente $1/3$ de las ramas.

En paltos jóvenes, que ya tengan un área foliar suficiente se puede anillar alrededor del 50% de la canopia superior del árbol con el fin de lograr un árbol más compactado y una mejor cuaja (GARDIAZABAL, 1994) *.

LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971) dicen que árboles fuertes y sanos de baja productividad deben ser anillados sólo en las ramas, pero nunca en el tronco porque se corre el peligro de debilitar seriamente el árbol e incluso matarlo.

El anillado debe realizarse en ramas madres sobre la corteza que éste cambiando de color (con estrías), dejando 2 a 3 ramas laterales bajo el corte, para que aporten productos elaborados a las raíces (GARDIAZABAL, 1994)*.

Al decidirse a usar esta práctica de manejo hay que ser preciso en la fecha, ésta va a depender de la época en que florezca cada variedad. En general, se puede decir que el anillado debe realizarse 4 a 5 meses antes de que florezca la variedad (GARDIAZABAL y ROSEMBERG, 1991), sin embargo es fundamental considerar que con esto se está afectando el proceso de inducción y diferenciación, ya que si uno realiza

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación Personal.

el anillado 1 mes, a 1 mes y medio, antes de la floración, se estará afectando el proceso de cuaja (GARDIAZABAL, 1994)*.

Si se quiere floración en árboles que están en estado juvenil, el anillado se debe realizar 3 a 4 meses antes de ésta, momento en el cual se afectaría la inducción (KÖHNE, 1992), citado por ACEVEDO (1994).

2.5.5. Cicatrización:

Al realizarse un corte en un árbol, las células dañadas y expuestas al aire se tornan de un color pardo, mueren y forman una placa necrótica, la que luego puede desaparecer al ser reabsorbida por el tejido del callo. Las células superficiales no afectadas de la herida, inician un aumento de tamaño sobrepasando a sus similares (hipertrofia) y después de unos siete días se inicia la división activa de éstas (hiperplasia), formándose nuevas células parenquimáticas, constituyéndose así el tejido del callo. Luego, las que están en íntimo contacto con los bordes de la herida, se diferencian en nuevas células cambiales, las que forman una conexión continua y posteriormente un nuevo tejido vascular desde los bordes al centro, dando lugar a nuevos xilema y floema (HARTMANN y KESTER, 1986).

La mayor o menor facilidad de cicatrizar de la herida varía de acuerdo a la especie frutal, vigor del árbol, época en que se produzca la herida, medio ambiente y, según los

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. Prf. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 1994. Comunicación Personal.

tratamientos que se realicen sobre la herida para facilitar este proceso, pudiendo o no regenerarse el tejido vascular y así reestablecerse el movimiento de elementos a través de él (NOEL, 1970; HARTMANN y KESLER, 1986).

Mientras más angosto es el corte, mejor y más rápida es la cicatrización (LAHAV et al., 1965, 1969; LAHAV, 1970). Un ancho mayor puede demorar mucho tiempo en cicatrizar e incluso se puede producir la muerte de la rama (BERGH, 1980 citado por BURMESTER, 1982).

Según ALVAREZ DE LA PEÑA (1979) y TICHO (1970 - 1971) la cicatrización de la herida es más rápida en Otoño que en invierno debido a las temperaturas más altas.

TROCHOULIAS (1973) observa que anillando en otoño en Australia (tarde en mayo), el anillo cicatriza en más de la mitad hacia fines de agosto.

Por otra parte, LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971) dicen que en anillos realizados en Noviembre (en Israel), mayo en Chile, el 85% del área de la herida está sana a los tres meses de practicado el corte (LAHAV et al., 1971).

ACEVEDO (1994), realizando anillado e insicciones anulares en la zona de Quillota, en el mes de marzo, ve que la cicatrización dura tres meses y medio en el anillado de 2 mm y 2 meses en el caso de la doble insicción.

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Ubicación y duración del ensayo:

Este ensayo se realizó entre el 1 de Agosto de 1993 y el 2 de Mayo de 1994, en el cuartel de paltos cv. Hass llamado " Central ", que se encuentra ubicado en el predio de la Sociedad Agrícola Huerto California Ltda., en San Isidro, provincia de Quillota, V región, Chile ($32^{\circ}50'$ latitud sur y $71^{\circ}13'$ longitud oeste).

El cuartel en referencia se encuentra en la parte baja de los faldeos del cerro San Isidro, con una exposición noroeste, lo que permite que se encuentre libre de heladas.

3.2. Caracterización de la zona del ensayo

3.2.1. Clima:

Quillota corresponde a un clima mediterráneo, ubicado en los valles transversales, por lo que se caracteriza por tener veranos secos y cálidos, moderados por vientos subtropicales o Alisios, seguidos de inviernos lluviosos. Según Köppen, Quillota corresponde a un clima templado cálido con estación seca prolongada de siete a ocho meses (MARTINEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por tener una temperatura media mensual mayor a 10°C por más de cuatro

meses (MARTINEZ, 1981).

La temperatura media anual es 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. La suma anual de temperaturas, base 5°C, es de 3.700 grados días, y base 10°C, 1.900 grados días (NOVOA et al., 1989).

El período aprovechable libre de heladas para Quillota corresponde a nueve meses, desde el mes de septiembre a mayo (NOVOA et al., 1989). Se registran temperaturas inferiores a 0°C en los meses de invierno, pero son de corta duración (MARTINEZ, 1981). Sin embargo el predio, por la ubicación en un piedmont, casi no queda expuesto a las heladas (ACEVEDO, 1994).

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm, siendo Junio el mes más lluvioso con 125 mm. La evaporación media anual es de 1.361 mm, con una máxima mensual de 219,3 mm (diciembre) y un mínimo de 36,1 mm (NOVOA et al., 1989).

La humedad relativa de la zona es más bien alta, siendo uniforme a lo largo del año, presentándose en forma más alta en los meses de invierno y durante las primeras horas de la mañana (MARTINEZ, 1981).

3.2.2. Suelo:

El suelo es de origen coluvial ubicado en el piedmont, de pendiente moderada, formado a partir de sedimentos graníticos provenientes de los cerros, con una textura franco-arcillo-

arenosa con un substratum de gravas y piedras. Tiene una profundidad que varía de 1-1.5 mt. que no presenta impedimento, y con una permeabilidad moderada y buen drenaje (ACEVEDO, 1994).

3.3. Material vegetativo

La plantación del cuartel se realizó hace 45 años, con una distancia inicial de 8,5 x 8,5 metros, cubriendo una superficie aproximada de 2,2 hectáreas. Cuando los árboles alcanzaron un tamaño en el cual se hizo dificultosa las labores de cosecha, el control de plagas y enfermedades se empezó a producir un sombreamiento entre ellos y se decidió hacer un raleo de las diagonales, quedando los árboles a una distancia de 17 x 17 metros.

En Noviembre de 1992, se hicieron replantes sobre las diagonales, quedando los árboles a una distancia definitiva de 8,5 x 8,5 metros.

El material usado es de paltos cultivar Hass sobre portainjerto de semilla Mexícola.

El cuartel al cabo de 43 años de edad se comenzó a rebajar en dos etapas, previo tratamiento con ácido fosforoso e hidróxido de potasio al 20 % inyectados al tronco en los árboles enfermos con Phytophthora. El rebaje se realizó con motosierra cortando desde las ramas más externas hacia las principales, hasta quedar con el tronco madre y dos a tres brazos principales con una altura total desde el nivel del suelo de 1.20 a 1.40 m.

El primer rebaje de árboles se realizó en Enero de 1992, sobre aproximadamente el 15% de la superficie, otro 35% se rebajó en Enero de 1993. El 50% restante corresponde a los replantes realizados en Noviembre de 1992.

Posteriormente el tronco y ramas madres fueron pintadas de blanco para evitar daño por sol y se dejó durante el flush de otoño una brotación libre, al cabo de la cual, se eliminaron los brotes mal ubicados o de mala inserción, dejando no más de dos por rama principal.

Los paltos Hass que fueron rebajados durante Enero de 1992 son aquellos que serán utilizados en este ensayo. Los cuales brotaron, y tenían 1 año ocho meses de rebajados, sin presentar frutos, al momento de realizar los tratamientos (Septiembre, 1993).

El sistema de riego utilizado en este huerto es por microaspersión, el cual, consta de 2,0 emisores por planta de 85 - 90 l /hora. La frecuencia de riego está determinada por una batería de tensiómetros marca " IRROMETER " ubicados dentro del área de las raíces y donde moja el emisor.

En relación a la fertilización nitrogenada ha sido cero después de rebajados los árboles, a excepción de los replantes.

Se seleccionaron 24 árboles, de los cuales 20 recibieron un determinado tratamiento y 4 corresponden a testigos.

Los árboles se seleccionaron tomando en cuenta que estuviesen

sanos . Luego se buscó de acuerdo a un vigor y tamaño homogéneo y un grado de floración considerable.

Posteriormente, se marcaron los palto escogidos y la asignación de cada tratamiento se realizó completamente al azar.

3.4. Tratamientos

Los tratamientos son los siguientes:

- Testigo:

T0 Con aplicación de agua.

- Anillado:

T1 Anillado de 2 mm.

- Doble incisión anular:

T2 Doble incisión anular a 1 cm.

- Aplicaciones de Cultar al follaje:

T3 0,15 g i.a./l

T4 0,31 g i.a./l

T5 0,625 g i.a./l

Se anilló el 3 de Septiembre de 1993, en estado de preflor o botón expuesto, con un anillador sudafricano de 2 mm. de ancho, escogiendo 3 ramas equidistantes de un diámetro igual o superior a 4 cm en la sección anillada. Se procuró dejar algunas ramas bajo el anillo para evitar el colapso de raíces y lograr un cierto flujo de carbohidratos hacia la sección

bajo el anillo.

La doble incisión anular se realizó el 4 de septiembre de 1993, con dos sierras separadas a un centímetro, cortando la corteza hasta el cambium, sin dañar el xilema. Se tomaron las mismas consideraciones que en el anillado.

La fecha de aplicación de los tratamientos con Cultar fue desde el 28 de octubre al 5 de Noviembre de 1993. El estado fenológico de los palto era finales del peak de floración, y peak del flush vegetativo.

El Cultar usado estaba formulado a una concentración de 25% de i.a. (paclobutrazol).

Las aspersiones fueron hechas con una pulverizadora de espalda. Los árboles se asperjaron hasta que las hojas se encontraban en punto de goteo, como un punto de referencia para mantener la igualdad en la aspersión de los árboles.

El tetigo fue mojado con agua.

3.5. Mediciones:

Se seleccionaron dieciseis ramillas con panículas apicales indeterminadas por árbol, orientadas cada cuatro en un punto cardinal diferente. Se escogieron aquellas ramillas que presentaban panículas con una considerable intensidad de floración (número de flores/panícula). Además se contaron el número de panículas laterales que se encontraban a

continuación de la panícula apical, hasta 30 cm detrás de ésta.

Para determinar el tamaño de los árboles, se midió su altura y su ancho con un coligüe previamente marcado con un metro.

Las mediciones se realizaron cada 15 días en la siguiente forma:

3.5.1. Número de frutos de las panículas apicales seleccionadas.

Se contó el número de frutos cuajados en las panículas apicales seleccionadas, desde el 1 de Octubre de 1993 al 2 de Mayo de 1994.

3.5.2. Diámetro polar y ecuatorial de los frutos.

A partir del 1 de diciembre y hasta el 2 de mayo se midieron los diámetros polar y ecuatorial de los frutos de las panículas apicales seleccionadas. Para esto se han tomado a lo menos 5 frutos por repetición, o sea 20 muestras por tratamiento.

Además se realizaron otras mediciones en diferentes días en que duró el ensayo y que se detallan a continuación:

3.5.3. Número de frutos de las panículas laterales seleccionadas.

Se contó el 2 de mayo el número de de frutos cuajados en las panículas laterales que se encontraban hasta 30 cm a continuación de la panícula apical.

3.5.4. Grado de floración.

Mediante observación visual se determinó el momento de plena floración (mayoría de las flores abiertas) y se midió de una sola vez, el 25 de octubre de 1993 el grado de floración general de cada uno de los árboles, considerando cada punto cardinal y el grado de floración de cada una de las ramas anilladas y con doble incisión.

