

1. INTRODUCCIÓN

La fruticultura se ha desarrollado fuertemente en la última década producto de la necesidad de satisfacer la demanda de los mercados extranjeros. Esto ha llevado a tener un cambio en nuestra mentalidad productiva, buscando una estrategia más intensiva en la producción y comercialización. Así, se han ido incorporando tecnologías para la obtención de mayores rendimientos, con densidades de plantación mayores y con una entrada en producción lo más precoz posible. Todo lo anterior, unido al aumento en los costos de producción, han llevado a la necesidad de incorporar una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

El palto (*Persea americana* Mill.) es una de las especies frutales que más ha sido plantada en los últimos años, con un incremento aproximado del 7% anual, alcanzando una superficie de 8.265 ha. plantadas en el país en el año de 1991 (FUNDACIÓN CHILE, 1993). La variedad más importante es Hass, la que representa el 66% de la superficie plantada con paltos en Chile, siendo ella de la raza Guatemalteca, con buena productividad, bastante precoz y que tiende al añerismo (GARDIAZABAL y ROSENBERG. 1991).

En los últimos años se ha tendido a la intensificación de esta especie plantándose a 6x6 y 5x5 con uno en quince y a la incorporación de tecnologías en base al conocimiento fenológico de las variedades, buscando una mejor eficiencia productiva.

Los conceptos de producción con árboles adultos que se topan a densidades menores de 10 m y el de huertos jóvenes, que para poder entrar en producción comercial pasen más de cuatro años, tienen baja rentabilidad.

Los huertos de paltos adultos a distancias mayores a 10 m tienen dos inconvenientes: el primero, es una cosecha de alto costo y de elevado riesgo, con fruta ubicada en la periferia del árbol a alturas superiores a los 8-10 metros; y segundo, fruta de un bajo calibre, debido a una baja relación hoja/fruta, lo que se traduce en una ineficiente tasa fotosintética.

Debido a lo anterior, KÖNHE (1992) recomienda rebajar esos árboles a nivel de tronco a 80-90 cm. del nivel del suelo, para poder volver a producir fruta de mejor calidad y más barata de cosechar.

El problema del rebaje de paltos es que recién se puede cosechar fruta al tercer año de realizada esta labor, puesto que el excesivo vigor vegetativo hace imposible la cuaja antes del segundo año. Así, no sólo se pierde un año de producción, sino también, se obtiene una estructura que al cabo de ese tiempo, alcanza nuevamente grandes alturas y que en el corto tiempo copará nuevamente el espacio.

Este alto vigor se debe a que existe en los árboles rebajados un gran desequilibrio entre la parte aérea y radicular, lo que implica una gran cantidad de reservas a nivel de tronco y raíces, un gran transporte constante de giberelinas por parte del sistema radical, por lo que el resultado final es una brotación muy vigorosa.

El crecimiento de chupones reduce la cantidad de reservas, lo que unido a una alta producción de giberelinas por parte de éstos, se traduce en una pobre inducción.

Posteriormente, la floración debe competir con una brotación vigorosa, lo que se manifiesta

en una caída de frutos más intensa que bajo condiciones normales.

Entonces, la idea es rebajar estos árboles muy envejecidos, dejándolos crecer en una primera etapa y una vez que se obtiene un volumen de follaje apropiado, disminuirles el vigor para que puedan entrar en producción.

La fruta es el mejor regulador de crecimiento, dicho de otra manera, es la mejor manera de reducir el vigor excesivo de un árbol de forma estable en el tiempo, pudiéndolo llevar desde un estado juvenil a otro adulto en producción.

Con el fin de lograr hacer entrar en producción árboles rebajados de distintas edades, se estudiaron en este ensayo diferentes métodos para favorecer la inducción: aplicación de Cultar inyectado, anillado y doble incisión anular.

Con el fin de comprobar la efectividad de diferentes tratamientos sobre la inducción en paltos se realizó el presente ensayo, cuyos objetivos son los siguientes:

- Evaluar dos dosis de Cultar inyectado al tronco en el crecimiento e inducción de paltos cv. Hass rebajados de uno y dos años.

- Evaluar el efecto del anillado y doble incisión anular el crecimiento e inducción de paltos cv. Hass rebajados uno y dos años.

2- REVISIÓN BIBLIOGRAFICAS

2.1. Introducción:

El palto (*Persea americana* Mill) pertenece al género *Persea*, familia Lauráceas, suborden Magnolíneas, Orden Ranales (IBAR, 1986).

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie de hoja persistente, nativa de México. Se agrupa en tres razas:

Mexicana, Guatemalteca y Antillana. La variedad más importante en Chile es Hass y pertenece a la raza Guatemalteca (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Los principales países productores de paltas a nivel mundial son México (75,3%), Estados Unidos (11,5%), Sudáfrica (4,47%), Israel (4,0%), Chile (3,2%) y España (1,7%) (AGROECONOMICO, 1991).

En Chile, la superficie de paltos ha crecido sostenidamente desde hace cinco años, aproximadamente 200 ha/año, llegando en la temporada 1990/1991 a 8265 ha y con una producción total de 39000 ton (FUNDACIÓN CHILE, 1993).

El principal destino de la producción nacional es el mercado interno, consumiendo sobre el 85% del volumen producido (ESPINOZA, 1991). Las exportaciones según destino, para la

temporada 1990/1991, son las siguientes: Estados Unidos-Canadá (1230715 cajas), Latinoamérica (24598 cajas) y Europa (15396 cajas) (FUNDACIÓN CHILE, 1993).

La variedad Hass representa el 80% del volumen de las exportaciones, y luego la variedad Fuerte con el 16%. Estas exportaciones se realizan entre el mes de septiembre y diciembre (ESPINOZA, 1991).

2.2. Características del palto:

La variedad Hass se originó en 1926 a partir de semillas plantadas por Rudolph G. Hass, en California (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Este cultivar es bastante precoz, encontrándose fruta en árboles de dos y tres años, además que su producción es más regular que el cv. Fuerte. Posee desarrollo mediano y crecimiento erecto. Es muy sensible a las bajas temperaturas, resistiendo tan sólo -1,1°C. Su floración se produce desde septiembre a noviembre y pertenece al grupo A. Fruto ovoide, de cáscara rugosa, que posee color verde en el árbol y que paulatinamente se torna negro después de la cosecha. Semilla pequeña y buena relación pulpa/semilla. Madura desde septiembre a marzo con contenido de aceite entre 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, también se debe a su reciente domesticación de la selva lluviosa, compleja floración y comportamiento en la polinización (WHILEY et al. , 1988).

2.2.1. Sistema radicular:

El sistema radicular del palto es bastante superficial, el 80% de las raicillas en profundidad se distribuyen entre 0-30 cm (WOLSTENHOLME, 1987; HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993), Además, se encuentra extensamente suberizado, lo que lo hace relativamente ineficiente en la absorción y susceptible a Phytophthora cinnamomi, con baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radiculares (WHILEY et al., 1987); por lo que casi toda la absorción se realiza por ramificaciones secundarias en los extremos, las que son de color blanco (CHANDLER, 1962).

La mayor masa de raíces se distribuye en los primeros 45 cm de suelo, donde es vulnerable a cambios ambientales rápidos, por lo que el crecimiento de éstas es significativamente detenido a temperaturas inferiores a 13°C, siendo el óptimo de crecimiento entre los 18 y 23°C (WHILEY y WINSTON, 1987).

Todo lo anterior, puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol (WHILEY et al, 1986). Además, la floración aumenta el área efectiva que contribuye a la pérdida de agua (WHILEY et. al., 1988).

La falta o los bajos niveles de luz, es considerado por BORYS (1991), como un factor que favorecería el crecimiento de raíces en cantidad.

2.2.2. Sistema vegetativo:

El palto es un árbol que puede adquirir un tamaño mediano a grande, llegando a tener en plantaciones comerciales un ancho variable de 10 a 12 m y una altura de 8 a 10m (RODRÍGUEZ, 1982), por lo que se recomienda que su distancia de plantación definitiva sea de 12 a 15 metros (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Las hojas son alternas, persistentes, coriáceas, de color verde, con forma elíptica o elíptica-lanceoladas, glabras, de 10 a 40 cm de largo y glandecentes en la cara inferior (PARODI, 1959).

Las hojas son almacén de grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante períodos de demanda (CAMEROON, MULLER y WALLACE, 1952; WHILEY, 1990a).

Una vez que se ha interrumpido el crecimiento de los brotes las yemas terminales se protegen con algunas escamas (CHANDLER, 1962; DAVENPORT, 1982). Luego, la actividad comienza con la hinchazón de yemas, separándose las escamas y brácteas protectoras, produciéndose el llamado desborre (RODRÍGUEZ, 1982).

El desarrollo de los paltos se caracteriza por presentar períodos de gran crecimiento separados por períodos de reposo (DAVENPORT, 1982; WHILEY et al., 1988).

La densidad de estomas de hojas de paltos es alta (40000 a 73000 por cm²), siendo mayor al comienzo de la expansión foliar (WHILEY y KOHLI, 1991), aunque de una limitada red vascular (SCHOLEFIELD et. al., 1980).

Las hojas de paltos se demoran cerca de 42 días en tener una tasa de asimilación de CO₂ neta positiva y empezar la exportación de carbohidratos para su crecimiento, existiendo previamente una pérdida neta de energía para el crecimiento de ese brote (WHILEY, 1990a).

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 para la fruta que se encuentra en ese momento en el árbol y para la continua productividad, ya que aporta carbohidratos para la fruta y la producción de flores que darán los frutos de la próxima primavera (WHILEY et al., 1988).

2.2.3. Floración e inducción:

La floración comienza después de un pequeño período de semi— actividad en el árbol (WHILEY, 1990a), donde se produce el máximo período de acumulación de reservas. Así, las reservas van declinando progresivamente durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia llamada panícula (WHILEY et al., 1988). La flor es actinomorfa y hermafrodita, compuesta de nueve estambres fértiles y un ovario sésil, con estilo alargado (PARODI, 1959).

SCHROEDER (1953) señala que ordinariamente en la porción terminal de las panículas la yema permanece vegetativa, las que son llamadas indeterminadas. Ocasionalmente existen las determinadas, que terminan en una yema floral que no permite que se produzca crecimiento. Además señala, que el sistema de yema frutal en palto es derivado de yemas terminales y subterminales en crecimiento de la temporada previa, aunque también en los brotes del mismo año.

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

La flor del palto presenta dicogamia protoginea, abriendo antes los pistilos (estado femenino) que los estambres (BERGH, 1969). 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). Otros autores reafirman este complejo ciclo de floración y su extremada sensibilidad a la temperatura (NIRODY, 1922; SEDGLEY, 1977; SEDGLEY y ANNELLS, 1981; HERNÁNDEZ, 1991;

TAPIA, 1993). Osea, la definición convencional de clase A y clase B de variedades son probablemente sólo válidas a ciertas temperaturas que en algunas localidades son más bien la excepción de la regla (LESLEY y BRINGHURST, 1951), indicando que el traslape para cualquier grupo de variedades no es absoluto y depende de distintas condiciones de temperatura (HERNÁNDEZ, 1991; PALMA, 1991; CALVERT, 1993; TAPIA, 1993).

La inducción, que es el paso de un tejido vegetativo a reproductivo ocurre entre los meses de abril y mayo. La diferenciación de tejidos ocurre entonces en julio (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) afirman que la iniciación floral ocurre en la estación de otoño, ocurriendo justo antes del segundo flush. Determinaron que en el cv. Fuerte al sur de Australia ocurría entre los meses de abril y mayo.

SCHROEDER (1953) define que la formación de yemas florales ocurre sólo hasta unas cuantas semanas antes de floración. Afirma que en California, las estructuras florales ya son evidentes dos meses antes de la aparición de flores y que las yemas florales se formarían desde dos meses a seis semanas antes de la plena flor, en cualquier cultivar.

REECE (1942), citado por BURMESTER (1986) señala que en Florida los primordios de flores individuales son identificables por primera vez en enero (Hemisferio Norte), sólo unas pocas semanas antes de plena flor. Otros autores, concluyen que la inducción floral en huertos cv. Fuerte se observa temprano en invierno, siendo favorecida por la combinación de bajas temperaturas y días cortos, siendo esencial el primero (BUTTROSE y ALEXANDER, 1978).

Sin embargo, estudios israelitas señalan que la inducción ocurriría más temprano en la temporada, indicando que sería en los meses del verano, diciembre-febrero en Chile (GARDIAZABAL, 1994)

.Los primordios florales surgen en la axila de las brácteas de las yemas y el ápice generalmente permanece vegetativo (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

La alternancia de la producción está muy relacionada con los niveles de reservas de la planta acumulados en la temporada anterior, es decir carbohidratos y especialmente el almidón. Así, una alta acumulación de almidón durante la temporada anterior se asocia a una alta producción, la que a su vez provoca un gran gasto y a una baja en los niveles de almidón, con la respectiva pobre cosecha (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989). Más aún, existe evidencia con los estudios de SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER (1985), que la inhibición de yemas florales en un estado de desarrollo de primordio floral avanzado, frente a temperaturas de 33°C en el día y 23°C en la noche, 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 y que la diferenciación se puede detener, siendo un proceso reversible.

La inducción floral ocurre en el momento de mínimo contenido de carbohidratos en las ramas principales durante la temporada. Los bajos niveles de carbohidratos pueden provocar un cese de la actividad vegetativa y este factor estaría más relacionado con la inducción floral (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

Al anillar paltos, se mejoran serios problemas de diferenciación de yemas, por lo que se sugiere que un cierto umbral de carbohidratos es necesario durante el proceso (SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER, 1985).