3.5.5. Intensidad de floración.

Las mediciones se hicieron de una sola vez el 1 de octubre de 1993 cuando estuvieron diferenciados los racimos florales. Se realizaron sobre todas las panículas apicales seleccionadas, contando cada una de las potenciales flores de cada panícula.

3.5.6. Volumen de los árboles.

Para determinar el volumen de los árboles, se midió su altura y su ancho con un coligue previamente marcado con un metro. La medición se realizó el 24 de agosto de 1993.

3.6. Diseño Estadístico

El diseño estadístico para el número de frutos de las

panículas apicales y laterales seleccionadas corresponde a un diseño Completamente al Azar con Submuestreo, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y los cuatro testigos correspondientes.

Cuando existió efecto significativo entre los tratamientos, se procedió a la prueba de comparación de medias de Tukey, con un 5% de significancia.

Para determinar si existió diferencias significativas en el crecimiento de los frutos tanto en su diámetro polar como ecuatorial con respecto al testigo, como también entre los tratamientos, se usó un diseño Completamente al azar. Cuando existió efecto significativo se procedió a la prueba de comparación de medias de Tukey, con un 5% de significancia.

Para el análisis de las variables grado de floración e intensidad de floración, se realizó un Análisis de Varianza.

Además se utilizó el Test de Correlación de Spearman para establecer el grado de influencia de la floración general, la intensidad de ésta, el número de panículas totales y el volumen sobre la cuaja, considerando la influencia de los tratamientos.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Testigo húmedo:

La aplicación de agua no provocó ningún efecto sobre los árboles testigos.

Tanto el flush vegetativo de primavera como el de verano tuvieron brotaciones normales, presentándose centros rojizos en los ápices de los brotes en cada uno de los flushes, evidenciándose una mayor brotación en el flush de primavera que en el de verano. Esto concuerda con lo observado por HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), quienes describen que el desarrollo vegetativo presenta dos períodos de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera y otro de menor en otoño.

Con respecto a la floración, ésta se inició en forma más intensiva hacia el 15 de octubre, alcanzando su peak los últimos días de octubre y los inicios de noviembre para finalizar el 15 de noviembre aproximadamente. Esto concuerda con las observaciones realizadas por HERNANDEZ (1991) quien señala que la floración en el año de su experiencia se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre y TAPIA (1993) quien manifiesta que la mayor cantidad de flores abiertas se produce el 21 de octubre, para llegar a valores mínimos el 16 de noviembre.

4.1.2. Anillado:

Se observó, una vez realizado el anillado y las incisiones, la aparición después de algunos días de un precipitado blanco alrededor de la herida que corresponde a exudaciones de azúcares llamados Fluoroglucinoles.

La cicatrización se inició con la formación de un tejido calloso en la zona de la herida del anillado, el cual, avanzó desde la zona de la corteza hacia el centro. Se observó una diferencia en el tiempo de cicatrización del anillado con respecto a la incisión, siendo en promedio de 2 meses y medio el caso del anillado de 2 mm (T1) y de 1 mes y medio en el caso de la doble incisión anular (T2). ACEVEDO (1994), anillando a finales de marzo, obtuvo tiempos de cicatrización promedio de 3 meses y medio para el caso del anillado y 2 meses en el caso de la incisión. Esto último es similar a lo expresado por BURMESTER (1982); LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a); TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) que agregan además que a medida que aumenta la temperatura, la cicatrización es más acelerada. Por lo tanto, el anillado realizado en primavera (septiembre) presenta la ventaja de tener mejores temperaturas que el anillado de otoño y éste a su vez temperaturas más favorables en relación al anillado realizado en invierno.

La diferencia entre las fechas de cicatrización del anillado v/s la doble incisión, determina el tiempo que demora en establecerse el flujo floemático, y por lo tanto, el grado de severidad del tratamiento.

Con respecto al crecimiento vegetativo de primavera se puede observar que no difiere en comportamiento con respecto al testigo, tanto para la doble incisión, como para el anillado. Sin embargo, existen diferencias en el crecimiento del flush de otoño, en donde se puede detectar una cierta detención del crecimiento vegetativo de los árboles anillados, (no así los con incisión), ya que hay muy pocos ápices con crecimientos rojizos en relación al testigo. Tal como se observa en el punto 4.4.1. la cuaja de los árboles anillados fue mayor la de los testigos, comprobándose que la fruta actúa como un regulador de crecimiento, inhibiendo el largo del brote. Lo anterior lo corrobora WOLSTENHOLME et al. (1988) quienes afirman que la fruta tiene un efecto enanizante en el largo del brote en los cv. Hass y Fuerte. Además se produce un aumento en el nivel de almidón y una disminución del nivel de nitrógeno sobre el anillo, con lo que se favorece el crecimiento reproductivo BLUMENFELD et al., 1975).

Las fechas de floración no difirieron de las del testigo, lo que también afirma BERGH (1980), citado por BURMESTER (1982), quien señala que anillados hechos en primavera, no adelantan la fecha de floración.

En las ramas anilladas, debajo del corte, durante primavera y verano brotaron yemas latentes en forma "achuponada". Esta emisión de brotes, es descrita por WHILEY et al. (1988), señalando que el palto por su naturaleza tenderá a crecer vigorosamente. Además se produce una disminución del nivel de almidón y un aumento del nivel de nitrógeno, bajo el anillo

con lo que se favorece el crecimiento vegetativo (BLUMENFELD et al., 1975).

No se observaron caída de hojas de las ramas anilladas. Sin embargo algunas, lucieron decaídas, pero luego se recuperaron en verano (enero), conservando siempre su color verde. Estas observaciones difieren de las hechas por ACEVEDO (1994), ya que anillando árboles en marzo presenta una fuerte caída de hojas en floración, que toman coloraciones verde-claras.

4.1.3. Cultar:

Con posterioridad a la aplicación de Cultar, la primera sintomatología que presentaron los árboles fue un arrugamiento de las hojas, y además una coloración verde más oscura con respecto al testigo. Esta misma sintomatología fue descrita en diferentes ensayos por KÖHNE y KREMER-KÖHNE (1987, 1989), KÖHNE (1988) y otros autores.

SYMONS (1989) señala que la clorofila comunmente se incrementa en respuesta a los tratamientos con paclobutrazol, lo que se observa típicamente con el desarrollo de un follaje verde más oscuro.

El crecimiento vegetativo de primavera visualmente no se vio afectado. Sin embargo, se observó una fuerte represión del del flush de otoño, no habiendo brotes rojizos prácticamente en todos los árboles que presentaban las tres dosis diferentes (T3, T4 y T5).

El efecto del paclobutrazol no es muy duradero porque una vez que penetra en los tejidos tiernos (apices) y hojas jóvenes (LEVER, 1986) permanece y produce su efecto ahí, no presentando movilidad. A medida que la región meristemática va creciendo el producto se va diluyendo, disminuyendo así su efecto (RHICHARSON y QUINLAN, 1986). Al producirse esta dilución, disminuye la supresión del paclobutrazol sobre la biosíntesis de las giberelinas (LEVER, 1986). En este sentido la represión del crecimiento se explica debido al efecto de sink provocado por la gran cantidad de fruta cuajada en los árboles a los que se les aplicó Cultar, como se verá en el punto 4.4.1. En la época que se aplicó el Cultar, los árboles se encontraban en activa brotación primaveral, por lo tanto, el producto se diluyó rápidamente, no logrando causar un impacto visual tan grande sobre el crecimiento, pero sí sobre la redistribución de los carbohidratos.

LEVER (1986) plantea que si este producto es aplicado entre fines de floración e inicios de brotación, ésta última se verá deprimida en un primer momento, en beneficio de los frutos que cuajarán. Al parecer como el Cultar fue aplicado en el peak de brotación, no alcanzó a ejercer una reducción visualmente apreciable sobre los árboles.

4.2. Análisis de Varianza para el grado de floración

El Análisis de Varianza para el grado de floración, medido el 25 de octubre de 1993, en los árboles seleccionados para los

distintos tratamientos; nos demuestra con una probabilidad de error del 5%, que no existen diferencias significativas en el grado de floración de los distintos árboles.

Con lo anterior se puede demostrar que el grado de floración es estadísticamente homogéneo en los árboles seleccionados (anexo 8).

4.3 Análisis de Varianza para el número de flores de las panículas apicales seleccionadas

El Análisis de Varianza para del número de flores de las panículas apicales seleccionadas el 1 de octubre de 1993, en los árboles seleccionados para los distintos tratamientos, nos demuestra con una probabilidad del 5%, que no existen diferencias significativas en el número de flores de las panículas apicales en los distintos árboles.

Con lo anterior se puede demostrar que el número de flores de las panículas apicales es estadísticamente homogéneo (anexo 4).

4.4. Análisis de correlación de algunos parámetros medidos

Teniendo en consideración el efecto de los distintos tratamientos sobre la cuaja, es importante visualizar algunas asociaciones de algunos parámetros medidos.

CUADRO 1. Grado de asociación entre diferentes parámetros medidos: número de flores panícula apical, número de frutos cuajados totales, número de panículas totales, grado de floración, número de frutos cuajados panícula apical, volumen.

	NFLPA	NFCT	NPT	G.F	NFCPA	VOL
NFLPA	1					
NFCT	0.38 (1.92)	1				
NPT	0.66 * (4.10)	0.40 (2.06)	1			
G.F	0.69 * (4.49)	0.38 (1.91)	0.82 * (8.84)	1		
NFCPA	0.26 (1.24)	0.68 * (4.31)	0.21 (1.00)	0.28 (1.36)	1	
VOL	0.08 (0.38)	-0.22 (1.04)	-0.23 (1.09)	-0.35 (1.73)	-0.25 (1.21)	1

* indica correlación significativa al 5%.
 $t_{0.975}(22) = 2.074$

De este cuadro se puede desprender que no existen asociaciones estadísticamente significativas entre el número de flores de la panícula apical (NFLPA) y el número de frutos cuajados de la panícula apical (NFCPA), lo que se puede visualizar en la figura 1. También se puede concluir del cuadro 1, que no existe una relación significativa entre el número de panículas totales (NPT) y el número de frutos cuajados totales (NFCT), lo que se puede ver en la figura 2. El grado de floración (GF) no presenta una asociación estadísticamente significativa ni con el número de frutos cuajados de la panícula apical (NFCPA), ni con el número de frutos cuajados totales (NFCT), lo que se puede apreciar en las figuras 3 y 4.

Número de flores v/s Cuaja P. apicales (en promedio)

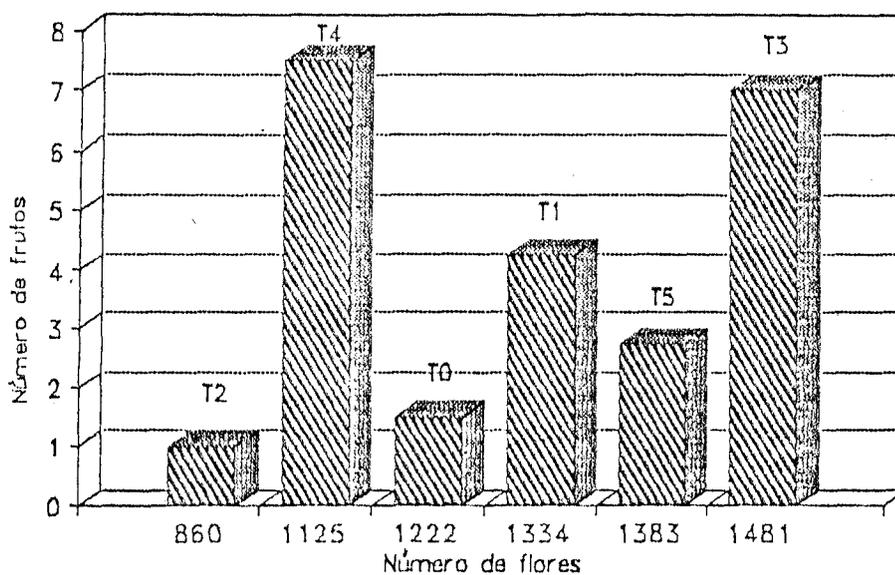


Figura 1. Relación entre el número de flores v/s el número de frutos cuajados de las panículas apicales seleccionadas (en promedio).

Panículas totales v/s frutos totales (en promedio)

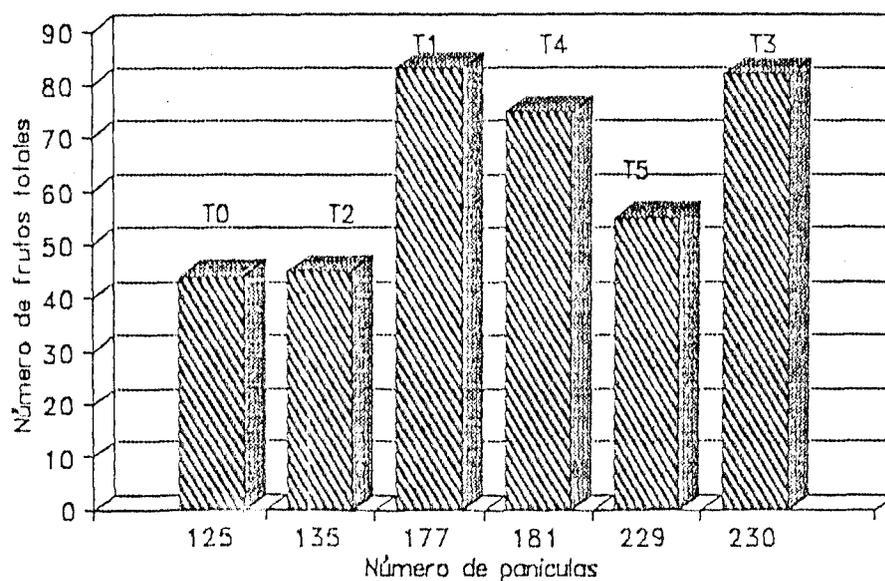


Figura 2. Relación entre el número total de panículas de las ramillas seleccionadas v/s número total de frutos de las ramillas seleccionadas (en promedio).

Grado de floración v/s Cuaja P. apical (en promedio)

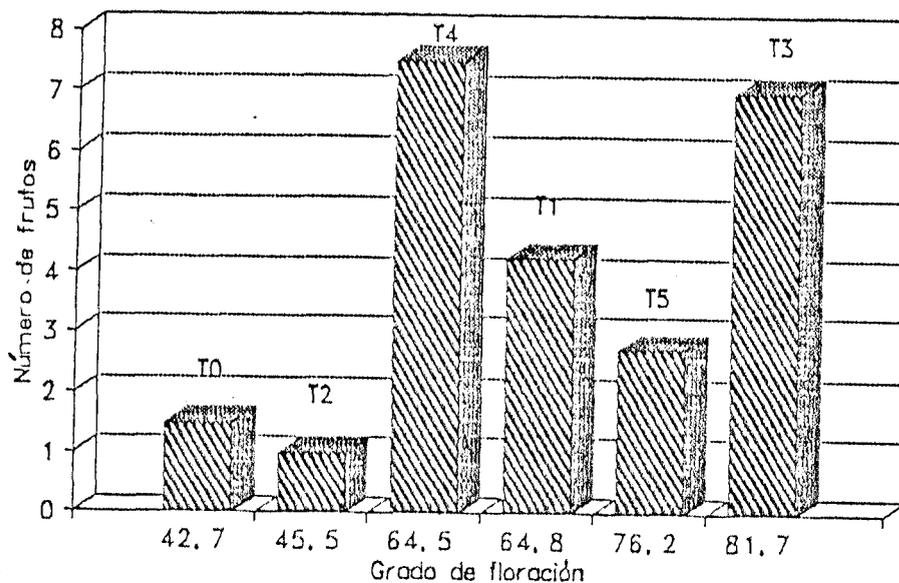


Figura 3. Relación entre el grado de floración v/s el número de frutos cuajados de las panículas apicales seleccionadas (en promedio).

Grado de floración v/s frutos totales (en promedio)

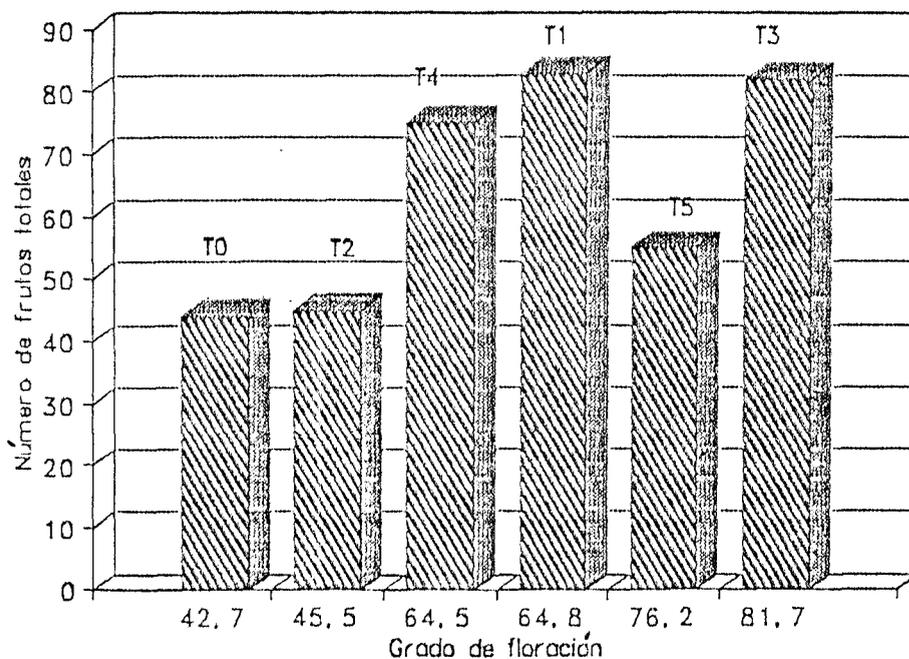


Figura 4. Relación entre el grado de floración v/s el número de frutos cuajados totales de las ramillas seleccionadas (en promedio).

De lo anterior se desprende, que no existe una relación lineal entre la floración y el cuajado de frutos, es decir que no necesariamente al haber una mayor floración va a haber una mayor cuaja y viceversa. Numerosos autores confirman esto (WÖLSTENHOLME, 1990; DEGANI, GOLDRING, GAZIT y LAIR, 1986). Sin embargo, los mismos plantean que es necesario un nivel mínimo adecuado de flores para obtener una adecuada cuaja.

También se plantea que el palto aunque florece profusamente, tiene un ciclo floral complejo, que resulta comparativamente en poca cuaja. Sin embargo, si un 0,1% de las flores termina como fruta madura en el árbol, se produce una cosecha abundante (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Con respecto al volumen (VOL), medido en metros cúbicos, de follaje de los árboles, podemos concluir que no hay una asociación estadísticamente significativa entre el el volumen de canopia (VOL) y el número de frutos cuajados de la panícula apical (NFCPA), ni con el número de frutos cuajados totales (NFCT) y el grado de floración (GF), lo que se puede apreciar en la figura 5 y 6.

De lo anterior podemos inferir que la cantidad de flores y el número de frutos cuajados no es directamente proporcional al volumen (VOL), es decir, no necesariamente al haber un árbol más chico, tendremos una mayor floración y una mayor cuaja y viceversa.

Dentro de los resultados estadísticamente significativos, es

Volumen (m³) v/s Cuaja P. apical (en promedio)

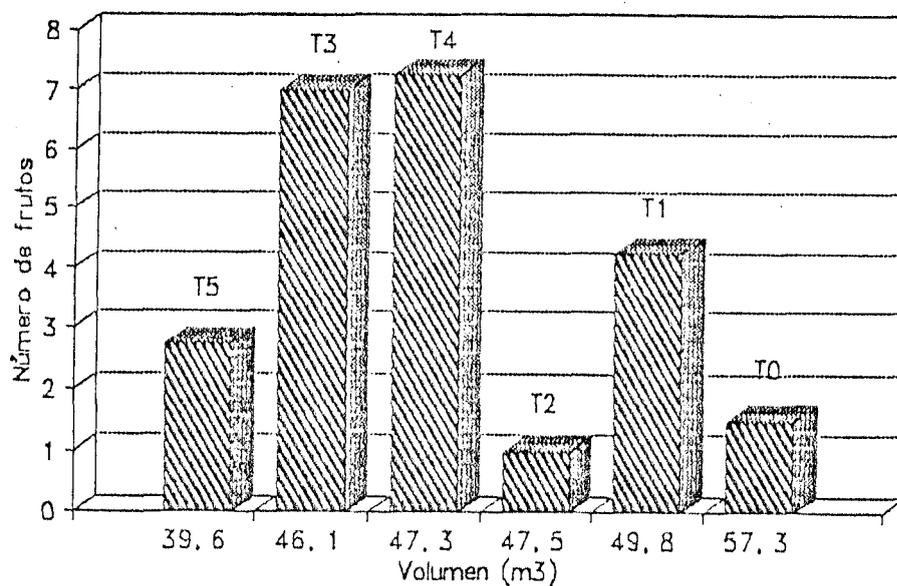


Figura 5. Volumen (m³) de los árboles v/s número de frutos cuajados de las panículas apicales seleccionadas (en promedio).

Volumen (m³) v/s Cuaja total (en promedio)

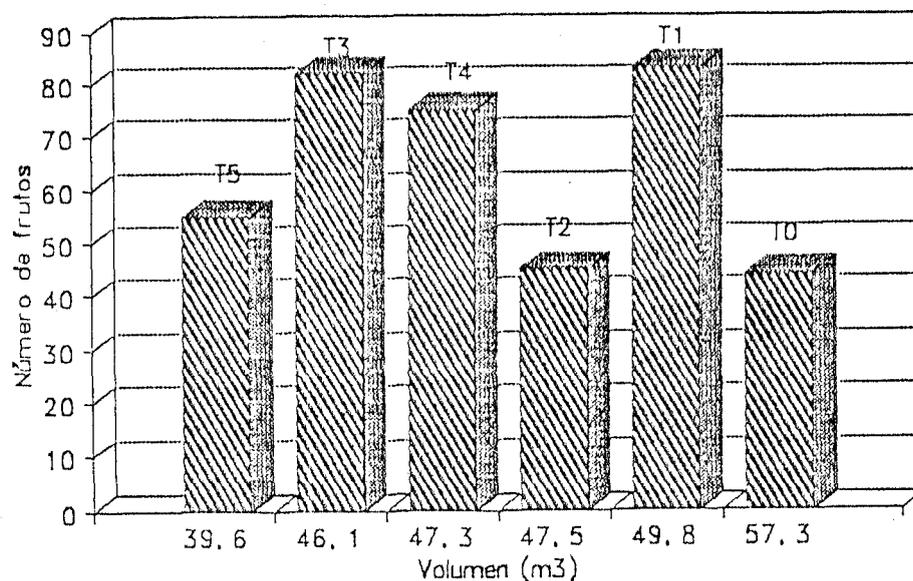


Figura 6. Volumen (m³) de los árboles v/s número de frutos cuajados totales de las ramillas seleccionadas (en promedio).

interesante ver la asociación existente entre el grado de floración (GF) determinado en una forma subjetiva y número de panículas totales (NPT) contadas. De esto podemos desprender que el número de panículas laterales favorece en gran medida el grado de floración que se determine en forma subjetiva. También se puede apreciar que existe una buena relación entre el número de frutos cuajados de la panícula apical (NF CPA) y el número de frutos cuajados totales (NFCT). De esto se puede inferir, que el efecto de los tratamientos se consigue no sólo sobre la panícula apical, sino también sobre las panículas laterales que se encuentran hasta 30 cm bajo la panícula apical (punto 4.4.2).

4.4.1. Número promedio de frutos cuajados de la panícula apical

Las mediciones del número de frutos cuajados promedio de la panícula apical, se determinaron en base a un diseño completamente al azar con submuestreo, en tres fechas.