Respecto a las 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 del 18% (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985) y en el norte subtropical de Australia, donde el crecimiento puede ocurrir aun temprano en el invierno, se logran 8,5% (WHILEY Y WOLSTENHOLME 1990)

2.2.4 Cuaja:

La cuaja y el periodo temprano de caída de frutos es el estado más crítico del ovario en desarrollo (LOVATT, 1990).

Frutos pequeños con embriones y endospermas anatómicamente normales presentan detención del desarrollo, degeneración del tejido celular y una abscisión del pedúnculo. Esto sugiere que la ineficiente distribución de agua y nutrientes a los frutos es la responsable de la detención del crecimiento (SEDGLEY, 1980; 1987).

El desarrollo de frutos es fuertemente competitivo con la raíz y 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 los brotes hacen bajar las reservas de los árboles. La estimulación de un crecimiento vegetativo vigoroso durante este período crítico, trae como resultado una caída excesiva de frutos (WHILEY, 1990a).

El éxito del desarrollo de los frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración, depende de los fotosintatos almacenados, de la fotosíntesis del momento (hojas maduras del brote de verano) y del tiempo de sink a fuente de metabolitos de los brotes renovados en primavera (WHILEY, 1990 a)

Con respecto a la segunda caída de frutos, HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993) señalan, a diferencia de WHILEY et. al. (1988), que se registró para cv. Hass sólo un peak importante de caída de frutos, entre fines de noviembre hasta primera quincena de enero, y luego, se registró una caída de frutos de baja intensidad. Además concluyen, que la floración y la cuaja coinciden con el crecimiento vegetativo de primavera, y por lo tanto, compiten por una fuente limitada de recursos.

Las reservas de almidón caen rápidamente durante la floración y cuaja, llegando a la más baja concentración durante la caída de fruta de verano, posteriormente aumenta para llegar al máximo en invierno (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

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.

Para cv. Hass en Quillota, HERNÁNDEZ (1971) y TAPIA (1993) describen que el desarrollo vegetativo presentó dos periodos (flush) de crecimiento., uno de mayor intensidad en primavera y otro menor en otoño. El desarrollo radicular presentó aparentemente dos periodos de crecimiento (TAPIA, 1993). 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 (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993). La caída de frutos se concentra desde el 16 de noviembre al 22 de diciembre (TAPIA, 1993), pero según HERNÁNDEZ (1991) sería hasta el 8 de enero. Ambos señalan que luego habría una caída poco importante.

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

WOLSTENHOLME y WHILEY (1989) señalan que la floración parte junto al crecimiento vegetativo de primavera, el cual es un período de traslape y competencia intensa por los nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y agua del árbol. Por lo tanto, puede ser necesario el control del vigor del flush de primavera, especialmente en los cultivares vigorosos (Fuerte), para mejorar la energía de sink de las flores y frutos, siendo así retenidos en mejor forma.

Cada brotación es seguida por un aumento en el crecimiento radicular (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990), por lo que existe una interdependencia entre las raíces y los brotes que se traduce en un patrón cíclico en el desarrollo de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y las 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 HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993), cuando se inicia el crecimiento de brotes, las temperaturas del suelo son muy bajas aun para el crecimiento de las raíces, en consecuencia el crecimiento vegetativo cesa, ya que el sistema radicular no es capaz de abastecer de agua y

nutriente a la parte aérea.

El follaje a su vez, reanuda su crecimiento cuando el volumen radicular es suficiente para satisfacer la demanda de agua y nutrientes, dándose inicio así al segundo pulso de crecimiento vegetativo, el cual se prolonga hasta que las temperaturas ambientales comienzan a disminuir (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993). Por lo tanto, las plantas rebajadas por su bajísima relación follaje/raíces tienen un casi continuo crecimiento aéreo (GARDIAZABAL, 1993)

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

Durante el crecimiento de primavera gran cantidad de reservas son divididas entre la floración y el crecimiento vegetativo, y luego, entre el crecimiento vegetativo y la cuaja, y posterior desarrollo de frutos (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

El desarrollo de frutos es fuertemente competitivo con la raíz y con 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 usualmente como resultado una caída excesiva de frutitos (WHILEY, 1990a).

Si artificialmente se controla el crecimiento vegetativo habrá un impacto en la productividad del árbol. Esto se debe a que tanto la brotación de primavera como la de verano son importantes (WHILEY et al., 1988). Además, el vigor del crecimiento de primavera puede ser físicamente manipulado, despuntando el brote (WOLSTENHOLME et al., 1988), anillando una rama o aplicando paclobutrazol (KÖHNE, 1992).

2. 3. Introducción a los tratamientos:

Los árboles crecen rápidamente, alcanzando gran tamaño, lo que hace que las labores de cosecha, control de plagas y enfermedades y manejos en general se realicen con dificultad, elevándose así los costos de producción. Es por esto que el control del tamaño de los árboles es el mayor problema que enfrenta la industria de paltas (KÖHNE y KREMER - KÖHNE, 1989).

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 otras (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Tarde o temprano, se originará un sombreamiento de las hojas de los árboles; éstas serán menos eficientes para la producción de los alimentos, tanto para las raíces como para el resto del árbol y por lo tanto se necesitará un mayor número de hojas para nutrir bien cada fruta. Hay luego, enormes vacíos en el interior de los árboles por defoliación, formándose

verdaderos paraguas con los huecos que van dejando. Es decir, la copa verde del árbol sólo es un pequeño sector del vegetal, y más concretamente la parte alta del vegetal (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Se recomienda los rebajes de paltos en plantaciones adultas que se encuentren topándose a distancias sobre los 8 m en el cv. Hass (GARDIAZABAL, 1993).

Una vez rebajados, los muñones rápidamente brotan y la producción comienza nuevamente en el tercer año (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991), el problema es que se pierde un excelente calibre durante los primeros años, dado la elevada relación hoja/fruta y, también se pierde espacio, ya que al tercer año por su alto vigor ya ha ocupado un porcentaje importante de la superficie (GARDIAZABAL, 1993).

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

El vigor puede ser manipulado, despuntando el crecimiento de primavera (WOLSTENHOLME 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 (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990).

2.4 Generalidades del tratamiento con Cultar:

Las giberelinas son conocidas por ser instrumental en la simulación de crecimiento vegetativo, usualmente a expensas de floración y producción (MONSELISE, 1973). La biosíntesis de giberelina ocurriría en el ápice de los brotes y en las hojas jóvenes (RICHARDSON y QUINLAN, 1986).

Una manera indirecta de obtener la desviación de los fotosintatos hacia el crecimiento reproductivo es el uso de algunos retardadores del crecimiento, los cuales permiten a la vez mejorar la cantidad y calidad de fruta y disminuir el crecimiento de los árboles, haciéndolos fáciles de manejar (LEVER, 1986), lo que implica un mejoramiento de la producción, además de facilitar las labores o manejos en general del huerto (NOGUCHI, 1987).

El paclobutrazol ([(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2,4-triazol-1-yl]pentan-3-ol 3], (BARRETT y BARTUSKA, 1982)) o PP-333, comercialmente conocido como Cultar, pertenece al grupo de los llamados fungicidas triazoles y es un análogo del Bayleton (QUINLAN, 1982).

Está establecido que realiza un control de crecimientos vegetativos vigorosos (QUINLAN, 1980, 1981; WILLIAMS, 1982, 1984; WEBSTER y QUINLAN, 1984; EREZ, 1986), reduce la poda, obtiene una mayor inducción y mejor calidad de la fruta (EREZ, 1984).

Las características más importantes del paclobutrazol son: es un cristal sólido estable a temperaturas sobre 50°C por seis meses, tiene un punto de fusión de 165.6°C y una baja solubilidad en agua con sólo 35 mg/litro (LEVER, 1982).

Con respecto a la residualidad del paclobutrazol, CIFUENTES (1988) afirma que su acción en vides no se limita al momento de su aplicación al suelo, viéndose efectos hasta un año después. MORANDE (1987) en néctarines, no detecta residuos en la fruta, aun cuando existían efectos sobresalientes en la reducción del crecimiento. Así, la vida media del paclobutrazol varía, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas, entre tres y doce meses (LEVER, 1987). En relación a otro tipo de aplicaciones, los residuos encontrados en la fruta también son muy bajos y dependen del momento de la aplicación, siendo lo más probable que la fruta no presente residuos al momento de cosecha (I.C.I., 1984; TUKEY, 1987). Sin embargo, GARDIAZABAL (1993) señala que las aplicaciones de paclobutrazol al suelo en huertos de paltos adultos pueden dejar residuos en la fruta, a diferencia de aplicaciones al follaje en el momento de floración.

El paclobutrazol tiene una baja toxicidad para mamíferos, aves, peces, abejas y otros invertebrados (LEVER, 1982, 1987). La LD 50 es de 1200 a 1300 mg/kg, siendo excretado rápidamente por los mamíferos y no acumulativo (I.C.I., 1964).

2.4.1. Modo de acción:

El mayor efecto bioquímico del paclobutrazol es una supresión sobre la biosíntesis de giberelinas (RÄESE y BURT5, 1983; QUINLAN y RICHARDSON, 1986), inhibiendo la oxidación entre ent-kaurene a ácido ent-kaurenoico (GREENE, 1986; STEFFENS y WANG, 1986; LEVER, 1986) reacción que ocurre en los microsomas y es catalizada por el citocromo P450, por lo que el oxígeno es desplazado desde el sitio activo del citocromo por el nitrógeno contenido en el compuesto triazol (paclobutrazol) (HEDDEN y GRAEBE, 1985).

La reducción de los niveles de giberelinas disminuye la tasa de división y expansión celular, con una consecuencia morfológica directa, que es la reducción del crecimiento vegetativo. Lo anterior, conduce a otro efecto secundario, que es una alteración de la fuerza de los distintos puntos de alto consumo (sink) dentro de la planta, lo que permite una mayor y mejor distribución de los asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, formación y crecimiento de frutos (LEVER, 1990).

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

La inhibición con paclobutrazol de la elongación de los tallos en todo el árbol, fue revertido por aplicaciones de giberelina exógena, por lo que el producto no bloquea la actividad de giberelinas existentes (DICKS, 1980; CURRY, 1983), sino sólo su síntesis (QUINLAN y RICHARDSON, 1986).

2.4.2. Traslocación:

La traslocación es de tipo pasiva a través del flujo transpiratorio, el cual ocurre en el xilema (BARRETT y BARTUSKA, 1982; LEVER, 1986), siendo traslocado al sitio de acción, que es el meristema sub apical del brote donde produce el beneficioso efecto bioquímico (BARRETT y BARTUSKA, 1982; QUINLAN y RICHARDSON, 1984, LEVER, 1986).

Es por lo tanto, necesario que exista una cubierta foliar y un flujo activo de transpiración para llevar el paclobutrazol a los puntos de crecimiento del árbol (LEVER, 1986).

En relación con el transporte del paclobutrazol por el floema, en estudios de BARRETT y BARTUSKA (1982) se señala que no se traslocaría y si lo hace, es con extrema dificultad.

Con respecto al movimiento a través de la planta, (ANON (1984), citado por I.C.I. (1984) lo describe como relativamente lento, en cambio, BARRETT y BARTUSKA (1982), reportan que el paclobutrazol es rápidamente traslocado hacia la brotación. Quizás el movimiento es influenciado por el grado de la cosecha y las condiciones ambientales, como por ejemplo la temperatura (SYMONS, 1988).

Además, 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 que determina el efecto prolongado sobre la planta (GREENE, 1986). Así, si no es completamente metabolizado se produce una acumulación paulatina en la madera a través de los años. Se puede esperar crecimientos retardados en nuevas brotaciones durante las próximas estaciones (INTRIERE, SILVERSTRONI y PONÍ, 1986).

Hay que considerar que debido al crecimiento y elongación de la región meristemática de los ápices, se produce una dilución del producto en esta zona (RICHARDSON y QUINLAN, 1986).

2.4.3. Efecto del Cultar:

El efecto morfológico más marcado al usar Cultar, según la dosis aplicada, es la reducción del largo de internodos en brotes terminales y laterales. Una mayor proporción de yemas laterales tienden a ser floral más que vegetativa, con la consecuente reducción del número de brotes (LEVER, 1986).

Según KÖNHE (1988), la reducción del crecimiento vegetativo es del orden de un 50% en relación a los árboles no tratados con paclobutrazol. Lo anterior es reafirmado por WOLSTENHOLME et al. (1988), quienes determinaron en cv. Hass que los brotes asperjados con paclobutrazol alcanzaron un 42% del largo de los no asperjados.

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

Tanto 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 en Fuerte (WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990).

El número de hojas por brote no se ve afectado en los árboles asperjados con paclobutrazol. Sin embargo, tanto la masa y el área foliar se redujeron significativamente (WOLSTENHOLME et al., 1985; WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990).

El número de flushes de crecimiento no se ve alterado al efectuar aplicaciones de paclobutrazol (KÖNHE, 1988).

Otro de los efectos descritos es un aumento del número de frutos (KHÖNE y KREMER-KHÖNE, 1989). Además, la forma de éstos se aprecia notablemente más redondeada, el tamaño de la semilla no es afectado, se observa un follaje más oscuro y hojas arrugadas (WOLSTENHOLME et al. , 1988; KHÖNE, 1992 , SILVA, 1993).