Las fechas de evaluación escogidas fueron el 1 de diciembre de 1993, el 15 de enero de 1994 y el 2 de mayo de 1994. Se consideró en la elección de estas fechas los puntos de quiebre visualizados en la figura 7 y 8 y además la caída de 2 ramas anilladas (T1) y 4 ramas con doble incisión anular (T2). En el caso de una rama anillada se logró sustituir las panículas perdidas, reemplazándolas por panículas previamente

escogidas de otras ramas con el mismo tratamiento. Pero las demás fue imposible sustituirlas, sobre todo en el caso de las incisiones anulares donde dos de los desganches correspondieron al mismo árbol. En el cuadro 2, 3 y 4 se presentan los resultados.

CUADRO 2. Efecto de los distintos tratamientos sobre el número de frutos promedio cuajado de la panícula apical en paltos cv. Hass rebajados, medidos el 1 de diciembre de 1993.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
T0: Testigo	70.5 A B
T1: Anillado 2mm	121.25 B
T2: Doble incision	54.50 A
T3: Cultar 0.15 g /l	41.75 A
T4: Cultar 0.31 g /l	55.75 A
T5: Cultar 0.625g /l	63.75 A

- Letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según el test de Tukey con un 5% de significancia.

Los resultados obtenidos indican estadísticamente, que la cantidad promedio de frutos cuajados es mayor al realizar el anillado de 2 mm, en comparación con los demás tratamientos, pero resultó ser igual a la cantidad de frutos obtenidos en el testigo (T0). Tanto la doble incisión (T2) anular como los tratamientos con las tres dosis de Cultar (T3, T4 y T5) no presentan diferencias con el testigo ni entre ellas.

Al observar la figura 7 se puede ver que la gran caída de

fruta se produce entre el 15 de noviembre y el 1 de diciembre, sin embargo en el tratamiento de anillado de 2 mm (T1), se retiene una mayor cantidad de fruta hasta el 1 de diciembre, y luego se produce la gran caída. También es posible observar en la figura 7 y en el anexo 1, que el promedio de frutos cuajados en T1 es mayor que en los demás tratamientos entre el 1 de diciembre y el 2 de enero. De lo anterior se puede desprender que el efecto inicial del anillado de 2 mm sobre la retención de la fruta se consiguió en gran medida.

LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a) plantean que el anillado, aumenta la cuaja de los frutos y previene su caída. Sin embargo a pesar de haber un promedio de fruta bastante superior al testigo, estadísticamente puede no haber diferencias con éste. Como se sabe el anillado incrementa los materiales elaborados sobre el anillo (LAHAV, GEFER y ZAMET, 1971a), causando una elevación muy deseable del nivel de almidón y reducción de azúcares, y una disminución del nivel de N en la copa de los árboles (BLUMENFELD *et al.*, 1975). Esto favorece el proceso de una mayor cuaja ya que hay una mayor cantidad de carbohidratos disponibles y mejor distribuidos. Además, se disminuye la competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo.

WHILEY y WOLSTENHOLME (1990) plantean que es posible que esta situación de competencia pueda ser, al menos en parte, responsable de la alta proporción de aborto temprano de la

Cuaja promedio de los frutos (panícula apical)

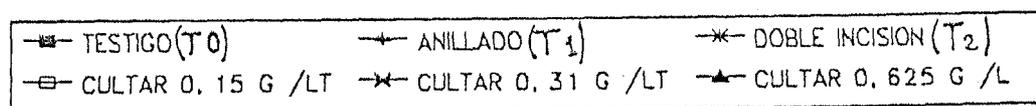
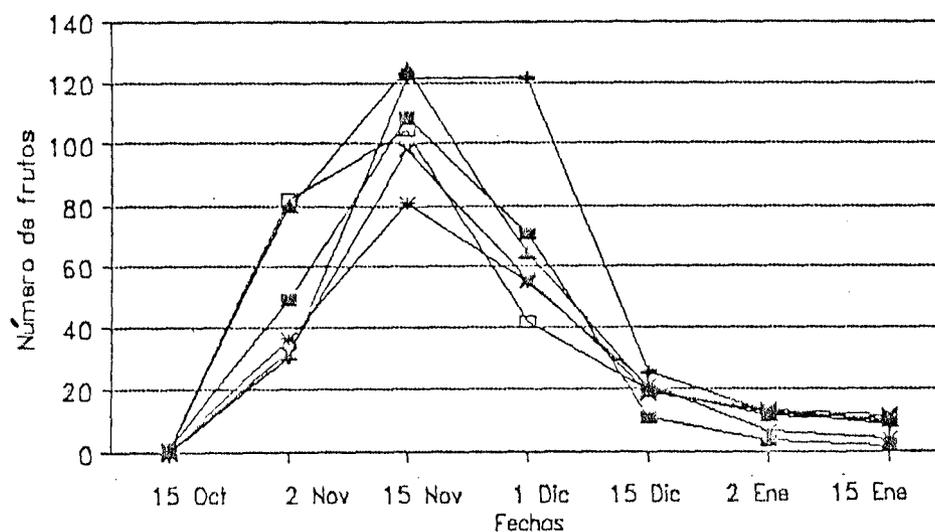


Figura 7. Número de frutos cuajados de las panículas apicales seleccionadas (en promedio), entre el 15 de octubre de 1993 y el 15 de enero de 1994.

Cuaja promedio de los frutos (panícula apical)

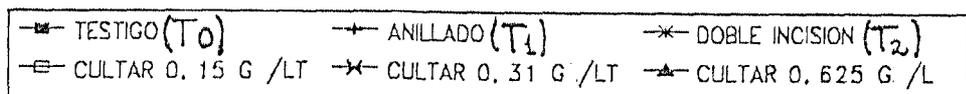
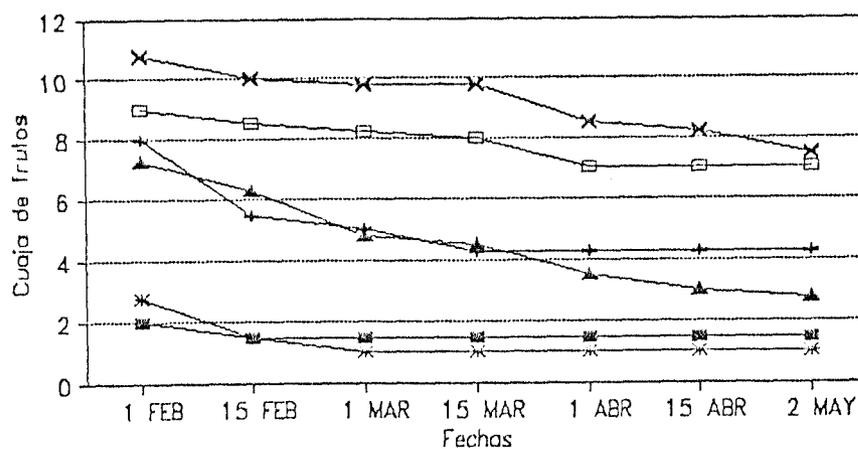


Figura 8. Número de frutos cuajados de las panículas apicales seleccionadas (en promedio), entre el 1 de febrero de 1994 y el 2 de mayo de 1994.

fruta. Esto coincide con las reservas de almidón que caen rápidamente durante la floración y cuaja, lo que en este caso se vería alterado por efecto del anillado.

Por su parte TOMER (1977), plantea que el anillado favorece el incremento en longitud del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo, lo que favorecería una mayor cuaja.

Cabe hacer notar que entre el 1 y el 15 de diciembre se produjo el desganche de una rama anillada, pero se reemplazaron las panículas con fruta de esta rama por panículas preseleccionadas de otra rama anillada. Por esto los resultados no se vieron afectados. El color de las hojas de la rama caída era verde, al igual que las hojas normales, por lo que la caída de ella se debió a la alta carga que presentaba.

La doble incisión anular (T2) no tuvo ningún efecto significativo con respecto al testigo, incluso los promedios de fruta cuajada entre el 2 de noviembre y el 1 de diciembre fueron menores respecto de éste, (figura 7 y anexo 1).

Es probable que el efecto de la doble incisión no sea lo suficientemente drástico, para provocar una cuaja significativamente mayor, ya que la doble incisión demora mucho menor tiempo en cicatrizar.

TOUMEY (1980), plantea que dependiendo del tiempo en que se demora la planta en recuperar el tejido eliminado, se producirá sobre la herida una mayor o menor acumulación de

elementos nutritivos elaborados por las hojas y reguladores de crecimiento y otros compuestos que circulan por el floema. ACEVEDO (1994) manifiesta que el anillado es más severo que la doble incisión anular, por lo que hacer uno u otro sistema dependerá de el grado de juvenilidad del árbol.

Si se considera que el crecimiento vegetativo está regulado por las giberelinas y su efecto es directamente proporcional a la concentración en que éstas se encuentran dentro de la planta, es importante considerar su acción en los paltos rebajados.

Los árboles rebajados presentan un gran vigor provocando un tremendo desequilibrio entre la parte aérea y radicular. La gran cantidad de reservas a nivel de tronco y raíces, causarán un constante bombeo de giberelinas por parte del sistema radicular hacia la parte aérea, lo que provocará una brotación muy vigorosa de chupones (ACEVEDO, 1994).

El mismo autor plantea que en la medida en que estos árboles alcancen un mayor tamaño, el equilibrio entre la parte aérea y radicular se estabilizará.

También es importante considerar que en primavera-verano las temperaturas son más favorables que en otoño, por lo se favorecerá el crecimiento vegetativo y radicular, lo que estimulará más aún el crecimiento de chupones en paltos rebajados, provocando un menor efecto de la incisión anular.

Los tratamientos con Cultar (T3, T4 y T5), no presentan

diferencias significativas con el testigo al 1 de diciembre, incluso los promedios de frutos cuajados con respecto al testigo son menores que éste.

Al parecer el efecto del Cultar, sobre la retención de fruta se manifiesta antes con la dosis más alta (T5), para luego verse disminuido el número de frutos, con respecto al testigo (anexo 1):

La reducción de los niveles de giberelinas disminuye la tasa de división y expansión celular. Por lo que se produce como consecuencia morfológica directa, una reducción del crecimiento vegetativo, provocando como efecto secundario una alteración de la fuerza relativa de los distintos sink dentro de la planta que determina la partición de un mayor número de asimilados de la fotosíntesis hacia la formación y crecimiento de frutos (LEVER, 1986). Quizás el mayor nivel de cuaja que provoca la aplicación de Cultar, en la dosis más alta (T5) en un principio, provoca un sink de agua y carbohidratos tan alto, que la planta regula una caída mayor.

Es importante considerar que al tener una detención tan drástica del crecimiento vegetativo se está afectando la retención de fruta al momento de la cosecha, ya que la brotación de primavera, a pesar, de tener una fuerte competencia por reservas y nutrientes con la floración, permite que sus hojas nutran los frutos que hayan cuajado de la panícula.

CUADRO 3. Efecto de los distintos tratamientos sobre el número de frutos promedio cuajado de la panícula apical en palto cv. Hass rebajados, medidos el 15 de enero de 1994.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
T0: Testigo	2.0 A
T1: Anillado 2mm	8.5 A
T2: Doble incision	4.25 A
T3: Cultar 0.15 g /l	10.25 A
T4: Cultar 0.31 g /l	11.5 A
T5: Cultar 0.625g /l	9.5 A

- Letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según el test de Tukey con un 5% de significancia.

En este cuadro se puede apreciar, en la medición del 15 de enero de 1994 que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

El hecho de que no exista diferencia entre los tratamientos se puede deber a la gran variabilidad que hay dentro de éstos, lo cual se corrobora por los cálculos de los coeficientes de variación, los que arrojan una variación general de más del 60%, lo que es muy alto para cada una de las repeticiones dentro de los tratamientos.

Al existir una mayor cuaja de las ramas anilladas, éstas, algunas veces, no logran soportar el mayor peso por lo que muchas veces se desganchan.

Sí consideramos que el palto en comparación con otras especies, tomando en cuenta ramas del mismo grosor, son muy susceptibles al desganche o quebrazón por presentar brotes

suculentos y generalmente quebradizos (CHANDLER, 1957), es muy probable que ramas anilladas, de diámetros no muy anchos y con alta carga se desganchen.

Si se observa la figura 7, 8 y el anexo 1, se puede apreciar que el promedio de frutos cuajados del tratamiento con anillado de 2 mm (T1), es siempre superior al testigo.

Hay que señalar que en el tratamiento (T2) se produce un gran desganche de ramas, no pudiendo ser reemplazadas, debido a la poca floración y cuaja que presentaban las panículas apicales de las ramas con este tratamiento. En total se produjo un desganche de cuatro ramas; las dos primeras fueron entre el 2 de enero y el 17 de enero y entre el 1 de febrero y el 15 de febrero y correspondían a la misma repetición. Entre el 15 de enero y el 1 de febrero se desganchó una rama de otra repetición y la última se desganchó entre el 1 y 15 de marzo. Estas cuatro ramas presentaban en común, hojas verdes, no teniendo hojas cloróticas o amarillentas antes de que se cayeran. Es difícil poder precisar qué pasó con estas ramas desganchadas, pero es muy probable que se hallan obstruido vías xilemáticas al hacer la incisión, con lo que se produjo un debilitamiento general de la zona en donde se realizó el corte. También hay otros factores que podrían influir como el viento, el grosor de la rama y el grado de inclinación de ésta.

Las tres dosis de Cultar (T3, T4 y T5), a pesar de presentar

un promedio de frutos cuajados bastante superior al testigo, no presentaron resultados estadísticamente significativos con respecto a éste. El efecto de las dosis (T3 y T4) son similares entre sí, y retienen mayor cantidad de fruta con respecto al testigo (T0) y a la dosis mayor (T5), al 2 de mayo (anexo 1).

Al parecer el efecto directo sobre la retención de fruta se produce entre el 1 y el 15 de diciembre, es decir, una vez que ya se ha iniciado la primera gran caída de fruta (fig 7). Según esto podemos suponer que el efecto rápido del Cultar es sobre la reducción del crecimiento vegetativo, pero que la redistribución de los carbohidratos que favorecen una mayor cuaja es más lenta con las dosis más bajas (T3 y T4), demorándose en actuar aproximadamente, 1 mes y medio de aplicado el producto.

En el Cultar aplicado en el flush de crecimiento de primavera, hay que considerar que debido al crecimiento y elongación de la región meristemática se produce una dilución del producto en esta zona (RICHARSON y QUINLAN, 1986), por lo que el efecto directo del Cultar aplicado en el follaje es de corta duración. Así se puede establecer que la reducción del crecimiento vegetativo de verano (punto 4.1.3.), se debe a un aumento de la cuaja, que actúa como sink de agua y nutrientes, provocando una redistribución de carbohidratos. Sin embargo, GREENE (1986), plantea que el producto se fija reversiblemente en los haces vasculares dentro de la planta y

esto constituye un reservorio de producto que se va liberando poco a poco, y que determina el efecto prolongado sobre la planta. Por lo que también podríamos decir que habría un efecto sinérgico de la fruta y del Cultar sobre la reducción del crecimiento vegetativo de verano.

Así, WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990), plantean que las aplicaciones de paclobutrazol como la fructificación (cantidad de frutos por árbol) reducen el largo de brotes del pulso de primavera, tanto en cv. Hass como Fuerte.

CUADRO 4. Efecto de los distintos tratamientos sobre el número de frutos promedio cuajado de la panícula apical en paltos cv. Hass rebajados, medidos el 2 de mayo de 1994.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
T0: Testigo	1.5 A
T1: Anillado 2mm	4.25 A B
T2: Doble incision	1.0 A
T3: Cultar 0.15 g /l	7.0 B
T4: Cultar 0.31 g /l	7.5 B
T5: Cultar 0.625g /l	2.75 A

- Letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según el test de Tukey con un 5% de significancia.

Los resultados obtenidos al 2 de mayo de 1994 señalan estadísticamente, que hay diferencias significativas entre los tratamientos. Con un margen de error del 5% se determinó que la cantidad de frutos promedio resultó ser mayor en los tratamientos de Cultar en dosis de 0.15 g i.a./l (T3) y 0.31

g i.a./l (T4) y con el tratamiento de anillado de 2 mm (T1), que a su vez éste es igual a la cantidad de frutos obtenidos en el testigo.

A pesar de la mayor cuaja de los árboles anillados con respecto al testigo, los promedios de cuaja no son muy altos. Es muy posible que debido a una mayor cuaja inicial (anexo 1), se haya producido un agotamiento de las reservas y por lo tanto una mayor caída de fruta de las panículas apicales, con respecto a los tratamientos de Cultar (T3 y T4). Si consideramos que la detención del crecimiento vegetativo de verano no fue tan drástico (punto 4.1.2.), podemos suponer que las panículas apicales soportaron un sink de agua y de nutrientes que favorecieron el crecimiento vegetativo en detrimento de la retención de fruta de esas panículas.

No obstante, también puede haber una redistribución de las reservas dada por la presencia de centros de alto consumo competitivo (WHILEY, 1990). Así ACEVEDO (1994) anillando en marzo para favorecer inducción en paltos rebajados observó una floración abundante y homogénea a lo largo de las ramillas, es decir, se produjo una gran cantidad de panículas laterales, lo que significó una mayor cuaja de éstas.

A pesar de no existir diferencias significativas entre el anillado (T1) respecto del testigo (T0), el porcentaje de

cuaja (considerando el número de flores contadas inicialmente) es ampliamente superior en el primero llegando a 0.316 % en comparación al 0.13 % del testigo.

Los porcentajes de cuaja en los tratamientos del tratamiento con doble incisión anular (T2) son iguales al testigo (T0), llegando a un 0.11 %.

En los tratamientos con Cultar en las dosis bajas, los niveles de cuaja son del 0.47 % para el tratamiento 3 y de 0.667 % para el tratamiento 4, lo que concuerda aproximadamente con el número de frutos cuajados al 2 de mayo.

Al parecer, las dosis más bajas de Cultar (T3 y T4) permiten una detención más parcial del crecimiento vegetativo primaveral, lo que es importante ya que se evita una excesiva competencia de estos brotes con los frutos que están cuajando, y además, permite que las hojas de este crecimiento los nutran en forma más adecuada, aumentando la cuaja de frutitos y disminuyendo su caída.

El porcentaje de cuaja en el tratamiento con la dosis más alta de Cultar (T5), es de 0.2%.

El bajo nivel de retención de fruta experimentado por el tratamiento con Cultar en la dosis más alta (T5), en comparación con las dosis más bajas podría deberse a lo señalado por WOLSTENHOLME, SARANAH y WHILEY (1990), éstos señalan que pese a producirse un estancamiento del flush de

crecimiento vegetativo primaveral, en los cultivares Fuerte y Hass, que de alguna manera favorecieron una mayor cuaja y por algún momento aumentaron la fuerza del sink realizada por los frutitos, este efecto fue contrarrestado posteriormente debido a la gran caída natural de frutos (anexo 1).

Es importante considerar que la actividad del crecimiento disminuye los niveles de almidón, especialmente si los asimilados de la fotosíntesis del momento son limitados. En paltos, es el flush de crecimiento de verano el que más contribuye a la acumulación de almidón durante los meses de invierno (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990), por lo que puede verse afectado el crecimiento de los frutos y la inducción y cuaja para la siguiente temporada en los árboles a los cuales se les aplicó Cultar, en las diferentes dosis (T3, T4 y T5).

4.4.2. Número total promedio de frutos cuajados de la panícula apical y laterales

Las mediciones del número total de frutos cuajados promedio se realizaron considerando el número de frutos de la panícula apical y el número de frutos de las panículas laterales, hasta 30 cm de la panícula apical.

CUADRO 5. Efecto de los distintos tratamientos sobre el número promedio de frutos cuajados totales (panícula apical y laterales) en paltos cv. Hass rebajados, medidos el 2 de mayo de 1994.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
T0: Testigo	11.0 A
T1: Anillado 2mm	20.8 B
T2: Doble incision	11.3 A
T3: Cultar 0.15 g /l	20.5 B
T4: Cultar 0.31 g /l	18.8 B
T5: Cultar 0.625g /l	11.5 A

- Letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según el test de Tukey con un 5% de significancia.

Los resultados obtenidos señalan estadísticamente, que hay un aumento significativo en el número de frutos por rama anillada de 2mm (T1) y con los tratamientos de Cultar en las dosis de 0.15 g i.a./l (T3) y 0.31 g i.a./l (T4). La doble incisión anular (T2) y el tratamiento con Cultar en la dosis de 0.625 g i.a./l (T5) no tuvo un efecto significativo con respecto al testigo.

El mayor promedio de frutos existente en los árboles anillados (T1) confirma lo expresado por ACEVEDO (1994), quien plantea que existe una distribución más homogénea de carbohidratos a lo largo de la ramilla, lo que permite una mayor cuaja (figuras 2, 4 y 6). Además hay una menor competencia ya que hay crecimientos de brotes disminuidos (punto 4.1.2) y el fruto es fuertemente competitivo con los

brotos nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles (WHILEY et al, 1988).

LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a) plantean que el anillado, aumenta la cuaja de los frutos y previene su caída. KÖHNE (1992), plantea que el anillado aumenta la producción notablemente en árboles juveniles de cv. Hass.

Los tratamientos con Cultar confirman lo observado en el punto 4.2.1. y el cuadro 4, con respecto a que las menores dosis del producto en cuestión (T3 y T4) provocan un efecto significativo en la cuaja. Incluso los promedios de cuaja del T3 superan al T4 y se comparan con los niveles de cuaja del anillado (T1).

Parece ser que si se logra provocar un pequeño efecto sobre la inhibición de la síntesis de giberelina en el momento en que está ocurriendo la floración y algunos frutos ya han cuajado, es suficiente para favorecer la permanencia de los frutos hasta la cosecha.

4.4.3. Crecimiento del fruto

Los resultados de las mediciones del calibre polar y ecuatorial promedio de los frutos se presentan en el anexo 2 y 3 y se visualizan en las figuras 9 y 10 respectivamente. Estas mediciones fueron realizadas entre el 1 de diciembre y el 2 de mayo. Se escogió el 2 de mayo para realizar el

análisis estadístico, ya que era la última medición y se presentaban mayores diferencias visuales en esa fecha, lo que se puede apreciar en la figura 9 (para calibre polar).

Con una probabilidad de error del 5%, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, tanto en las mediciones del diámetro polar como ecuatorial de los frutos. De lo anterior y visualizando la figura 9 y 10, se puede concluir que hasta la fecha de la medición el fruto del palto cv. Hass presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea. Lo que concuerda con numerosos autores (CHANDLER, 1962; y WOLSTENHOLME, HOFMAN y CUTTING, 1985). Durante toda la temporada hay un continuo proceso de división celular, en cambio el tamaño de las células se mantiene relativamente constante (CHANDLER, 1962).

La literatura indica que cuando existe una gran cuaja, como por ejemplo en los árboles anillados y con aplicaciones de Cultar, se debiese esperar un menor calibre de frutos (tanto polar como ecuatorial). Este fenómeno es normal si consideramos que existe una gran cuaja (punto 4.2.2.), de los árboles anillados (T1) y con las aplicaciones de Cultar (T3 y T4), que demandarán una gran cantidad de nutrientes, que en un principio tendrán disponibles, pero luego se irán agotando y por lo tanto afectarán el calibre final de los frutos.

Algunos autores afirman que el calibre de la fruta no presente en el árbol, al momento del anillado, será menor que el de los testigos al momento de la cosecha (DIAZ, 1979;

Diámetro polar de los frutos (en cm)

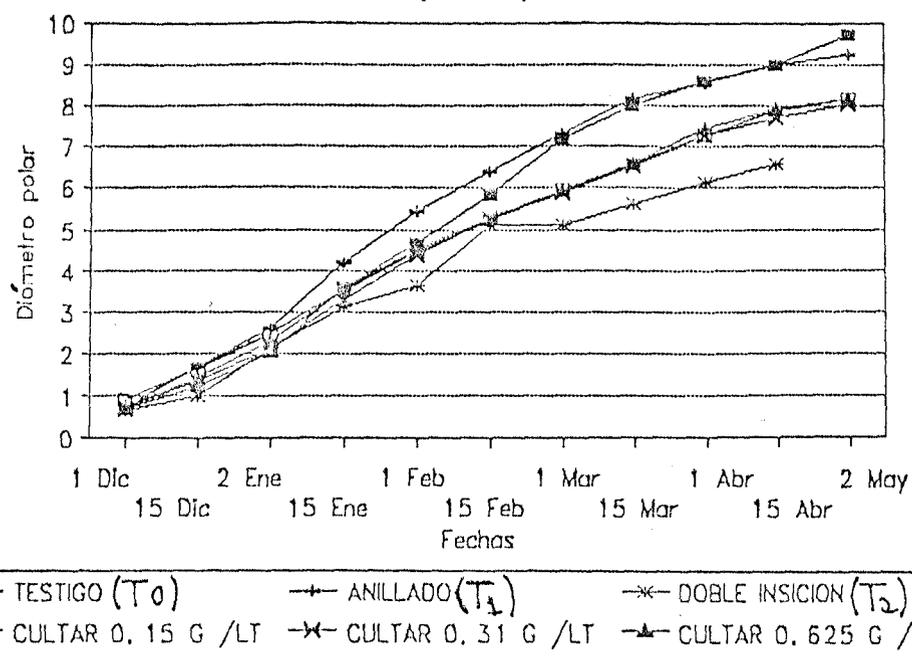


Figura 9. Diámetro polar de los frutos (promedio en cm) entre el 1 de diciembre de 1993 y el 2 de mayo de 1994.