Con respecto a un posible efecto de las aplicaciones de Cultar sobre el crecimiento radicular, ARON et al. (1985); MARTÍN (1987) y EARLY y MARTÍN (1988) sugieren que este producto induce típicamente renovación y engrosamiento de raíces.

Respecto a lo anterior, trabajos realizados en perales por EARLY y MARTÍN (1988) muestran un aumento en el diámetro de las raíces 21 días después de la aplicación. WANG et al. (1985), reportan un aumento del número de raíces en manzano. Sin embargo, en limón rugoso existe un pobre desarrollo y renovación de raíces superficiales (SYMONS, 1988).

2.4.4. Información sobre Cultar en frutales de hoja persistente:

Aplicaciones de paclobutrazol antes de floración en cítricos producen una fuerte inhibición inicial del crecimiento vegetativo, pero sin que se extienda al flush de verano (ARON et al.1985). El mismo efecto obtienen BAUSHER y YELENOSKY (1986) en portainjertos de semilla de limón rugoso, postulando que el paclobutrazol posiblemente no es movilizado o es conjugado por las plantas, previniendo su fuerte inhibición.

En nuez macadamia (*Macadamia integrifolia*) el efecto de diez aplicaciones al follaje cada dos semanas (desde mediados de invierno a inicios de verano), en dosis de 0.1 ml/l de paclobutrazol (PP333), es la supresión del crecimiento vegetativo. Dichas aplicaciones se combinaron con Etephon, en dosis de 1.6 ml/litro (STEPHENSON, GALLAGHER y RASMUSSEN, 1989).

Por otra parte, en árboles de lichi (*Litchi chinensis* Sonn.) de 12 años de edad que nunca habían florecido, dos aplicaciones de PP333 (400 ppm) más KH₂P₀₄ (40ppm) logran revertir tal condición (LIANG y YU, 1991)

Aplicaciones de Cultar al suelo (10 gr i.a.) realizadas en mango (*Mangifera indica* L.), logran aumentar y adelantar en seis a ocho semanas la floración, disminuyendo además la distancia internodal en el brote (KULKARNI, 1988).

Los paltos responden rápidamente a aplicaciones al follaje de paclobutrazol (5 gr i.a./m² de sombra) reduciendo el crecimiento del flush de primavera, respuesta que se mantiene sólo hasta cuatro semanas después de asperjada (WOLSTENHOLME et al-1988)

Sobre árboles de 8 años (juveniles) de cv. Negra de la Cruz, se realizaron aplicaciones de Cultar al suelo en dos tratamientos, uno cercano al tronco y el otro un poco más alejado (en los surcos de riego), ambos en dosis de 40 mg i.a por cm de sección transversal de tronco. El efecto de estas aplicaciones se manifestó en internudos más cortos, sin afectar la floración y producción (RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

Aspersiones foliares de paclobutrazol en dosis de 2.5, 1.25 y 0.62 gr i.a./l en paltos disminuyeron la intensidad del flush de brotación de primavera, redistribuyendo los nutrientes entre floración y brotación, mejorando el tamaño de la fruta con las dosis más altas

y la producción acumulada en dos años, con las dosis menores (WHILEY y SARANAH, 1992).

SILVA (1993) señala que en los tratamientos de Cultar aplicado al suelo y al follaje en verano, en general, no hubo diferencias significativas en casi todos los parámetros medidos, excepto con la dosis más alta de Cultar al suelo (8 gr i.a. m² de silueta) que logró disminuir la longitud del crecimiento estival. En cambio, las distintas dosis al suelo aumentaron significativamente el grado de floración y el número de frutos totales.

El tamaño del árbol, el diseño del sistema radicular (LEVER, 1986), la cantidad de agua y su distribución en el suelo, junto a las propiedades físicas de éste, son factores que pueden alterar la conveniencia de hacer aplicaciones al suelo (DAVÍSON y MARTÍN, 1985; SYMONS, 1988). Así, las aplicaciones al suelo tienen un efecto muy errático, ya que dependen del tipo de suelo y cantidad de materia orgánica presente. De esta forma, en suelos con alta capacidad de intercambio catiónico, el paclobutrazol es absorbido por las arcillas y partículas orgánicas (WILLIAMS, CURRY y GREENE, 1986).

Se aplicó paclobutrazol en paltos cv. Hass sobre patrón Duke7 plantados en una densidad de 800 plantas/ha con los métodos aspersión foliar, inyección a los árboles y aplicación al suelo, observándose un efecto claro en la reducción del crecimiento, en el aumento de la precocidad y en la producción (KHÖNE y KREMER-KHÖNE; 1987; 1990; 1992).

2.4.5. Cultar inyectado al tronco:

WILLIAMS y EDGERTON (1983), citados por STERRETT (1985) afirman en general que las aplicaciones foliares de paclobutrazol causan resultados variables, los que disminuirían al aplicar paclobutrazol directamente al sistema vascular.

El uso de inyecciones en palto comienzan en 1982, cuando Dr. Joe Darvas experimentó con soluciones concentradas de Aliette para el control de Phytophthora, inyectando con una jeringa hipodérmica modificada (COFFEY, 1989).

Actualmente se usan dos inyectores, aumentando su número a medida que el árbol es más grande (COFFEY, 1989). Las inyecciones de Aliette se realizan en cuanto madura la hoja del flush de verano (WHILEY, 1990c) coincidiendo con el comienzo del flush de raíces de primavera y verano. Idealmente, éstas deben realizarse entre las 06:00-11:00 hrs, cuando la tasa de transpiración es alta (PICCONE, WHILEY y PEGG, 1987).

KHÖNE y KREMER-KHÖNE (1987) utilizaron el método descrito por Darvas para inyectar paltos cv. Hass, lo hicieron con paclobutrazol (1 por ciento de i. a.) disuelto en metanol en un brazo por árbol, mientras que el testigo fue inyectado con metanol puro.

En manzano, la formulación de concentrado emulsible de paclobutrazol tuvo efecto sobre la inhibición del crecimiento, al igual que la solución en metanol o etanol. Sin embargo, cuando se usa el alcohol como disolvente fue posible aumentar las dosis de paclobutrazol en solución de 2000 a 10000 mg/litro (STERRETT, 1985).

En paltos, SILVA (1993) usa cuatro inyectores por rama en dosis de 0.2, 0.3 y 0.4 gr i.a. de

Cultar por m² de silueta, las que fueron disueltas en agua hasta completar 20cc de solución.

Esta misma autora señala que con las inyecciones de Cultar disueltas en agua es mínima la cantidad de producto que penetra al árbol, ya que se obstruyen los inyectores y los vasos xilemáticos colapsan.

El flush de crecimiento de primavera disminuye significativamente con la inyección de paclobutrazol (1% disuelto en metanol), incrementando también la retención de fruta (KHÖNE y KRENER-KHÖNE, 1987).

Así mismo, se logra una inhibición del crecimiento en forma consistente con dosis de 8-10 mg/árbol en Acer rubrum L., Platanus occidentalis L. y en Fraxinus americana L. con dosis 40 mg/árbol (STERRETT, 1985).

La respuesta a las aplicaciones foliar e inyección de paclobutrazol es más rápida que las aplicaciones al suelo, la que toma cuatro a ocho semanas en manifestar los primeros síntomas de amarillamiento y caída de hojas (KHÖNE y KREMER-KHÖNE, 1987; 1990; 1992).

En manzanos rojos la inhibición del crecimiento ocurre 27 días después de la inyección (STERRETT, 1985) y, en palto se detecta el efecto sobre el crecimiento después de dos semanas de la aplicación al suelo. Sin embargo, esto depende de la planta, condiciones climáticas, fenología, etc (KHÖNE, 1992).

La inyección para retardar el crecimiento requiere de un tronco de un diámetro y condiciones idóneas. Además, el producto debe estar disuelto en xilol, aun cuando este método no ha tenido resultados convincentes (KHÖNE, 1992).

2. 5. Generalidades respecto a, incisiones anulares:

El anillado consiste en la remoción de un cilindro completo de floema (corteza) alrededor de una rama o tronco, de un ancho variable (NOEL, 1970; BURMESTER, 1982; MUÑOZ y VALENZUELA, 1983), por lo que la doble incisión anular es la misma operación, sólo que mucho menos ancha, repetida dos veces y sin remover la corteza.

2.5.1. Fundamentos fisiológicos:

Esta operación incrementa los materiales elaborados por la planta y los promotores del crecimiento sobre el anillo (LAHAV, GEFER y ZAMET, 1971a) y detiene el movimiento de fotosintatos hacia las raíces (TOUMEY, 1980).

Dependiendo del tiempo que 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 (TOUMEY, 1980),

El anillado causa una elevación muy deseable del nivel de almidón y reducción de

azúcares, y una disminución del N en la copa de los árboles, mientras un cambio opuesto ocurre en las raíces (BLUMENFELD *et al.*, 1975). Por otra parte, estudios israelitas (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1972) señalan que al analizar el contenido mineral de las hojas de ramas anilladas de palto, estas muestran desviaciones en su composición hasta uno y dos años después, ya que los niveles de N, Ca, Mg y Mn son bajos, aún cuando sus hojas no presentan clorosis. TOMER (1977) concuerda con esto, ya que encuentra bajas concentraciones de N, P, K y Ca, en contraste al alto nivel de carbohidratos (especialmente almidón), en las ramas anilladas (hojas, corteza y madera). En cambio, RAZETO y LONGUEIRA (1986), sólo describen una disminución del Mn en hojas provenientes de árboles anillados en abril.

2.5.2. Efectos del anillado:

La incisión anular incrementa el número de flores en la rama anillada (LAHAV; ZAMET y TOMER, 1975), sin causar un mejoramiento visible en el desarrollo de los órganos femeninos de la flor (BLUMENFELD *et al.*, 1975) y sin alterar el porcentaje de defectos en las flores examinadas (TOMER, 1977).

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

Esta labor provoca un adelanto de casi un mes en la fecha de floración (LAHAV; ZAMET y TOMER, 1975; TOMER, 1977; BURNESTER, 1982; RAZETO y LONGUEIRA, 1986). Dicho efecto es más notorio al realizar el anillado en otoño, algo menos en invierno y nulo en primavera (BERGH, 1980, citado por BURNESTER, 1982).

El anillado no afecta el momento o la secuencia de apertura de flores femeninas y masculinas, pero sí incrementa la longitud del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (TOMER, 1977).

El anillado en otoño puede provocar un aumento del tamaño de los frutos ya cuajados en la primavera anterior (TICHO, 1971; LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

Otro efecto del anillado es aumentar la cuaja y prevenir la caída de frutos (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971a), llegando a aumentar la producción notablemente en árboles juveniles de cv. Hass (KÖHNE, 1992).

Se afirma que el calibre de la fruta cuajada, gracias al anillado realizado en prefloración, es mucho menor que el de los testigos (DÍAZ, 1979; LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971b; KÖHNE, 1992).

Muchos autores concuerdan en señalar que el anillado aumenta la producción de frutos sin semilla en el cv. Fuerte (LAHAV, 1970; TICHO, 1971; TOMER, 1977; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979; RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

La fruta de ramas anilladas tiene menor peso, lo que causa una demora en la cosecha (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971b). Además, la maduración se retrasa ya que las frutas

acumulan menos aceite que aquellas provenientes de ramas no anilladas (TICHO. 1971).

Con el anillado se produce una caída temprana de hojas, lo que a su vez adelanta la floración. Con posterioridad, hay una reducción en el crecimiento vegetativo, presentándose hojas cloróticas en verano, disminuyendo este efecto progresivamente en el tiempo (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1976; TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976).

En relación a las raíces, el anillado produce un fuerte stress que se manifiesta en una disminución del porcentaje de materia seca. También inhibe casi completamente el crecimiento de las raíces por un largo período, incluso una vez cicatrizado el anillo. Más tarde, el crecimiento recomienza (TOMER, 1977). En olivos, la herida provoca una disminución del crecimiento y absorción de agua y nutrientes durante el período en que permanece abierta (LAVEE, HASKAL y BENTAL, 1983).

Si el árbol está enfermo y es anillado se produce un debilitamiento, incluso la muerte de la rama anillada (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

2.5.3. Antecedentes de anillado:

En árboles estériles del cv. Fuerte, no ha sido posible hacerlos entrar en producción mediante el anillado (LAHAV, 1970).

Anillando árboles de los cvs. Fuerte, Nabal, Hass, Ettinger y Benik entre el mes de octubre a mayo (Hemisferio Norte), se obtiene una reducida respuesta. Así, en los cvs. 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 significativamente. Estos autores afirman que al anillar con un serrucho podador de 0.3 cm de ancho se produce un incremento en la cosecha, pero que es un 30% menor si se compara con los aumentos obtenidos con un anillo de 1.0-2.0 cm (LAHAV, GAFEN y ZAMET, 1971a). También señalan que se produce una reducción en el peso de la fruta en los cvs. Ettinger y Fuerte (LAHAV, GAFEN y ZAMET, 1976).

El anillado en el mes de junio sobre el cv. Fuerte (Australia), seis a ocho semanas antes de plena floración, no logró disminuir el número de paltines (TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976).

TICHO (1971), afirma que en cv. Fuerte el anillado de 1.7 a 2.5 cm realizado desde mediados de abril a principios de mayo (Hemisferio Sur), aumenta el tamaño de frutos ya cuajados.