Diámetro ecuatorial de los frutos (en cm)

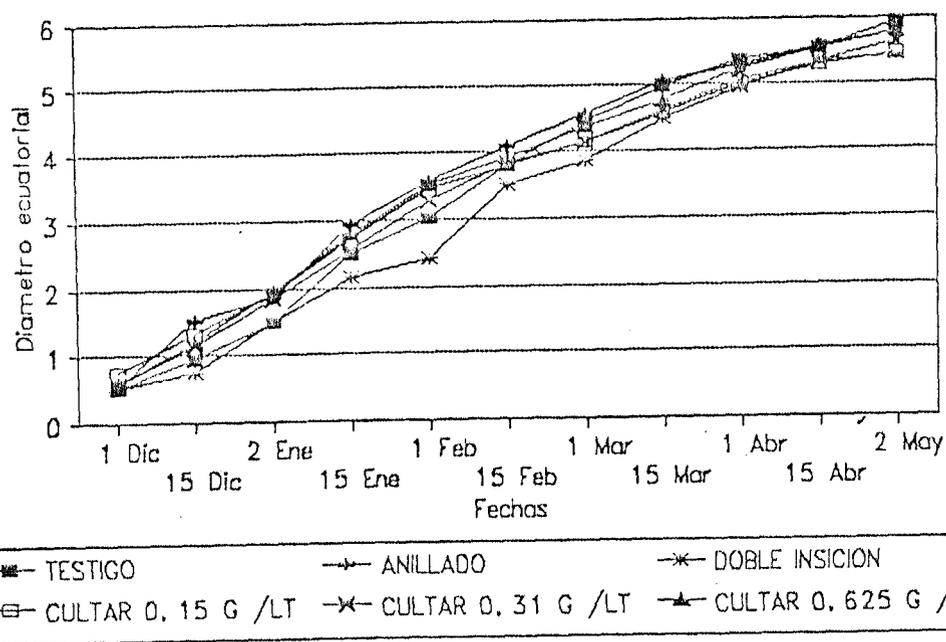


Figura 10. Diámetro ecuatorial de los frutos (promedio en cm) entre el 1 de diciembre de 1993 y el 2 de mayo de 1994.

LAHAV et al., 1971b; KÖHNE, 1992) y también se señala que la fruta de las ramas anilladas tienen individualmente menor peso, lo que causa una demora en la maduración y cosecha (LAHAV et al., 1971b), teniendo menos aceite que la fruta proveniente de ramas no anilladas (TICHO, 1970-1971).

El anillado produciría un aumento del tamaño de los frutos ya cuajados (TICHO, 1970-1971), ya que el anillado realizado después de formarse el fruto puede producirle un aumento de tamaño (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

WOLSTENHOLME et al (1988), plantea que la forma del fruto luego de aplicar Cultar al follaje se presenta notablemente más redondeada, lo que también queda corroborado por otros autores (KÖHNE, 1992; SILVA, 1993). Visualmente los frutos a los que se les aplicó Cultar presentaban un aspecto más ovalado. Sin embargo las diferencias no son significativas.

No obstante, el que todos los tratamientos presenten los mismos diámetros (polar y ecuatorial), se debe, a que por ser árboles muy vigorosos y que presentan prácticamente un continuo crecimiento vegetativo a lo largo del año (GADIAZABAL, 1993), tengan un gran crecimiento de ramas con abundante follaje que aportará una gran cantidad de recursos. Por lo que la gran cantidad de carbohidratos disponibles permite un adecuado crecimiento de los frutos. Las mediciones del tratamiento con doble incisión anular son

bastante erráticos, perdiéndose la totalidad de las muestras entre el 15 de abril y el 2 de mayo. La explicación más razonable para la detención en la curva de crecimiento del fruto es que durante el período entre el 15 de febrero y el 15 de abril se midió frutos, muchos de los cuales tenían sus haces vasculares interrumpidos, pero que aún no se habían desprendido. Si bien esta situación pudo haber ocurrido en situaciones anteriores, en este período afectó en mayor forma la curva debido a que se fue reduciendo el número de frutos que quedaban en la muestra a esa fecha.

4.5. Consideraciones finales

En los huertos frutales se requieren incorporar nuevas técnicas que nos permitan maximizar la producción.

Hoy en día se están haciendo plantaciones de paltos en alta densidad y se están probando técnicas como el rebaje de árboles adultos, aplicaciones de Cultar y anillados e incisiones anulares.

La idea es hacer entrar en producción árboles rebajados con alto vigor, frenando el crecimiento con producción. Pero primero se debe tener una estructura interesante o cantidad de follaje suficiente para que se pueda tener una producción adecuada (GARDIAZABAL, 1994).

Se están probando dos maneras de favorecer una mejor y más precoz producción. La primera afectando la inducción para así obtener una mayor diferenciación, floración y cuaja, y la segunda incidiendo directamente sobre una mejor cuaja con una mayor retención de fruta hasta la cosecha.

En esta experiencia realizada para afectar cuaja, los mejores resultados se obtuvieron con el anillado de 2 mm y las dosis bajas de Cultar (0.15 y 0.31 g /l i.a.).

Con el anillado se obtuvo los mejores resultados en cuaja total de las panículas seleccionadas en los paltos rebajados de 2 años de edad. Lo anterior concuerda con los anillados

para favorecer inducción realizados por ACEVEDO (1994), quien en árboles de la mismas características, obtuvo una abundante floración y cuaja, pero a la vez presentó una muy severa caída de hojas y una mala renovación, lo que provocó quemaduras de sol en la fruta y posiblemente provocará bajas productividades para la temporada siguiente.

En el anillado para favorecer cuaja no se observó este fenómeno y el árbol siempre se observó bastante equilibrado.

En el tratamiento de doble incisión anular no se obtuvo resultados positivos, a diferencia de ACEVEDO (1994), que recomienda esta técnica para favorecer inducción y diferenciación, por considerar el anillado muy severo.

Es importante tener en consideración las temperaturas existentes, ya que en primavera - verano son bastante más altas que hacia finales de verano y otoño. Si consideramos que los principales flushes tanto vegetativos como radicales ocurren en las épocas de más alta temperatura, que es donde el árbol desarrolla su máxima actividad, es posible comprender porque el anillado para favorecer cuaja tiene un mejor efecto que la doble incisión y es mucho menos severo.

Es indudable que para hacer tratamientos para afectar cuaja, es necesario tener un nivel de floración adecuado, ya que si se tienen muy pocas flores el resultado no será el óptimo, y convendrá favorecer una mejor inducción.

Por el mayor nivel de cuaja en las ramas anilladas, es conveniente usar puntales o alambres acerados que afirmen las ramas anilladas entre sí para evitar desganches. Lo ideal es hacer esta labor lo antes posible en verano.

Una de las limitantes del Cultar resulta ser su precio, por lo que es interesante obtener los efectos más significativos en la producción con las dosis más bajas.

Resulta preocupante la fuerte detención del crecimiento vegetativo en los árboles a los cuales se les aplicó Cultar, ya que es posible que no haya suficiente material de renovación para favorecer la inducción para la cosecha de la próxima temporada. Además se puede afectar la cantidad de carbohidratos disponibles para los frutos de esta temporada.

Es necesario cuando se realiza este tipo de tratamientos en árboles rebajados, cosechar temprano en la temporada y manejar la cantidad de riego según los niveles de cuaja, al igual que la fertilización.

5. CONCLUSIONES

Se determinó un efecto estadísticamente significativo del anillado de 2 mm realizado en septiembre sobre la cuaja de las panículas apicales y laterales seleccionadas.

Se determinó que no hubo un efecto estadísticamente significativo de la doble incisión anular en la cuaja tanto de las panículas apicales como laterales.

Se logró un efecto estadísticamente significativo sobre la cuaja de las panículas apicales y laterales con las dos dosis más bajas de Cultar (0.15 g i.a./l y 0.31 g i.a./l), aplicadas al follaje a finales del peak de floración y peak del flush vegetativo de primavera.

No hubo efecto estadísticamente significativo sobre la cuaja de las panículas apicales y laterales con la dosis más alta de Cultar (0.625 g i.a./l) aplicada al follaje a finales del peak de floración y peak del flush vegetativo de primavera.

No existió una respuesta estadística significativa con respecto a cambios en el calibre polar y ecuatorial de los frutos con los tratamientos de anillado de 2mm y doble incisión anular.

No existió una respuesta estadística significativa con

respecto a cambios en el calibre polar y ecuatorial de los frutos con los tratamientos Cultar en las tres dosis (0.15 g i.a./l , 0.31 g i.a./l y 0.625 g i.a./l) aplicado al follaje.

6. RESUMEN

El ensayo se realizó en el predio de la Soc. Agrícola Huerto California Ltda., sector San Isidro, Quillota, V región. Su duración fué desde el 1 de agosto de 1993 al 2 de mayo de 1994.

Se utilizaron árboles de palto (Persea americana Mill.) recortados en enero de 1992 y que se encuentran en un marco de plantación de 8.5 x 8.5 mt.

El objetivo del ensayo fué evaluar el efecto de las técnicas de anillado de 2 mm y doble incisión anular y el tratamiento con tres dosis de Cultar (0.15 g i.a./l , 0.31 g i.a./l y 0.625 g i.a./l) aplicado al follaje sobre la cuaja y desarrollo de los frutos.

Las técnicas de anillado y doble incisión anular se realizaron el 3 y 4 de septiembre de 1993, respectivamente.

Las aplicaciones de Cultar se realizaron entre el 28 de octubre al 5 de noviembre de 1993. El estado fenológico de los paltos era finales del peak de floración, y peak del flush vegetativo.

El anillado se realizó con un anillador sudafricano de abertura de 2 mm. sobre ramas con un diámetro superior a 4 cm donde existiera un cambio de color de la corteza.

La doble incisión anular se realizó con un anillador

de tipo sudafricano de abertura de 2 mm. sobre una rama con un diámetro superior a 4 cm donde existiera un cambio de color de la corteza.

Las aplicaciones de Cultar se realizaron con una bomba de espalda de 15 l, asperjando todas las hojas hasta un punto de goteo.

Existió un efecto significativo del anillado de 2 mm sobre la cuaja de las panículas apicales y laterales, sin embargo no hubo el mismo efecto con la doble incisión anular.

Con las dosis más bajas de Cultar (0.15 g i.a./l y 0.31 g i.a./l) se logró un efecto significativo en el aumento de la cuaja de las panículas tanto apicales como laterales, pero no se obtuvieron los mismos efectos con la dosis más alta (0.625 g i.a./l)

El calibre polar y ecuatorial de los frutos no fue significativamente afectado con ninguno de los cinco tratamientos.

7. LITERATURA CITADA

- ADATO, I. 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (Persea americana Mill) cv Fuerte. *Scientia Horticulturae*. 45:105-115.
- ALVAREZ DE LA PEÑA, F.J. 1979. El aguacate. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de agricultura. España. pp.138-142.
- ANON, 1984. Paclobutrazol (Cultar) plant growth regulator for fruit. Imperial Chemical Industries PCL, Plant. Protection Division, Fernhurst. pp.30.
- ARON, Y., MONSELISE, S.P., GOREN, R., and COSTO, J. 1985. trees by Paclobutrazol. *HortScience* 20: 96-98.
- BARRETT, M.G. and BARTUSKA, C. 1982. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. *HortScience* 17 (5):737-738.
- BAUSHER, M.G. and YELENOSKY, G. 1986. Sensitivity of potted citrus plants to top sprays and soil applications of Paclobutrazol. *HortScience* 21:141-143.
- BERGH, B. 1969. Avocado. In: Ferwerda, F. and Witt, F. eds. *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Netherlands, Landbouwhogeschool. pp.23-51.
- BLUMENFELD, A., GAZIT, S., TOMER, E., ZAKAY, S., BIRAN, D., 1975. Factors affecting pollination, fruit set, and fruit drop in avocado. *Scientific Activities* 1971-1974. Institute of Horticulture, Bet Dagan, Israel.
- BORYS, M.W. 1991. Formation of adventitious roots in decaying trunks of old Persea americana Mill. mexican race. *California Avocado Society Yearbook* pp.139-144.
- BURMESTER, E. 1982. Efectos de la incisión anular o anillado en la producción de palto (Persea americana) Miller) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 71p.
- BUTTROSE, M.S. and ALEXANDER, D. MC E: 1978. Promotion of floral initiation in "Fuerte" avocado by low temperature and short daylength. *Scientia Horticulturae* 8:213-217.
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127p.

- CAMEROON, S.H., MULLER, R.T. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36:201-209.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675p.
- CIFUENTES, B. 1988. Influencia del Paclobutrazol (PP-333) sobre el control del crecimiento vegetativo y la calidad de la uva en Vitis vinifera cv. Thompson seedless. Tesis Ing. Agr. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 58p.
- CIREN-CORFO. 1993. Catrasto Frutícola V región. pp 15-17.
- COFFEY, M. 1989. The aliette story. California Grower 13 (7):6-10.
- COLTURE, R.M. 1982. PP333: A New experimental plant growth regulator from ICI. Proceeding Pl. Grower reg. Society Amer. 9:59.
- CURRY, E.A. 1983. Promalin or GAs increase pedicel and fruit length and leaf size of "Delicious" apples treated with Paclobutrazol. HortScience 18:214-215.
- CUTTING, J.G.M. and BOWER J.P. 1989. The relationship between basipetal auxin transport and calcium allocation in vegetative and reproductive flushes in avocado. Scientia Horticulturæ 41:27-34.
- DAVENPORT, T.L. 1982. Avocado growth and development. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95:92-96.
- DAVISON, R.M. and MARTIN, P.J. 1985. The effect of Cultar (PP333) on kiwifruit. Paper presented at FED Cultar Conf., 29 Apr-3May 1985, New Zealand (Citado por EARLY and MARTIN, 1988).
- DIAZ, M. 1979. Anillado en paltos en la variedad Nabal. Tesis Ing. Agr. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 80p.
- DICKS, J.W. 1980. Modes of action of growth retardants. Brit. Pl. Grow. Reg. Group Mon. 4:1-14
- EREZ, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and by Paclobutrazol. Acta Horticulturæ 149:235-241.
- , 1986. Effect of soil-applied Paclobutrazol in Drop irrigated peach orchards. Acta Horticulturæ 179:513-520.

- ESPINOZA, A. 1991 Rentabilidad de una plantación de paltos. Revista de desarrollo Agrícola, Banco Osorno 1:9-13.
- FUNDACION CHILE. 1991. Producción mundial y avances en el manejo del cultivo de paltas. Agroeconómico 3:15-20.
- CHILE. 1993. Manual del Exportador Hortofrutícola: Actualización. Santiago, Fundación Chile. 48p.
- CHILE. 1993. paltas: estabilidad en los precios internos. Agroeconómico 17.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201p.
- GOLDSCHMIDT, N., ASCHKENAZI, Y., HERZANO, A.A., SCHAFFER and MONSELISE. 1985. a role carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. Scientia Horticulturæ 26: 159-166.
- GREENE, D. 1986. Effect of Paclobutrazol and analogs on growth, yield, fruit quality and storage potential of "Delicious" apples. Journal Amer. Soc. Hort. Sci. 111 (3): 328-332.
- GREGORIOU, C. Effect of girdling on fruit set of Fuerte avocado variety. California Avocado Society Yearbook pp.51-56.
- HARTMAN, H. y KESYER, D.E. 1980. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, Editorial Continental. 813p.
- HEDDEN, P. and GRAEBE, J.E. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by Paclobutrazol in cell-free homogenates of Cucurbita maxima endosperm and Malus pumila ambryos. Journal Pl. Grow. Reg. 4:11-122.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.
- HUNTER y PROCTOR, 1990. Paclobutrazol bioassay using the axillary growth of a grapa shoot. HortScience 25 (3):21.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimollo, mango y papayo. 3era. ed. Barcelona, Aedos. 175p.
- IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PCL. 1984. Boletín de datos Técnicos: Paclobutrazol, regulador de crecimiento vegetal para frutas. pp.30.

- INTRIERI, C., SILVERSTRONI, O. and PONI, S. 1986. Preliminary experiments on Paclobutrazol effect on potted grape vines (V. vinifera, cv. "Trebbiano"). *Acta Horticulturae* 179:589-592.
- IWAHORI, S. and TOMINAGA, S. 1986. Increase in first-flush flowering of "Meiwa" Kumquat, Fortunella Crassifolia Swingle, Trees by Paclobutrazol. *Scientia Horticulturae* 28:347-353.
- KÖHNE, S. 1988. Dwarfing avocado trees through application of new retardant. *California Grower* 12(3):64-66.
- , 1992. Increased yield through girdling of young Hass trees prior to thinning. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 15:68.
- KÖHNE, 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 Growers Assoc Yearbook* 15:68.
- , and KREMER-KÖHNE, S. 1989. Comparisson of growth regulators Paclobutrazol and uniconazole on avocado. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 13:31-32.
- , and KREMER-KÖHNE, S. 1992. Yield advantages and control of vegetative growth in a high-density avocado Orchard treated whith Paclobutrazol. *Proc. of Second World Avocado Congress*.pp 233-235.
- , and KREMER-KÖHNE, S. 1990. Avocado high density planting a progress report. *South Africa Avocado Growers Assoc. Yearbook* 14: 42-43.
- , and KREMER-KÖHNE, S. 1990. Results of high density avocado planting. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 13:31-32.
- KREMER S., KÖHNE J.S., and KIRKMAN, B. 1991. Yield and fruit quality of avocado cv Fuerte as influenced by Paclobutrazol foliar aplications. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 14:22-23.
- LAHAV, E. 1970. Localization of fruit on the tree, branch girdling and fruit thinning. Report of the Division of Subtropical Horticulturae 1960-1969. Volcani Institute, Bet Dagan, Israel.
- LAHAV, E., GEFEN, B, ZAMET, D. 1971a. The effect of girdling on the productivity quality of the avocado. *Journal of Amer. Society Hort. Science* 96 (3):396-398.

- ., -----., -----., 1971b. The effect of girdling on fruit quality, phenology and mineral analysis of the avocado tree. Yearbook California Avocado Association. pp.162-168.
- ., -----., -----., 1972. The effect of girdling on fruit quality, phenology and mineral analysis of the avocado tree. California Avocado Society Yearbook. pp. 162-168.
- ., -----., -----., 1975. Increasing the size of Hass avocado fruits. Scientific Activities 1971-1974. Institute of Horticulture, Bet Dagan. Israel.
- LESLEY, J.W. and BRINGHURST, R.S. 1951. Environmental conditions affecting pollination of avocado. California Avocado Society Yearbook pp.169-173.
- LEVER, B.G. 1986. Cultar a technical overview. Acta Horticulturae 179:325-330.
- ., 1987. Cultar a technical overview. In Cultar - Its application in fruit growing ICI. ed Netherlands. pp.13-20.
- LIANG, G.J. and YU, G.X. 1991. Effects of PP333 on mature, non-flowering and leaflet-on-panicle litchi trees. Scientia Horticulturae 48:319-322.
- LOVATT, C.J. 1987. Stress. California Avocado Society Yearbook 74:251-255.
- LOVATT, C.J. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook. 74:193-199.
- MARTIN, G.C. and EARLY, J.D. 1988. Sensitivity of peach seedling vegetative growth to Paclobutrazol. Journal Amer. Soc. Hort. Sci. 113:23-27.
- MARTINEZ, A.R. 1981. Proyecto de implantación en la Estación Experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- MILLER, S.S. 1982. Growth and branching of apple seedling as influenced by pressure-injected plant growth regulators. HortScience 17:775-776.
- MONSELISE, S.P. 1973. Recent avances in the understanding of flower formation in fruit trees and its hormonal control. Acta Hort. 34: 157-166.

- MORANDE, J.V. 1987. Efecto del Paclobutrazol en nectarines cv. Reagal Grand. Tesis Ing. Agr., Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, 103p.
- NAGAO, N.A. and SAKAI, W.S. 1990. Effects of gibberellic acid, ethephon or girdling on the production of racemes in Macadamia integrifolia. *Scientia Horticulturae* 42:47-54.
- NIRODY, B.S. 1922. Investigations in avocado breeding. *California Avocado Association Yearbook* 6:65-78.
- NOEL, H.T. 1970. The girdling tree. *The Botanical Review*. 36:162-195.
- NOGUCHI, H. 1987. New plant growth regulators and S-3307d. *Japan Pesticide Information* 51:15-22.
- NOVOA, R, VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET, J., SIERRA, C., DEL POZO, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221P.
- PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto Persea americana Mill., cv Fuerte, Quillota, V Región. Tesis Ing, Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 120p.
- PARODI, L:R: 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, Descripción de las plantas cultivadas. Buenos Aires, Acme. 385p. (vol 1).
- PICCONE, M.F., WHILEY, A.W. and PEGG, K.G. 1987. Trunk injection. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. (Report N°5).
- QUINLAN, J. 1980. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Acta Horticulturae* 114: 144-151.
- , 1981. New chemical approaches to the control of fruit tree form and size. *Acta Horticulturae* 120:95-105.
- , 1982. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Compact Fruit Tree* 15:33-39.
- , and RICHARDSON, P.J. 1986. Uptake and traslocation of Paclobotrazol and implications for orchard use. *Acta Hort.* 179:443-451.

- RAESE, J.T. and BURTS, E.C. 1983. Increased yield and suppression of shoot growth and mite population of D' Anjou pear trees with nitrogen and Paclobutrazol (ICI PP 333). HortScience 18:212-214.
- RAZETO, B. y LONGUEIRA, J. 1986. Efectos del anillado de tronco y del Paclobutrazol en palto cv Negra de la Cruz. Inv. Agrícola 2 (9):47-51.
- REVISTA DEL CAMPO, 1994. paltas: negocio estable. 18 de mayo.
- RICHARDSON, P.J. and QUINLAN, J.D. 1986. Uptake and traslocation of paclobutrazol and implications for orchard use. Acta Hort. 179:443-451.
- RODRIGUEZ, F. 1982. El Aguacate. México, AGT. 167p.
- SCHROEDER, C.A. 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruit. Proceeding of the American Society Horticultural Science 61:103-109.
- SEDGLEY, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in avocado. Journal of Horticultural Science 52:135-141.
- , 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. Annals of Botany 46:771-777.
- , and ANNELLS, C.M. 1981. Flowering and fruit set response to temperature in the avocado cv. Hass. Scientia Horticulturæ 14:27-33.
- , SCHOLEFIELD, P.B. and ALEXANDER, D.M. 1985. Inhibition of flowering of mexican and guatemalan type avocados under tropical conditions. Scientia Horticulturæ 25 (1):21-30.
- , 1987. Flowering, pollination and fruit set of avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 10:42-43.
- SHEARING, S.J. and JONES, T. 1986. Fruit tree growth control with Cultar-which method of application. Acta Horticulturæ 179:505-512.
- SCHOLEFIELD, P.B., WALCOTT, J.J., KRIEDEMANN, P.E. and RAMADASAM, A. 1980. Some environmental affects on photosynthesis and water relations of avocado leaves. California Avocado Society yearbook 64:93-105.
- , SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.M.E. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoots growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturæ 25:99-110.