El anillado en cv. Hass, realizado tres meses antes de floración, provoca un aumento del tamaño de los frutos que pronto se cosecharán. Sin embargo, el efecto en la temporada siguiente durante la floración es aumentar la cuaja y por lo tanto, disminuye el tamaño de los nuevos frutos (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975).

DÍAZ (1979) en Quillota, al anillar la variedad Nabal en los meses de junio y julio incrementó 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 resultó ser más eficiente que uno de 2.0 cm, aumentando desde 6.2% hasta 238.0% su producción en Kilos.

En un ensayo en cv. Fuerte, se determinó que el anillado efectuado en el mes de junio (antes de floración) no afectó el calibre de los frutos presentes en el árbol al momento de anillar, pero si se aumentó la producción total de fruta (BURMESTER, 1982) .

En un huerto de ocho años de cv. Negra de la Cruz se probaron dos fechas de anillado, abril y agosto, lográndose aumentar significativamente la floración y producción sólo con la labor realizada en abril (RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

En cv. Fuerte, los anillados realizados en prefloración (diciembre), plena flor (abril) y post floración (mayo) en el Hemisferio Norte, no muestran diferencias significativas en producción y en el número de frutos sin semilla (GREGORIOU, 1989).

En huertos de cv. Hass sobre Duke 7 de cuatro años de edad, plantados en alta densidad, anillados en septiembre con un ancho de 5 mm, se logró un aumento en la producción de un 60% (KÖHNE, 1992).

2.5.4, Procedimiento:

Al anillar se recomienda proceder con cuidado y elegir sólo árboles fuertes y sanos con insuficiente productividad. No debe realizarse el anillado en árboles débiles o con follaje de color verde pálido (LAHAV,1970; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979) ni en árboles maduros (TROCHOULIAS, 1973).

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

Es conveniente anillar una rama por año en un lugar sin nudos, volviendo a anillar en una temporada posterior en una nueva posición (TOUMEY, 1980) o en otra rama, para asegurar una buena respuesta (TROCHOULIAS, 1973).

Se recomienda anillar la 1/2 a 2/3 de las ramas del árbol (TICHO, 1971; DÍAZ, 1979), ya que es una práctica muy deteriorante, por lo que no es conveniente realizarla por tres años consecutivos (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971a). Así, BERGH (1980, citado por BURMESTER (1982) afirma que se debe dividir el árbol en tres 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 ROSENBERG (1991), recomiendan anillar anualmente 1/3 de las ramas.

BERGH (1980) señala que eliminar un ancho de corteza de 1.0 cm es suficiente, ya que en una faja de corteza de 3.0 cm la cicatrización es muy lenta.

Sin embargo, con ramas madres de 4.5 cm de diámetro, el ancho, según TICHO (1971) debería ser de 1.7 a 2.5 centímetros. Lo mismo plantea ALVAREZ DE LA PEÑA (1979), pero en ramas principales cuyo diámetro mínimo sea de 15 centímetros.

Se plantea un ancho de anillo de 0.6 a 1.2 cm dependiendo del tamaño de la rama

(TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976). LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971a y 1971b, sugieren un rango de ancho de 1.0 a 2.0 cm. Sin embargo, estos mismos autores (1971a), señalan que un ancho de 0.3 cm asegura una mejor y más rápida cicatrización.

Un anillo pequeño de 0.5 a 0.6 cm realizado a principios de abril (Hemisferio Norte), puede aumentar el grado de crecimiento de los frutos en formación y mejorar sus posibilidades de supervivencia (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

El anillado debe ser realizado dos a tres meses antes de la floración, ya que más cerca de este período sus resultados son variables (BERGH, 1980). Así, el mejor mes para realizar esta operación para el Hemisferio Sur es mayo (LAHAV, 1970; TROUCHOULIAS, 1973; TOUMEY, 1980).

En general, el anillado debe hacerse cuatro a cinco meses antes que florezca la variedad (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El anillado se realiza en ramas vigorosas, sobre la corteza que esté cambiando de color (con estrías), dejando dos a tres ramas laterales vigorosas, sobre las cuales se realiza el corte (KHÖNE, 1992).

Si el objetivo es lograr floración en árboles que están en estado juvenil, el anillado se debe realizar tres a cuatro meses antes de la floración, momento en el cual se afectaría la inducción (KHÖNE, 1992).

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 de callo. Las células superficiales no afectadas de la herida, inician un aumento de tamaño sobrepasando a sus similares (hipertrofia) y después de uno a 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, 1983).

La mayor o menor facilidad de cicatrizar varía de acuerdo a la especie frutal, vigor del árbol, época en que se produzca la herida, medio ambiente y, según los tratamientos que se realicen sobre la herida para facilitar este proceso, pudiendo o no regenerarse el tejido vascular y así restablecerse el movimiento de elementos a través de él (NOEL, 1970; HARTMANN y KESTER, 1983).

Mientras más angosto sea el corte, mejor y más rápida es la cicatrización (LAHAV, 1970; LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975), o sea, que a mayor anchura la cicatrización es muy lenta pudiendo producir la muerte de la rama (BURMESTER, 1982).

El anillado realizado en mayo logra la cicatrización en la mitad del tiempo que el realizado hacia fines de agosto (plena, floración). Está en discusión si la cicatrización es más rápida en

otoño (mayo) que en invierno (agosto), debido a las temperaturas más altas (TICHO, 1971; ALVAREZ DE LA PEÑA, TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) y GREGORIOU (1989), señalan que el corte sana a los tres meses, durante los tres años siguientes.

Al anillar con un ancho de 0.3 cm en noviembre (Israel), el 85% del área de la herida cicatriza a los tres meses de practicado el corte (LAVAH et al., 1971b).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Ubicación y duración:

Este ensayo se realizó entre el 10 de marzo de 1993 y el 13 de enero de 1994, en el predio de la Sociedad Agrícola Huerto California Ltda., en San Isidro, provincia de Quillota, V Región, Chile (32°50' latitud sur y 71°13' longitud oeste).

El cuartel de Hass en cuestión se encuentra en la parte baja de los faldeos del cerro San Isidro, con una exposición noroeste. Esto le confiere la cualidad de estar libre de heladas.

3.2. Definición de 1a 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 Köeppen, QuiIloa corresponde a un clima templado cálido con estación seca prolongada de siete a ocho meses (MARTÍNEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por tener una temperatura media mensual mayor a 10°C por más de cuatro meses (MARTÍNEZ, 1981), NOVOA et al. 1989) lo reafirma, ya que estima que la temperatura media anual es de 15,3°C, 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 3700 grados días, y base 10°C, 1900 grados días.

El período aprovechable libre de heladas para Quillota corresponde a nueve meses, desde septiembre a mayo (NOVOA et.al . , 1989). Se registran temperaturas inferiores a 0°C en los meses de invierno, pero son de corta duración (MARTÍNEZ, 1981). Pero la ubicación y exposición del huerto le da las características de tener muy pocas probabilidades de heladas, lo que se corrobora frente a la helada del invierno de 1993, que no produjo daño alguno a los paltos del ensayo.

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 1361 mm, con una máxima mensual de 219,3 mm (diciembre) y un mínimo de 36,1 mm (Junio) (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 (MARTÍNEZ, 1981).

3.2.2 Suelo:

El suelo es de origen coluvial ubicado en el piedmont, de pendiente moderada, formado a partir de sedimentos graníticos proveniente 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, de permeabilidad moderada y buen drenaje.

5.3 Material vegetativo:

La plantación del cuartel se realizó en 1969, siendo con un marco de plantación final de 12 m sobre la hilera y de 8-12 m entre hilera con curvas de nivel. El material usado es palto cultivar Hass sobre portainjerto de semilla Mexícola.

El cuartel, al cabo de 22 años de edad se comenzó a rebajar en dos etapas, previo tratamiento con ácido fosforoso e hidróxido de potasio inyectados al tronco al 20% en los árboles enfermos con Phytophthora. El rebaje se realizó con motosierra cortando desde ramas más externas hacia las principales, volviendo hasta quedar con el tronco madre y dos a tres brazos principales con una altura total desde el nivel del suelo de 120 a 140 centímetros.

El primer rebaje de árboles se realizó en enero de 1991 sobre aproximadamente el 50% de la superficie, el resto, se realizó en un segundo rebaje en enero de 1992

Posterior a cada rebaje se pintaron los troncos con látex blanco para evitar daño por sol y dejando durante el flush de otoño una brotación libre, al cabo del cual, se eliminaron los

brotos mal ubicados o de mala inserción, dejando no más de dos brotes por rama principal.

AL momento del ensayo los árboles elegidos tienen un año dos meses y dos años dos meses de rebajados, los cuales han sido dejados crecer libremente.

El sistema de riego utilizado es microaspersión, el cual, consta de un emisor por planta de 60 l/hora. La frecuencia del riego está determinada por una batería de tensiómetros marca "IRROMETER" ubicados dentro del área de las raíces y donde moja el emisor.

Estos árboles no han recibido ninguna fertilización después de ser rebajados.

Se eligieron 36 árboles, de los cuales 18 correspondían a la primera fecha de rebaje y 18 a la segunda, del total 12 eran testigos. En total se realizaron seis tratamientos con tres repeticiones.

Los árboles se seleccionaron tomando en cuenta en primer lugar que estuviesen sanos. Luego se buscó de acuerdo a un vigor y tamaño homogéneo.

Para determinar el tamaño de los árboles se midió la altura y ancho, se promedió y se determinaron los metros cuadrados de silueta, aceptando un rango del 10% de variabilidad.

Para determinar el vigor se contó el número de ramas y se midieron sus diámetros. Se eligió aquel árbol que tuviera entre siete a ocho, y que a lo menos tres de ellas tuvieran diámetros aproximados de 5 cm y 8 cm en la base, según edad.

Luego, se marcó los palto escogidos y la asignación de cada tratamiento se realizó completamente al azar. Cada tratamiento se realizó sobre tres ramas homogéneas, erectas y opuestas.

La fecha de la aplicación de los tratamientos fue desde el 29 al 31 de marzo de 1993. El estado fenológico del palto en ese momento era inicio del flush de otoño.

3.4. Tratamientos:

Los tratamientos son los siguientes:

- Testigo seco:

TO Sin aplicaciones.

- Testigo húmedo;

Ti Se inyectaron 15 cc de metanol por rama.

- Anillado:

T2 Anillado de dos milímetros.

- Doble incisión anular:

T3 Doble incisión anular a un centímetro.

- Inyecciones de Cultar:

T4 0.25 cc i.a. de Cultar/ m² de silueta.

T5 0.5 cc i.a. de Cultar/ m² de silueta.

Se anilló con anillador sudafricano de 2 mm de ancho en la base de la rama y hasta interrumpir los vasos floemáticos.

La doble incisión anular se realizó con dos sierras separadas a un centímetro, cortando la corteza hasta el tejido floemático, sin dañar xilema.

Los orificios para la inyección fueron hechos con un taladro manual con una broca para madera.

El Cultar usado estaba formulado al 25% de i.a. (paclobutrazol) y fue disuelto al 25% en metanol. Inyectando la solución con inyectoros uno por rama y tres por árbol.

3.5. Mediciones:

Para las mediciones se seleccionó cuatro ramillas por árbol marcadas el 15 de marzo, tres de 20 a 30 cm en posición terciaria, en la rama, a la altura del hombro y una apical en posición secundaria, en la rama, sobre los 2.5 m de altura.

Las primeras ramillas se eligieron del crecimiento del flush estival del año anterior (brote maduro) cuyas yemas apicales tuvieran 0.5-0.6 mm, y las segundas ramillas, se escogieron aquellas que estuvieran en un activo crecimiento.

Las mediciones comenzaron el 16 de abril de 1993, semanalmente y consisten en:

3.5.1. Crecimiento de primavera y verano:

- Efecto en la tasa de crecimiento.

Se midió semanalmente el crecimiento en un brote secundario haciendo una marca con lápiz pasta a 2 cm del ápice. Así se midió la longitud del brote con un pie de metro.

- Efecto en el grado e intensidad de brotación.

Se midió semanalmente el crecimiento en un brote terciario haciendo una marca con un lápiz a 2 cm del ápice de la yema apical.

3.5.2. Diferenciación:

- Momento de diferenciación.

Se observó mensualmente indicios de diferenciación floral en las yemas de palto, además se describió con análisis de yema realizados por A. González el grado de diferenciación, ubicándolas mensualmente y apoyados por el taller de Angélica González con análisis de yemas.

- Número de yemas florales versus yemas totales.

Esta medición se realizó el último viernes de agosto. Se tomaron los primeros 15 cm de tres brotes laterales (terciarios) y se contó el número de yemas totales. Con posterioridad se contaron las yemas florales ya diferenciadas.

3.5.3. Floración:

- Grado de floración de ramas marcadas.

Se midió semanalmente, desde el 15 al 30 de septiembre, el grado de floración general en cada una de las ramas marcadas usando la siguiente escala de categorías en base a ramillas florecidas:

- 1 = 0 - 25 %
- 2 = 26 - 50 %
- 3 = 51 - 75 %
- 4 = 76 - 100 %

Conjuntamente a lo anterior, se tomó siete brotes en la vertical del brote terciario y se contabilizó el número de panículas en los primeros 15 centímetros.

- Intensidad de la floración.

Las mediciones se hicieron desde el 15 de septiembre hasta el 27 de octubre. Se midió el número de flores de cada panícula apical y se usó la siguiente escala;

- 1 = 0 - 60 flores/panícula
- 2 = 61 - 120 flores/panícula
- 3 = 121 - 180 flores/panícula
- 4 = + 181 flores/panícula

Esta escala se utilizó ya que la floración de los tallos es muy desuniforme en cuanto al número de flores y al tiempo que dure ésta.

- Abertura floral.

Como la duración de floración es bastante relativa, se tomó el inicio de floración como parámetro para estimar el momento de floración. Para esto se contabilizó el número de panículas apicales de los brotes marcados que presentaron a lo menos un 5% de floración.

3.5.4.- Frutos.

El 15 de enero se contó el número de frutos cuajados por rama de tratamiento que estuviesen dentro de un marco cuadrado de un m², usando como parámetro la ubicación de la ramilla terciaria marcada.

3.6. Diseño Estadístico:

En relación al diseño estadístico corresponde a un diseño completamente al azar con submuestreo, con 4 tratamientos, tres repeticiones y dos testigos (uno seco y otro húmedo).

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

Para el análisis de variables de grado de floración general del árbol y de intensidad en la panícula apical de las ramillas marcadas, se utilizó el test no paramétrico de Kruskal Wallis con una probabilidad de error del 5 por ciento.

El test de Kruskal Wallis entrega como resultado el grado de floración más repetitivo en cada tratamiento, dando a conocer en forma indirecta lo que sucedió en la floración en cada tratamiento.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Generalidades:

4.1.1. Testigo húmedo;

El tratamiento de inyección al tronco con metanol (testigo húmedo), produjo un efecto gradual acropétalo que se manifestó tres días después de la aplicación. Se observó un pardeamiento alrededor de los haces vasculares de las hojas, produciéndose una caída foliar casi total de las ramas aplicadas. Este mismo fenómeno es descrito por KÖHNE y KREMER-KÖHNE (1990), señalando que la fitotoxicidad estaría causada por el solvente usado (metanol) más que por el paclobutrazol.

Por el hecho descrito anteriormente, se discontinuaron las mediciones de crecimiento, brotación, floración y cuaja para el tratamiento en cuestión en las ramas marcadas (T1).

Los resultados de los tratamientos fueron analizados estadísticamente, teniendo sólo como testigo a los árboles no tratados (T0).

4.1.2. Anillado:

Se observó una vez hecha las incisiones, que existe un precipitado de color blanco alrededor de la herida la cicatrización se inició con la formación de 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 en los tipos de incisiones anulares (T2 y T3), siendo en promedio de dos meses en el caso de la doble incisión anular (T3) y de tres meses y medio en el anillado de 2 mm (T2). Esto es similar a lo expresado por BURMESTER (1982); LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a); TROCHOULAS y O'NEILL (1976) que agregan además que a medida que aumenta la temperatura, la cicatrización es más acelerada. Por lo tanto, el anillado en marzo, presenta la ventaja de tener mayores temperaturas en relación al invierno.

La diferencia entre las fechas de cicatrización de los dos tipos de anillados (T2 y T3), determina el tiempo que se demoraron en reanudar el flujo floemático, y por ende, restablecer el equilibrio en la planta.

Con respecto al flush vegetativo de verano, se observó visualmente una gran brotación, no sólo de las yemas apicales, sino también de yemas laterales a lo largo de las ramillas. Al final del flush estival, el resultado fue una gran cantidad de brotes cortos a lo largo de las ramas tratadas.

Al anillar se incrementan los contenidos de elaborados esenciales de las plantas y las sustancias del crecimiento en los brazos anillados (LAVAT, GEFEN y ZAMET, 1971a). Así, los niveles de carbohidratos suben en un primer momento (STEPHENSON, GALLAGHER y RASMUSSEN, 1989) junto a hormonas producidas en las hojas y puntos del crecimiento. La auxina, que es la hormona de la dominancia apical y que se produce en los puntos de crecimiento activo (TAIZ y ZEIGER, 1991), también se comienza a acumular sobre el corte. Lo anterior, junto a los mayores contenidos de carbohidratos y hormonas, provoca que las yemas laterales que se encontraban inhibidas o durmientes broten. Estos crecimientos tienden a ser cortos pues las reservas acumuladas sobre el anillo bajan rápidamente (STEPHENSON, GALLAGHER y RASMUSSEN, 1989) y las temperaturas bajas inhiben el crecimiento vegetativo en verano (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993).

En las ramas anilladas, debajo del corte, durante el flush de primavera brotaron yemas latentes en forma vigorosa, las cuales fueron desbrotadas. Esta emisión de brotes, es descrita por WHILEY et al. (1988), señalando que el palto por su naturaleza tenderá a crecer vigorosamente, ya que es una especie que está predispuesta a crecer.

Finalmente, durante la floración se produjo una caída de hojas, siendo la del anillado de 2 mm (T2) mucho más severa que de la doble incisión anular (T3). Se observó que las hojas tomaron coloraciones verde-claras y las ramas anilladas tuvieron un aspecto decaído antes de la caída de hoja.

Existe un estudio en el cual se ha identificado una llave del mecanismo homeostático que compensa los cambios fisiológicos en los tejidos, causados por un número de diferentes stress abióticos. Cualquier stress que suprime el crecimiento o causa la disminución drástica de los niveles de carbohidratos resulta en una acumulación de amonio en las hojas, si no son capaces de detoxificarse se produce una abscisión de la hoja, ya que altas concentraciones de amonio causa muerte celular y de tejidos (LOVATT, 1987).

El resultado, al disminuir la canopia es la disminución de capacidad fotosintética del árbol, lo que provee menos carbohidratos y energía para el crecimiento, mantención, reparación y reproducción (LOVATT, 1987).

En relación a la amarillez de las hojas se puede pensar de que sea alguna deficiencia. RAZETO y LONGUEIRA (1986), quienes describen la misma sintomatología, al hacer un análisis foliar no detectaron diferencias significativas en cuanto a los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre y zinc, sólo encontraron que los niveles de manganeso fueron menores. En cambio, LAHAV, GEFEN y ZAMET (1972) con esta misma sintomatología encontraron una disminución en el contenido de nitrógeno, calcio, magnesio y manganeso. No existe una experiencia clara al respecto.

4.1.3. Cultar:

Existió un caída de hoja similar, pero mucho más leve que la sufrida por el testigo húmedo

(T1), que se localizó en las ramas cercanas y sobre el punto de inyección con Cultar. Esto se produce por el efecto del metanol, que produce una fitotoxicidad y abscisión de hojas (KÖHNE y KREMER-KÖHNE, 1990). Así también, se puede deducir que el producto es inyectado y absorbido por el tejido xilemático, traslocado acropétalmente hacia los puntos de crecimiento.

Se observó una sintomatología al cabo de cinco semanas aproximadamente después de la inyección con Cultar, en una intensidad más bien leve en relación al testigo, con hojas redondeadas, enroscadas y un follaje relativamente más oscuro, especialmente hacia la base del árbol. Esta misma sintomatología es descrita en diferentes ensayos por KÖHNE y KREMER-KÖHNE (1987, 1989), KÖHNE (1988) y otros autores.

El producto inyectado al tronco, al parecer se trasloca y se activa relativamente más rápido que otros, casi comparable con aplicaciones al follaje como los descritos por SILVA (1993). Así, el tiempo que demore el producto en hacer efecto depende de la distribución de las raíces, rango de transpiración y flujo vascular (LEVER, 1986).

4.2 Diferenciación de yemas:

A fines de mayo se observaron los primeros indicios de diferenciación en las ramas anilladas (T2) y las de doble incisión anular (T3), con yemas laterales y apicales hinchadas. En forma visual se pudo apreciar aproximadamente un 20% y un 10%, respectivamente, de yemas diferenciadas en paltos rebajados en enero del '91, y algo menores en paltos rebajados en enero del '92. El resto de los tratamientos no presentó ningún grado de diferenciación.

Tanto en paltos rebajados en enero del '91 como en enero del '95, a fines del mes de junio se presentó aproximadamente un 50% de diferenciación en ramas anilladas (T2), 30% en ramas con doble incisión (T3) y un 5% en el resto de los tratamientos (T0, T4 y T5).

En paltos rebajados en enero del '91, a fines del mes de julio existe aproximadamente un 70% de diferenciación en ramas anilladas (T2), 40% en ramas con doble incisión (T3) y un 10% en el resto de los tratamientos (T0, T4 y T5), no existiendo diferencias visuales entre ellos. En cambio, en paltos rebajados en enero del '92 los porcentajes observados fueron un 50% para el anillado (T2), 40% para la doble incisión (T3) y del 5% en el testigo (T0) e inyecciones de Cultar (T4 y T5).

Se observó diferencias respecto a la orientación de las ramas en el estado de diferenciación, siendo especialmente notables en el testigo (T0) y aplicaciones de Cultar inyectadas al tronco (T4 y T5). Así, las ramas que están hacia el lado norte (mayor exposición al sol) siempre presentaron una mayor diferenciación a las orientadas en otros sentidos. Este mismo fenómeno se presentó mucho más atenuado en los tratamientos de anillado (T2) y doble incisión anular (T3).

4.2.1 análisis histológico de yemas:

el informe de diferenciación de yemas apicales de brotes con hojas maduras en paltos rebajados en 1991, medidos con análisis histológico entre el 4 de mayo al 5 de julio (04-05/

01-06/ 0507), es el siguiente:

- Las yemas del Testigo (T0) presentaron en el mes de mayo un estado completamente vegetativo, a lo más un meristema axilar con brácteas, que no implica diferenciación floral.

En el mes de junio el 100% de las muestras presentó un estado completamente vegetativo, pero con primordios foliares en los meristema apicales y axilares.

Finalmente en el mes de julio, el 100% de las yemas muestran sus meristemas apicales en estado vegetativo, pero en los meristemas axilares se encontró primordios florales en los diferentes estados del desarrollo, observándose muestras desde un estado muy reciente a una con primordios de flores con eje central y racimos en un estado avanzado de desarrollo (Figuras 1 y 2).

- Las yemas del anillado de 2 mm (T2), presentaron en el mes de mayo un 33% de muestras completamente vegetativas con primordios foliares en el meristema apical, el resto presentó primordios florales en algunos de los meristemas axilares en diferentes estados de desarrollo y primordios foliares en los meristemas apicales, incluso una muestra presentó en el meristema apical un primordio claramente floral.

En el mes de Junio, también un 33% de las muestras se mostró completamente vegetativas con primordios foliares en el meristema apical, el resto de las muestras mostraron meristemas axilares con diferentes niveles de diferenciación floral y con el central siempre vegetativo con primordios foliares.

Finalmente, en el mes de julio el 100% de las muestras se encontraron en un estado de diferenciación floral, teniendo en su mayoría un meristema apical vegetativo con primordios foliares y con uno o más meristemas axilares con primordios florales, incluso existe una muestra con todos sus meristemas en estado floral y con primordios foliares en un mismo meristema (Figuras 3 y 4).

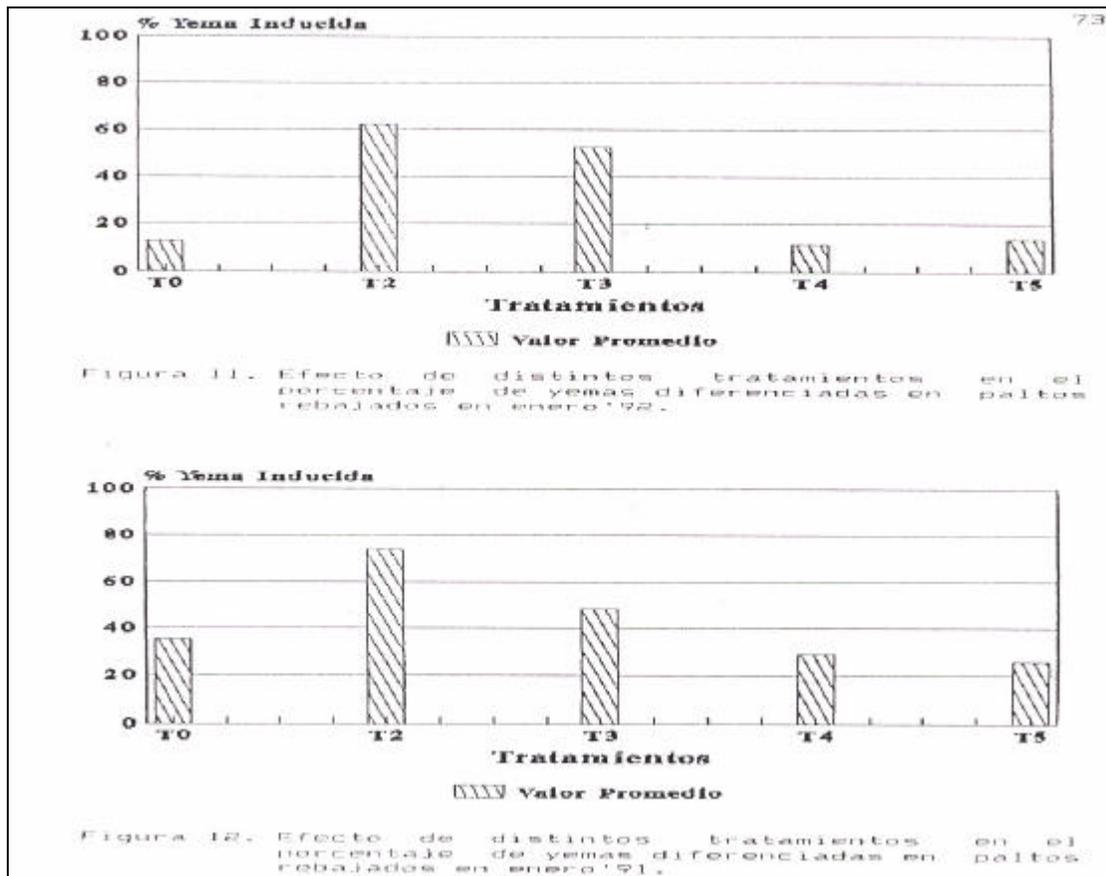
- En las yemas de la doble incisión anular (T3), durante el mes de mayo presentó un 100% de las muestras un estado vegetativo, con sólo estados incipientes de primordios foliares,

En el mes de junio, el 33% de las muestras presentaron un estado de desarrollo vegetativo. El resto de las muestras mostró sus meristemas apicales vegetativos con o sin primordios foliares y a lo menos un meristema axilar con primordios florales.