- SILVA, P. Efecto del Cultar (Paclobutrazol) en paltos (Persea americana mill) cv. Hass rebajados. Tesis ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79p.
- STEFFENS, G.L. and WANG, S.Y. 1986. Biochemical and Physiological alterations in apple trees caused by a gibberellin biosynthesis inhibitor, Paclobutrazol. Acta Horticulturae 179:442-443.
- STEPHENSON, R.A., GALLAGHER, E.C. and RASMUSSEN, T.S. 1989. Effects of growth manipulation on carbohydrate reserves of Macadamia trees. Scientia Horticulturae 40:227-235.
- STERRETT, Paclobutrazol, a promising growth inhibitor for injection into woody plants. Journal Amer. Soc. Hort. Sci. 110:4-8.
- SYMONS, P.R. 1988. Paclobutrazol: Its Application and effect on aspects of plant morphology, anatomy, biochemistry and physiology. Depart. of Horticultural Science, University of Natal. pp.82.
- SYMONS, P.R and WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Field trial using Paclobutrazol foliar sprays on Hass avocado trees. South African Avocado Growers Association Yearbook. 13:35-36.
- TAIZ-ZEGER. 1991. Plant Physiology. 534p.
- 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.
- TICHO, R. 1970-71. Girdling, a means to increase avocado fruit production. California Avocado Society 54:90-94.
- TOMER, E. 1977. The effect of girdling on flowering, fruit setting and abscision in avocado trees. Submitted to the Senate of the Hebrew University of Jerusalem. June 1977.
- TOUMEY, J. 1980. Girdling a forgotten art?. Avocado Grower Magazine 4 (10):12-14.
- TROCHOULIAS, T. 1973. Avocado cincturing. The Agricultural Gazete of New South Wales, 84 (2):127.
- TROCHOULIAS, T. and O'NEILL, G.H. 1976. Girdling of Fuerte avocado in subtropical Australia. Scientia Horticulturae 5:239-242.

- TUKEY, L.D. 1987. Cropping characteristics of bearing apple trees annually sprayed with Paclobutrazol (PP333). In *Cultar - Its application in fruit growing*. ICI. pp.83-90.
- WANG, S.Y., BYUN, J.K. and STEFFENS, G.L. 1985. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis system. II Biochemical and physiological alterations in apple wood. *HortScience* 21:1419-1421.
- WEAVER, R.J. y MCCUNE, S.B. 1959. Girdling its relation to carbohydrate nutrition and development of Thompson Seedless, Red Malaga and Ribier Grapes. *Hilgardia*. 28(16):421-435.
- WEBSTER, A.D. and QUINLAN, J.D. 1986. The effects of soil or foliar sprays of Paclobutrazol on the shoots growth and yield of European plum (Prunus domestica L.) cultivars. *Acta Horticulturae* 179:557-558.
- WHILEY, A.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and FORSBERG, L.I. 1986. The control of Phytophthora root of avocado with fungicides and effect of this disease on the water relations, yield and ring neck. *Australian journal of Experimental Agriculture*.
- ., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and LANGDON, P.W. 1987. Influence of Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27:173-177.
- ., SARANAH, J.B. and WOLSTENHOLME. 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*. pp227-232.
- and WINSTON, E.C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 10:34-47.
- ., SARANAH, J.B., CULL, B.W. and PEGG, K.C. 1988. Manage avocado tree growth, *California Grower* 12 (6):9-20.
- ., 1990a. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso internacional de producción, post cosecha y comercialización de paltas, 2 al 5 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile.

- . 1990b. Nutrición, una herramienta estratégica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto. Curso internacional de producción, post cosecha y comercialización de paltas, 2 al 5 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile.
- . 1990c. Manejo integrado de la pudrición de raíces causada por Phytophthora en paltos. Curso internacional de producción, post cosecha comercialización de paltas, 2 al 5 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile.
- . and WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers Association Yearbook 13:25-27.
- . and KOHLI, R.R. 1991. Effects of leaf age on gas exchange characteristics of avocado (Persea americana Mill.). Scientia Horticulturae 48:21-28.
- . and SARANAH, J.B. 1992. Effect of Paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass Avocado growing subtropical climates. Proc. of Second World Avocado Congress 1992. pp.227-232.
- WILLIAMS, M.W. 1982. Vegetative growth control of apples with the bioregulant ICI PP333 HortScience 17:577.
- . 1984. Use of bioregulators to control vegetative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. Acta Horticulturae 146:97-104.
- WILLIAMS, M.W., CURRY, L.A. and GREENE, G.M. 1986. Chemical control of vegetative growth of pome and stone fruit trees with GA biosynthesis inhibitors. Acta Horticulturae 179:453-458.
- . and EDGERTON, L.J. 1983. Vegetative growth control of apple and pear trees with ICI PP333 (Paclobutrazol) a chemical analog of Bayleton. Acta Horticulturae 137:111-116.
- WOLSTENHOLME, B.N. 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. California Avocado Growers Association Yearbook 10:58-61.
- ., WHILEY, A.W., SARANAH, J.B., SYMONS, P.R., HOFMAN, P.J. and ROSTRO, H.J. 1988. Paclobutrazol trials in avocado orchards: initial results from Queensland and Natal. South African Avocado Growers Assoc. Yearbook 11:57-59.

- ., WHILEY, A.W. and SARANAH, J.B. 1988. Strategically targeted Paclobutrazol foliar sprays for manipulation of productivity in avocado. Maroochy Horticultural Research Station Report N° 5.
- and WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook 12:33-37.
- and WHILEY, A.W. 1990. Prospects for vegetative-reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers Association Yearbook 13:21-24.
- ., WHILEY, A.W., SARANAH, J.B. 1990. Manipulating vegetative: reproductive growth in avocado (Persea americana Mill.) with Paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41:315-327.

ANEXO 1. Número de frutos cuajados promedio de las panículas apicales seleccionadas de los distintos tratamientos, entre el 15 de octubre de 1993 y el 2 de mayo de 1994 (en promedio).

	15 oct	2 nov	15 nov	1 dic	15 dic	2 ene	15 ene
T0	1	49	109	70.5	11	3.5	2
T1	-	30.5	121.5	121.25	25.75	12.75	8.5
T2	-	36.5	81.25	54.5	21	6.25	4.25
T3	1	82	104.5	41.75	19.25	12.25	10.25
T4	0.25	32	98.25	55.75	18.5	13	11.5
T5	0.5	79.5	125	63.75	20	11,75	9,5

	1 feb	15 feb	1 mar	15 mar	1 abr	15 abr	2 may
T0	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
T1	8	5.5	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
T2	2.75	1.5	1.0	1	1	1	1
T3	9	8.5	8.25	8	7	7	7
T4	10.75	10	9.75	9.75	8.5	8.25	7.5
T5	7.25	6.25	4.75	4.5	3.5	3.0	2.75

ANEXO 2. Diámetro promedio (en cm) polar de los frutos apicales medidos entre el 1 de diciembre de 1993 y el 2 de mayo de 1994 (en promedio).

	1 dic	15 dic	2 ene	15 ene	1 feb	15 feb
T0	0.69	1.2	2.03	3.56	4.66	5.84
T1	0.72	1.68	2.57	4.2	5.47	6.4
T2	0.62	1.0	2.11	3.1	3.63	----
T3	0.88	1.66	2.46	3.52	4.55	5.26
T4	0.73	1.35	2.11	3.27	4.37	5.25
T5	0.73	1.43	2.3	3.5	4.44	5.2

	1 mar	15 mar	1 abr	15 abr	2 may
T0	7.16	7.98	8.6	9.0	9.73
T1	7.3	8.14	8.57	8.95	9.26
T2	5.1	5.63	6.13	6.57	----
T3	5.98	6.59	7.29	7.85	8.18
T4	5.85	6.54	7.25	7.68	8.1
T5	5.9	6.63	7.43	7.93	8.16

ANEXO 3. Diámetro promedio (en cm) ecuatorial de los frutos apicales medidos entre el 1 de diciembre de 1993 y el 2 de mayo de 1994 (en promedio).

	1 dic	15 dic	2 ene	15 ene	1 feb	15 feb
T0	0.51	0.96	1.5	2.5	3.03	3.8
T1	0.57	1.52	1.86	2.92	3.58	4.09
T2	0.5	0.76	1.48	2.14	2.43	---
T3	0.73	1.32	1.92	2.73	3.46	3.8
T4	0.57	1.16	1.84	2.56	3.27	3.83
T5	0.59	1.22	1.95	2.8	3.53	3.9

	1 mar	15 mar	1 abr	15 abr	2 may
T0	4.46	4.98	5.4	5.26	5.93
T1	4.57	5.07	5.32	5.6	5.8
T2	3.85	4.5	4.95	5.35	---
T3	4.13	4.56	5.0	5.29	5.48
T4	4.15	4.65	5.07	5.34	5.64
T5	4.36	4.78	5.25	5.55	5.79

ANEXO 4. Número de flores totales de las panículas apicales contabilizadas entre el 1 y 3 de octubre de 1993 (en promedio).

TMT	REPETICION	NRO DE FLORES
T0	1	805
	2	1.190
	3	1.049
	4	1.843
T1	1	1.555
	2	684
	3	1.668
	4	1.466
T2	1	1.193
	2	1.141
	3	264
	4	840
T3	1	1.536
	2	1.591
	3	1.500
	4	1.295
T4	1	1.232
	2	1.354
	3	561
	4	1.354
T5	1	960
	2	1.623
	3	1.445
	4	1.505

ANEXO 5. Número de panículas totales (laterales + apicales) contabilizadas hasta 30 cm bajo la panícula apical entre el 4 y 5 de octubre de 1993 (en promedio).

TMT	REPETICION	Nro DE PANICULAS
T0	1	26
	2	58
	3	38
	4	59
T1	1	84
	2	22
	3	56
	4	71
T2	1	32
	2	63
	3	31
	4	65
T3	1	69
	2	83
	3	41
	4	93
T4	1	75
	2	67
	3	29
	4	66
T5	1	50
	2	102
	3	58
	4	75

ANEXO 6. Número de frutos cuajados totales (panícula apical + laterales), contabilizados el 2 de mayo de 1994 (en promedio).

TMT	REPETICION	Nro DE FRUTOS
T0	1	4
	2	17
	3	16
	4	7
T1	1	28
	2	15
	3	18
	4	22
T2	1	8
	2	14
	3	12
	4	11
T3	1	24
	2	21
	3	25
	4	12
T4	1	31
	2	19
	3	8
	4	17
T5	1	10
	2	13
	3	10
	4	13

ANEXO 7. Número de frutos cuajados promedio de las panículas apicales el 2 de mayo de 1994 (en promedio).

TMT	REPETICION	Nro DE FRUTOS
T0	1	2
	2	2
	3	1
	4	1
T1	1	8
	2	5
	3	2
	4	2
T2	1	1
	2	3
	3	0
	4	0
T3	1	13
	2	1
	3	10
	4	4
T4	1	11
	2	6
	3	5
	4	8
T5	1	1
	2	3
	3	2
	4	5

ANEXO 8. Grado de floración (%) medido el 25 de octubre de 1993 (en promedio).

TMT	REPETICION	GRADO DE FLORACION (%)
T0	1	28
	2	56.6
	3	21.5
	4	66.5
T1	1	88
	2	48.1
	3	50
	4	73.1
T2	1	48.5
	2	49.8
	3	34
	4	49.8
T3	1	70.1
	2	98
	3	66
	4	92.8
T4	1	59
	2	82.6
	3	23.3
	4	93.1
T5	1	63.3
	2	98
	3	74.5
	4	89

ANEXO 9. Volumen (m3) medido el 24 de agosto de 1993 (en promedio).

TMT	REPETICION	VOLUMEN (M3)
T0	1	52.8
	2	43
	3	67
	4	66.4
T1	1	46
	2	26
	3	72.6
	4	54.7
T2	1	50.5
	2	55.9
	3	51
	4	32.7
T3	1	34.8
	2	31.9
	3	56.1
	4	61.7
T4	1	36.5
	2	53.5
	3	62.8
	4	36.5
T5	1	38.7
	2	37.1
	3	48
	4	34.8