Finalmente, en el mes de julio, el 100% de las muestras presentó un estado floral de diferenciación. Se encontraron primordios florales en diferentes estados de desarrollo en los meristemas axilares y generalmente estados vegetativos en los meristemas apicales (Figuras 5 y 6).

- Las yemas de la inyección con Cultar en dosis de 0,25 gr/m² de silueta (T4), presentaron en el mes de mayo un estado completamente vegetativo con muy bajo grado de diferenciación, a lo más un meristema apical con primordios foliares.

En el mes de junio, el 100% de las muestras presentó un estado completamente vegetativo, no encontrándose ningún grado de diferenciación.



Finalmente en el mes de julio, un 33% de las muestras no presentó ningún grado de diferenciación. El resto reveló meristemas apicales vegetativos con primordios foliares y uno o más meristemas axilares con primordios florales en distintos estados de desarrollo (Figuras 7 y 8).

- Las yemas de la inyección con Cultar en dosis de 0,50 gr/m² de silueta (T5), presentaron en el mes de mayo un estado completamente vegetativo con bajo nivel de diferenciación, con esbozos de primordios foliares en el meristema apical en una de las muestras.

En el mes de junio, el 66% de las muestras permanece en un estado vegetativo con meristemas con primordios foliares. Se apreció una muestra con meristema axilar floral.

Finalmente, en el mes de julio un 33% de las muestras presentó un estado vegetativo con primordios foliares en el meristema apical, el resto muestra meristemas apicales vegetativos con primordios foliares y uno ó más meristemas axilares con primordios florales en distintos estados de desarrollo (Figuras 9 y 10).

Así, los tratamientos con Cultar inyectado no presentaron diferencias en cuanto al grado de diferenciación, ni en la evolución de las yemas con respecto al testigo.

En cambio, existe un claro efecto del anillado de 2mm (T2) y la doble incisión anular (T3) sobre el adelanto en el desarrollo de primordios foliares, notándose más temprano los avances en la diferenciación.

Se observa también, que los distintos tipos de anillado (T2 y T3) tienen una proporción relativamente mayor al testigo de yemas diferenciadas.

Existe una mayor cantidad de yemas no diferenciadas en el caso del testigo y las aplicaciones de Cultar.

En las muestras descritas, se observa que los tipos de anillados presentan frecuentemente meristemas apicales con primordios florales, lo que según SCHRODER (1953) no es muy normal, ya que dará panículas de crecimiento determinado.

Se desprende por lo tanto, que no existió ningún grado de efecto que favoreciera la inducción o diferenciación en los paltos rebajados aplicados con Cultar inyectado. Resultados similares obtuvieron en el cv. Negra de la Cruz RAZETO y LONGUEIRA (1986), los cuáles en la primera temporada no observaron un aumento de la producción con aplicaciones de Cultar al suelo.



Figura 1. Yema terminal del testigo (T0) (1 junio). Se observa un meristema apical vegetativo con primordios foliares (a), rodeado por brácteas (b) . Los meristemas axilares (c) presentan diferentes grado de elongación.

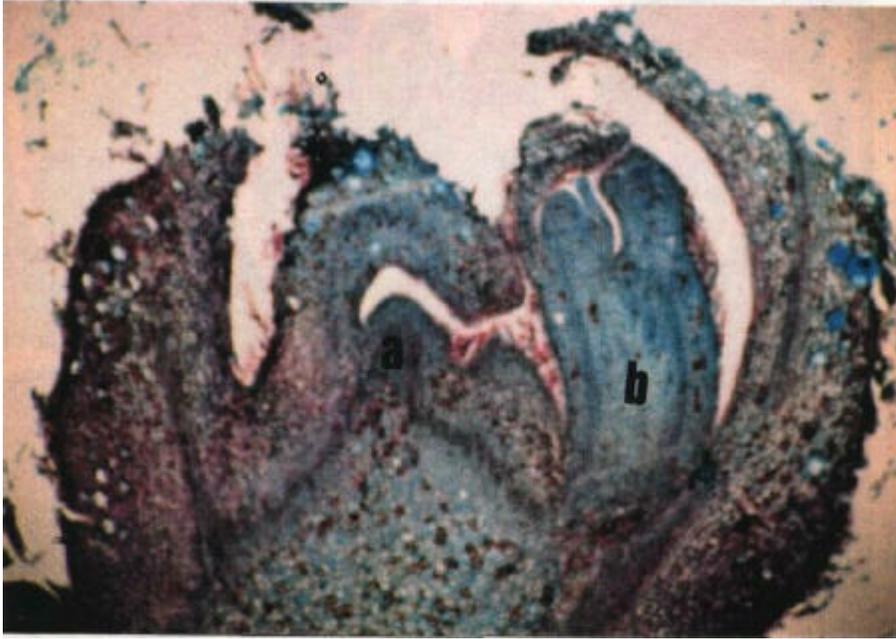


Figura 2. Yema terminal del testigo (T0) (5 julio). Se observa un meristema apical vegetativo (a) y un meristema axilar (b) con primordio floral.

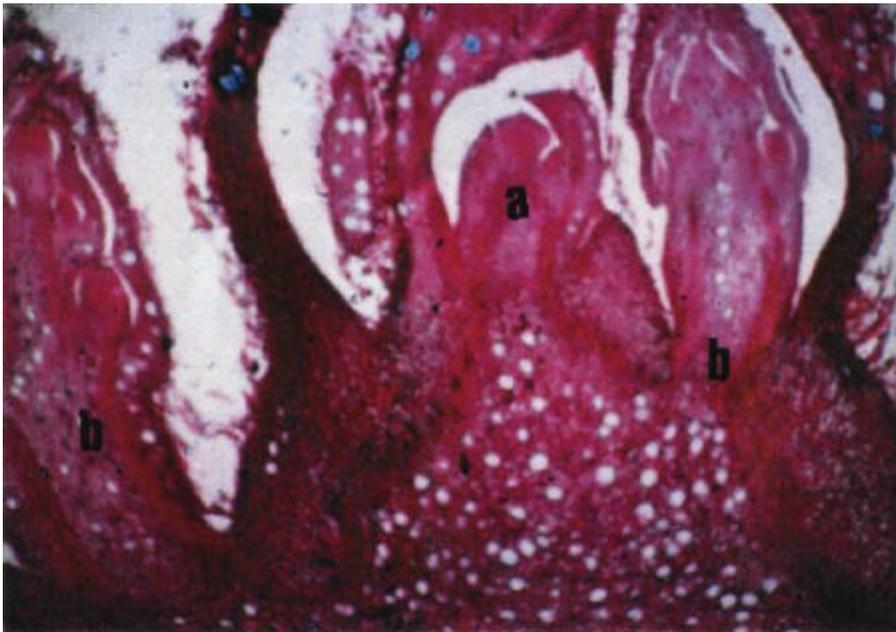


Figura3. Yema terminal del anillado 2mm (T2) (1 jun.). Se observa el meristema apical vegetativo con primordios foliares (a), con 2 meristemas axilares (b) con primordios florales.



Figura 4. Yema terminal del anillado 2mm (T2) (5 jul). Se observa claramente primordios florales en todos los meristemas. Se muestra un rudimentó de periantó en los tres meristemas.

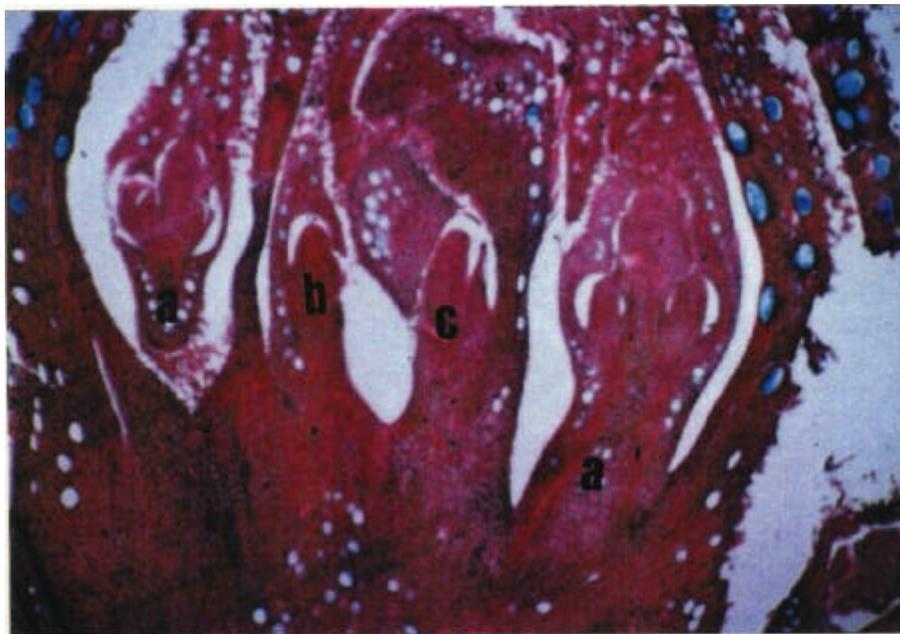


Figura 5. Yema apical de doble incisión (T3) (1 jun.). Se observa flores diferenciadas en los meristemas axilares (a), no se alcanza a distinguir órganos florales. El meristema apical (b) y también uno axilar (c) son vegetativos.



Figura 6. Yema apical de doble incisión (T3) (5 ju1.). Se observa un meristema axilar diferenciado (a), meristema apical vegetativo (b) y otro axilar en un estado incipiente (c).



Figura 7. Yema apical de Cultar (T4) (4 mayo). Se observa primordios foliares en el meristema apical (a), rodeado de un par de brácteas (b), Entre bráctea y escama (d) se muestra un meristema axilar indiferenciado (e).

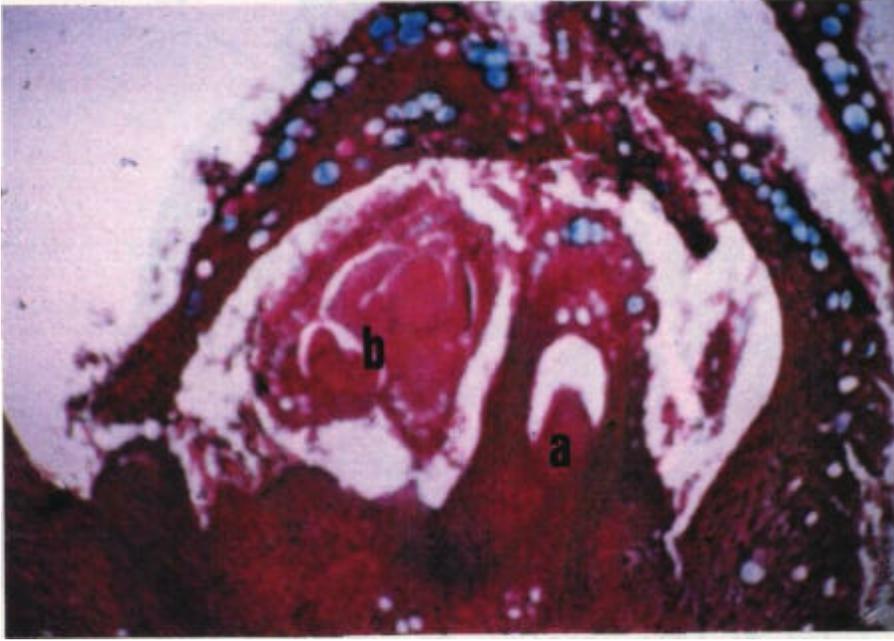


Figura 8. Yema apical de Culcar (T4) (5 Jul.). Se observa un meristema apical (a) no diferenciado y esbozos de primordios florales en meristema axilar (b).

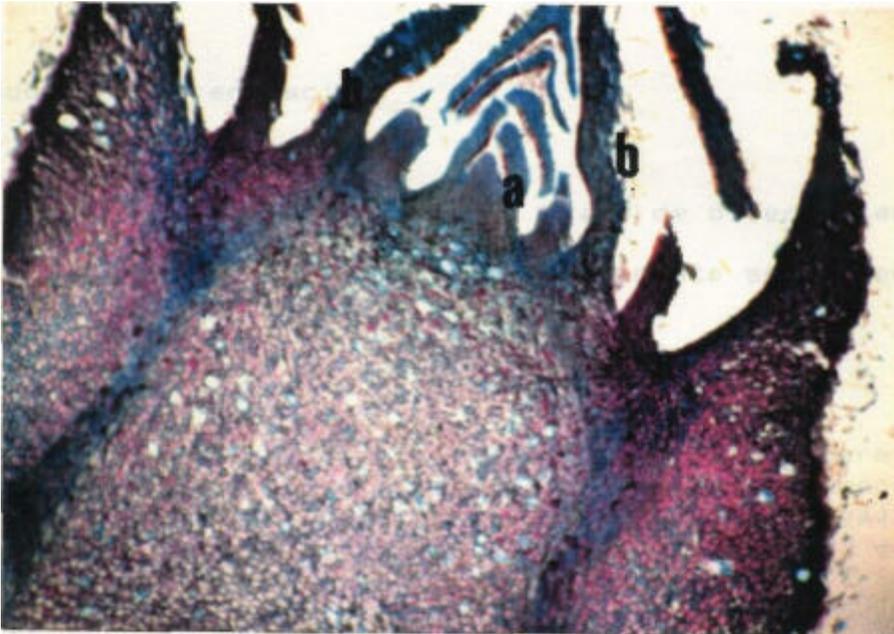


Figura 9. Yema apical de Culcar (T5) (4 may.). Se observa una muestra totalmente vegetativa, con un meristema apical con primordios foliares (a) y una serie de brácteas (b).



Figura 10. Yema apical de Cultar (T5) (5 jul.). Se observa un primordio floral en un estado muy avanzado de desarrollo, se tiene un eje (a) con brácteas (b), primordios de pétalos (c) y primordios sexuales (d).

4.2.2 Grado de diferenciación:

Los resultados de las mediciones del grado de diferenciación (Anexo 1) realizadas desde el 23 al 27 de agosto se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Influencia de los distintos tratamientos sobre el promedio de yemas diferenciadas en los primeros 15 cm de los brotes de palto cv. Hass rebajados hace uno y dos años, medidos desde el 23 al 27 de agosto de 1993.

EDAD	TRATAMIENTOS	Nº DE YEMAS PROMEDIO/45 CM
1	T0: TESTIGO	5,22 a
	T2: ANILLADO 2mm	24,46 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	22,56 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	4,67 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	5,78 a
2	T0: TESTIGO	15,67 ab
	T2: ANILLADO 2mm	34,78 ab
	T3: DOBLE INCISIÓN	21,67 ab
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	13,56 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	11,89 a

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

En este Cuadro se puede observar que existe un claro efecto del anillado de 2mm (T2) y la doble incisión anular (T3) en el grado de diferenciación de las yemas a lo largo de los brotes, sólo en los paltos rebajados en enero del '92. Esta significancia de los tipos de anillados (T2 y T3) se nota claramente en el porcentaje de las yemas totales que son frutales, siendo en el caso de los árboles rebajados hace un año de 61,73%; (T2) y 52,32% (T3) respectivamente, versus al testigo con 12,47 (Figura 11).

En cambio, no existe ningún tratamiento con efectos significativos en el grado de diferenciación en los paltos rebajados en enero'91. Existen sólo diferencias válidas entre el anillado de 2 mm (T2) y la inyección con Cultar con ambas dosis (T4 y T5). En términos porcentuales (Figura 12), el anillado de 2 mm alcanza un 73,47%, la doble incisión anular 48,37%; y el testigo 35,25%.

En primer lugar, cabe destacar que a un mes de la floración ya se encuentra definido el porcentaje de yemas potencialmente florales (ver 4.2.1.) variando sólo en el grado de diferenciación y desarrollo.

En relación al menor efecto de los anillados (T2 y T3) sobre la diferenciación en los paltos rebajados en enero'91, se piensa que se debe a que ellos ya se encontraban más equilibrados en cuanto al vigor, por lo que presentan naturalmente una adecuada inducción de yemas. Esto es reafirmado por BURMESTER (1982) y LAHAV (1970), quienes señalan que los mejores resultados lo obtuvieron en paltos con mucha carga frutal, ya que en árboles que presentaban poca fruta van naturalmente a un año de alta producción.

RAZETO y LONGUEIRA (1986) señalan que la mayor floración y el consecuente aumento de la producción, obedece a un efecto positivo sobre la inducción o diferenciación floral.

Se estudia entonces, el posible mecanismo de la inducción y diferenciación, para discutir la razón del efecto de los distintos tratamientos.

En plantas tropicales y subtropicales, la formación floral es promovida por la sequía o bajas temperaturas seguidas de restauración de las condiciones climáticas favorables al crecimiento (LOVATT, 1987).

A pesar de que no existe una correlación significativa entre el contenido de reservas de las hojas y el número de flores, pero la disminución de carbohidratos provee evidencia que sugiere la existencia de un nivel umbral de almidón aprovechable para que ocurra una máxima floración (LOVATT, 1987).

GOLDSCHMIDT et al. (1982) y SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), citados por WHILEY y WOLSTENHOLME (1990) afirman que existe una correlación significativa entre las reservas (almidón) previas a la floración en la cantidad de producción en cítricos y paltos.

LOVATT (1987) sugiere que el mecanismo homeostático de la detoxificación de amonio a

través del incremento de la biosíntesis de arginina durante un déficit hídrico, bajas temperaturas, o cualquier stress, es esencial para la inducción floral. Para esto es importante determinar si la acumulación de amonio y el consecuente incremento de la biosíntesis de arginina son esenciales componentes de la inducción floral en paltos (LOVATT, 1987).

BLUMENFELD *et al.* (1975) señala que el anillado causa un aumento en el nivel de almidón y reducción de azúcares. Pero STEPHENSON, GALLAGHER y RASMUSSEN (1989), discuten que los carbohidratos sólo se elevan inmediatamente después del anillado, pues al final del flush de crecimiento en *Macadamia integrifolia* no presenta una significancia con el testigo, lo cual es lógico si se piensa en el gran desgaste que implica la gran brotación de brotes laterales que se produce (ver 4.1.2.), por lo que el autor señala que el efecto en el balance vegetativo se atribuye a la interferencia en la evolución de reguladores endógenos del crecimiento. Esto último es también afirmado por WHILEY y WOLSTENHOLME (1990), quienes señalan que el estímulo de la floración es probable que resulte de la actividad de sustancias endógenas.

Crecimientos tardes en la temporada producen una baja intensidad de floración, pero no una baja en el porcentaje de terminales florales (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990). Por lo tanto, existe evidencia sobre la influencia de las reservas en la diferenciación.

Además, TAPIA (1993) señala que el segundo flush es mucho más corto, ya que las temperaturas a partir de mayo caen siendo condiciones inhibitorias del crecimiento. Por lo tanto, los niveles de carbohidratos en la madera llegan a un mínimo después del crecimiento vegetativo, luego suben durante el invierno llegando a un máximo en floración (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

Con respecto al efecto del anillado en el sistema radicular, durante el período en el que no se ha cicatrizado el tejido floemático, las raíces continúan absorbiendo agua y nutrientes minerales que pasan a ser remanentes que son utilizados en la parte aérea. Sin embargo, luego sufren un cierto grado de inanición, por lo cual, se detiene el crecimiento de las raíces (WEAVER y NELSON, 1959). GOLINKA (1973), también en vid, demostró que la savia frutal es una rica fuente de giberelinas que provienen de las raíces, por lo que un importante efecto del anillado es la disminución del sinks competitivo para el crecimiento frutal. Más aún, BERGH (1975), citado por TOUMEY (1980) señala que el anillado es efectivamente una poda de raíces.

En relación al bajo resultado con Cultar, se señalan resultados similares por RAZETO y LONGUEIRA (1986). Al parecer el paclobutrazol no favorecería la inducción o diferenciación. Los niveles bajos de giberelina, producen una menor división y elongación celular (LEVER, 1986), por lo tanto una disminución como sinks fisiológico de la parte aérea.

Existe un descenso del crecimiento radicular desde mediados de enero hasta febrero. Esta disminución se puede deber a la competencia con el crecimiento vegetativo (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). Normalmente, el crecimiento radicular sufre un alza en su crecimiento a mediados de marzo, cayendo nuevamente en mayo (TAPIA, 1993). Al no existir fruta y al inhibirse el crecimiento vegetativo, el gran sinks sería el gran volumen radicular de los paltos rebajados, ya que las raíces son más prioritarias como sinks, que el almacenamiento (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). Por lo tanto, no

habría una gran cantidad de reservas, pero tampoco lo habría de otros fotosintatos.

Además, esta mayor renovación radicular (ARON, 1985; EARLY y MARTÍN, 1988) provoca un aporte mayor de los niveles de reguladores de crecimiento (giberelinas), los cuales no podrían ser inhibidos por el paclobutrazol. Esto explicaría también el efecto errático de la aplicación de paclobutrazol al suelo y follaje en esta época (SILVA, 1993), cuyos resultados se deberían a las dosis altas al suelo y a su relación con el grado de inhibición vegetativa.

Si se toma en cuenta, que la varianza en el grado de diferenciación (posteriormente expresada en floración y fructificación) es dependiente de la orientación y que se produce en la parte aérea, ya que fueron las ramas anilladas las que presentaron inducción y no el resto de ramas del mismo árbol. Finalmente, basado en experiencias de SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER (1985), se afirma que los niveles de carbohidratos que se acumulan de mejor manera en invierno en plantas anilladas y en los lados expuestos al sol, favorecen la diferenciación de yemas y que la inducción no es tan limitante. Sin embargo, se debe seguir estudiando para poder concluir alguna teoría valedera.

4.3. Crecimiento vegetativo:

4.3.1. Porcentaje de brotación;

El porcentaje de brotación calculado para los diferentes tratamientos se obtuvo de las mediciones del crecimiento de yemas terciarias (Anexos 2 y 3) al final de cada flush vegetativo. El análisis estadístico, señala que existió al 5% de significancia efecto de al menos uno de los tratamientos, en cada flush vegetativo y edad de rebaje de los paltos.

Si analizamos el porcentaje de brotación al 2 de julio en los paltos rebajados en enero '92 (Figura 13), se deduce claramente que en el flush vegetativo estival existe una diferencia porcentual entre los tratamientos con inyección al tronco de Cultar (T4 y T5) y el resto (T0 T2 y T3). Por lo tanto, se muestra una clara inhibición de la brotación estival con Cultar al cabo de un mes de la aplicación y en el crecimiento mediato de las yemas.

En relación al porcentaje de brotación del testigo y de las aplicaciones de Cultar, son consideradas relativamente normales en la estación primaveral (HERNÁNDEZ, 1991). Los resultados mayores de brotación (testigo y anillados), son concordantes con lo expresado por HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993), quienes hablan de un porcentaje de brotación en el crecimiento estival del 44,4%.

Los paltos rebajados en enero '91 (Figura 14) tratados con Cultar (T4 y T5), presentaron en el flush estival una brotación pobre de las yemas. También presentaron porcentajes algo menores en relación al testigo las yemas de paltos anillados (T2 y T3).

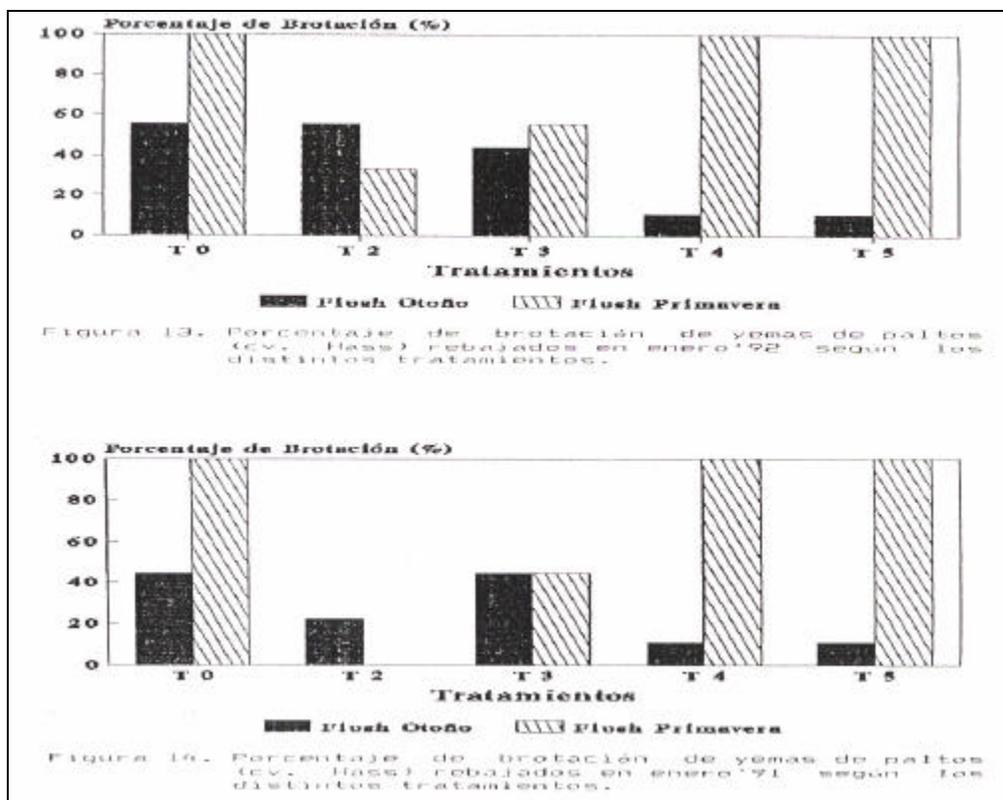
La menor brotación de árboles anillados de paltos rebajados en enero '91, se puede deber a que poseen un sistema radicular más equilibrado, por lo tanto un menor vigor, para enfrentar la mayor brotación lateral sufrida mediante el anillado.

En cambio, en el flush vegetativo de primavera las diferencias son claras respecto a los

tipos de incisiones versus el testigo y tratamientos con Cultar (Figura 13). Existe ahora, en los paltos rebajados en enero'92 una brotación pobre en la doble incisión anular (T3) y en el anillado de 2 mm (T2).

En el flush de primavera los paltos rebajados en enero'91 (Figura 14), presentaron una situación similar a los paltos más nuevos (enero'92), pero ésta vez el porcentaje de brotación del anillado (T2) fue nulo.

El resultado del anillado, especialmente el de 2 mm, es discutible. Aunque se reduce el crecimiento vegetativo, son las hojas del flush de primavera las encargadas de alimentar al fruto (WHILEY, 1990) determinando su calibre y es la protectora frente a un daño de golpe de sol.



4.3. Intensidad de brotación:

Los resultados de longitud de brote medidos al final del flush de crecimiento vegetativo de otoño (Anexo 2) se presentan resumidos según sus tratamientos en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Influencia de los distintos tratamientos sobre la longitud promedio de los brotes de palto cv. Hass rebajados hace uno y dos años, medidos el 2 de julio de 1993.

EDAD	TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO. CM
1	T0: TESTIGO	3,74 b
	T2: ANILLADO 2mm	3,70 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	3,12 ab
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	0,48 ab
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	0,18 a
2	T0: TESTIGO	2,82 b
	T2: ANILLADO 2mm	0,88 ab
	T3: DOBLE INCISIÓN	0,63 a
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	0,27 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	0,58 a

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

Los resultados obtenidos de paltos rebajados en enero del '92 señalan estadísticamente, que se redujo en forma significativa el crecimiento promedio de las ramas tratadas con Cultar con la mayor dosis (0,5 gr i.a. por m2) en relación al testigo (T0) y al anillado de 2mm (T2).

A pesar de la notable reducción en el crecimiento del tratamiento con Cultar inyectado (0,25 gr i.a./m2) en paltos rebajados en enero'92, esta no fue lo suficientemente baja para ser significativo en relación al testigo, ya que existe una gran variabilidad (CV=65, 44%).

Los paltos se caracterizan por presentar crecimientos muy heterogéneos en el desarrollo de sus pulsos de crecimiento. En paltos cv. Hass, HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993) determinaron que el segundo flush de crecimiento presenta una gran heterogeneidad en su desarrollo a diferencia del primer flush (primaveral), más aún en estos árboles tan juveniles.

La longitud promedio de yemas marcadas, medidas al final del flush vegetativo estival en paltos rebajados en enero'91 (Figura 6), muestra un efecto significativamente menor en los tratamientos de inyección con Cultar (T4 y T5) y doble incisión anular (T3) en relación al testigo (T0). Además, no existen diferencias evidentes entre las longitudes promedios de los tratamientos de menor valor (T3, T4 y T5).

Por lo tanto, la menor longitud promedio de los brotes tratados con los tipos de anillados (numéricamente en el caso del anillado de 2 mm), se pudo deber a un agotamiento de las reservas (TAPIA, 1993), ya que se debieron compartir con una mayor cantidad de sinks vegetativos al romperse la dominancia apical,

También se puede desprender del análisis del Cuadro 2, que el Cultar en la dosis de 0,5 gr i.a./m2 en paltos de un año de rebajado y en ambas dosis en paltos de dos años de rebajado, logró una inhibición de la síntesis de giberelinas que provocó una menor división y elongación celular (LEVER, 1986; expresado todo como una inhibición en la brotación.

Los resultados de longitud de brote medidos al final del flush de crecimiento vegetativo de primavera (Anexo 3) se presentan resumidos según sus tratamientos en el Cuadro 3.

CUADRO 3, Influencia de los distintos tratamientos sobre la longitud promedio de los brotes de palto cv. Hass rebajados hace uno y dos años, medidos el 10 de diciembre de 1993.

EDAD	TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO. CM
1	T0: TESTIGO	15,34 c
	T2: ANILLADO 2mm	1,12 a
	T3: DOBLE INCISIÓN	3, 17 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	14,21 c
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	15,21 c
2	T0: TESTIGO	13,34 c
	T2: ANILLADO 2mm	0,00 a
	T3: DOBLE INCISIÓN	4,02 ab
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	10,69 bc
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	11,78 bc

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

La longitud promedio (Figura 15) de las yemas medidas al final del flush vegetativo de primavera en paltos rebajados en enero'92, señala que fueron significativamente menores los valores alcanzados por los distintos tipos de anillados (T2 y T3) en relación al resto de los tratamientos (T0, T4 y T5). Además, señala en forma significativa como el de menor crecimiento promedio al anillado de 2 mm (T2), luego al de la doble incisión (T3), no teniendo el resto diferencias significativas (T0, T4 y T5).

Resultados similares se obtuvieron con las yemas de paltos rebajados en enero'91 (Figura 16), observándose una disminución del crecimiento promedio de los árboles tratados con los distintos tipos de anillado (T2 y T3) en relación al testigo. Sin embargo, esta vez la doble incisión anular (T3) no presentó diferencias estadísticas con los árboles tratados con Cultar (T4 y T5)

Existe por lo tanto, una redistribución de las reservas dada por la presencia de centros de alto consumo competitivo (WHILEY, 1990), teniendo en el caso de las aplicaciones con Cultar una reactivación del crecimiento vegetativo y el caso del anillado una gran cantidad de crecimientos reproductivos, así se van agotando rápidamente las reservas en cada caso.

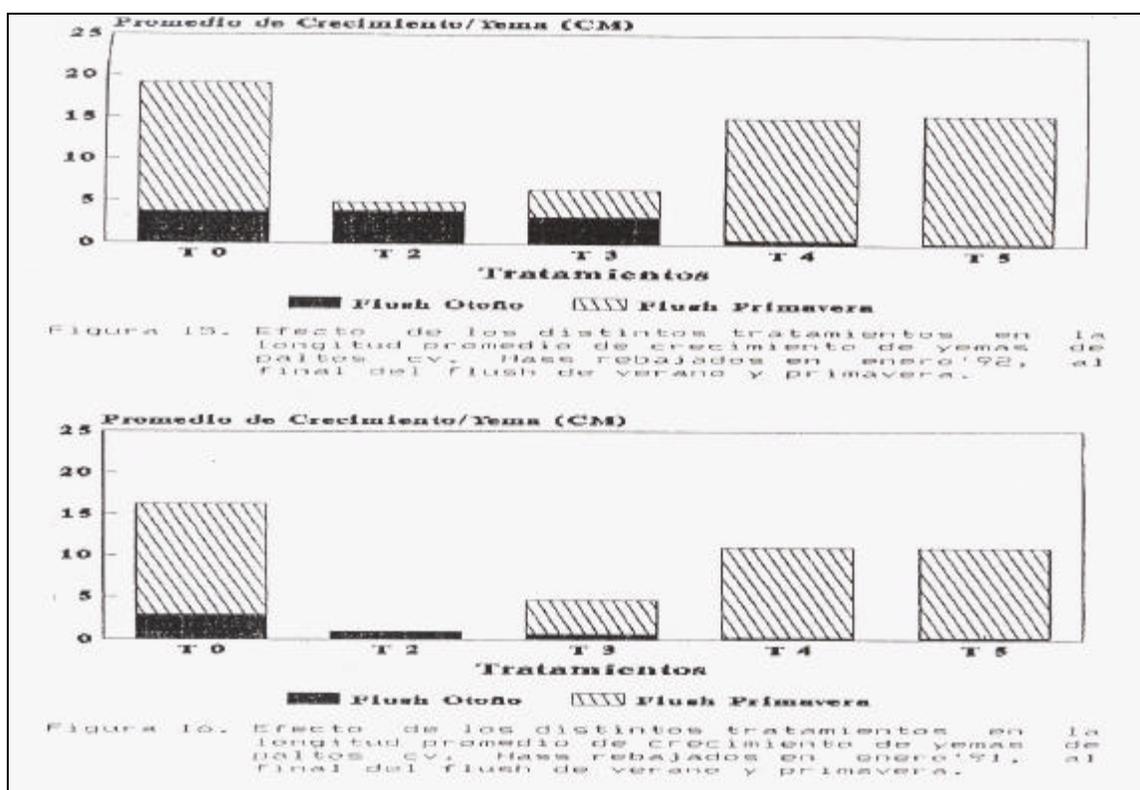
Se tiene además, en el caso de los distintos tipos de anillado una mayor cantidad de panículas determinadas, lo que minimiza la competencia por reservas.

La competitividad como sinks de los distintos crecimientos, está determinada por la

cantidad de auxinas que son capaces de producir, siendo relativamente más bajas en las inflorescencias que en los brotes vegetativos (CUTTING y BOWER, 1989), por lo que se podría tener igual una gran caída de fruta. Pero es tan grande el número de inflorescencias, que no solo presentan un poderoso sinks fisiológico, sino que para equilibrar los árboles se busca justamente tener una caída considerable de fruta (GARDIAZABAL, 1993).

Además, serán estos crecimientos de primavera los que darán a la fruta los nutrientes para su segundo crecimiento (WHILEY, 1990), ayudando también a aumentar su calidad al protegerla de golpes de sol. Es por lo tanto, conveniente tener una renovación del crecimiento primaveral, por lo que el resultado del anillado de 2 mm (T2) en paltos rebajados en enero'91 es discutible.

Se deduce, producto de la longitud de los crecimientos de primavera (Cuadro 5), que los paltos rebajados en enero'92 tratados con Cultar (T4 y T5) presentarían una alta caída de fruta similar al testigo, producto de la competencia que se establece entre los brotes y el desarrollo floral por nutrientes (incluyendo carbohidratos), minerales y agua (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).



4.3.3. Tasa de Crecimiento:

En relación a las mediciones de tasa de crecimiento se evaluaron estadísticamente los distintos tratamientos en forma independiente de la edad. Así se determinó la significancia estadística del crecimiento de los brotes al final de cada flush, usando la longitud de los

brotos al final del crecimiento de verano (L1), al final del crecimiento de primavera (L2) y la longitud promedio acumulada (LT) (Anexo 4).

A continuación se presenta un resumen en el Cuadro 4

CUADRO 4. Influencia de los distintos tratamientos sobre las longitudes promedios de los brotes activos de palto cv. Hass rebajados hace uno y dos años, medidos desde el 23 de abril al 10 de diciembre de 1993.

EDAD	Trat.	LI (Cm)	L2 (Cm)	LT (Cm)
1	T0	3,67 ab	17,50 bc	21,17 bcd
	T2	3,90 ab	11,03 ab	14,93 ab
	T3	5,17 b	16,23 bc	21,40 bcd
	T4	1,40 a	25,60 c	27,00 d
	T5	0,57 a	25,60 c	26,17 cd
2	T0	3,90 ab	17,43 bc	21,33 bcd
	T2	3,77 ab	6,57 a	10,33 a
	T3	1,70 ab	15,00 ab	16,70 abc
	T4	3,03 ab	16,70 bc	19,73 abcd
	T5	3,67 ab	18,13 bc	21,77 bcd

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

Por lo tanto, el objetivo buscado de detener o minimizar el crecimiento vegetativo del flush estival con inyecciones de Cultar no se cumplió satisfactoriamente sobre los brotes en activo crecimiento. A pesar de que gráficamente (Figura 17), la tasa promedio de crecimiento de las dos dosis de Cultar (T4 y T5) en los árboles de un año tienen una disminución clara, ésta no es estadísticamente significativa en relación al Testigo (T0), La falta de significancia de la diferencia gráfica se debió a un efecto errático de las inyecciones de Cultar, lo que queda demostrado por la alta varianza de las mediciones en el material muestreado, teniendo para este caso un coeficiente de variación del 145,51. Resultados similares obtuvo SILVA (1993) usando paclobutrazol en la misma época.

SHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) afirman que los flush de crecimiento vegetativo del palto varían significativamente en el tiempo de ocurrencia e intensidad entre los árboles, ya que no todas las yemas o brotes que se encuentran en el árbol crecen a la vez, ya sea porque son sobrepasadas por otras y quedan sin luz o simplemente porque son muy débiles.

Esto estaría señalado que existe en las dosis aplicadas de Cultar inyectado, un efecto más bien errático dentro de los brazos y árboles de paltos tratados. Pero si lo relacionamos con los resultados medidos de grado e intensidad de brotación (yemas marcadas a la altura de la mano), se podría afirmar de que existió un menor efecto del Cultar en altura en los brotes en activo crecimiento (sobre los 2,5 metros).

El paclobutrazol inyectado, por su baja solubilidad, causa en las plantas en las partes distantes del sitio de inyección respuestas algo lentas y erráticas (COUTURE, 1982; MILLER, 1982). La distancia entre el punto de inyección y los brotes marcados sería la causante de la gran variabilidad. El producto no sólo demoraría más tiempo en llegar y actuar en esos ápices, sino que también existiría un efecto de disolución del paclobutrazol movilizado por el árbol en altura y sólo un pequeño porcentaje llega a los puntos de crecimiento y hojas en expansión (LEVER, 1986), ya que se debe ir repartiendo por los distintos brazos antes de llegar al ápice.

Además, para poder mantener una supresión de la síntesis de giberelinas, debe existir en el ápice del brote una cierta concentración umbral de paclobutrazol (LEVER, 1986). Es lógico pensar en una respuesta errática, ya que no sólo la respuesta al paclobutrazol depende de cada árbol por ser de semilla, sino también de la cantidad de producto que llega a cada uno de los brotes al ir distribuyéndose por los distintos brazos.

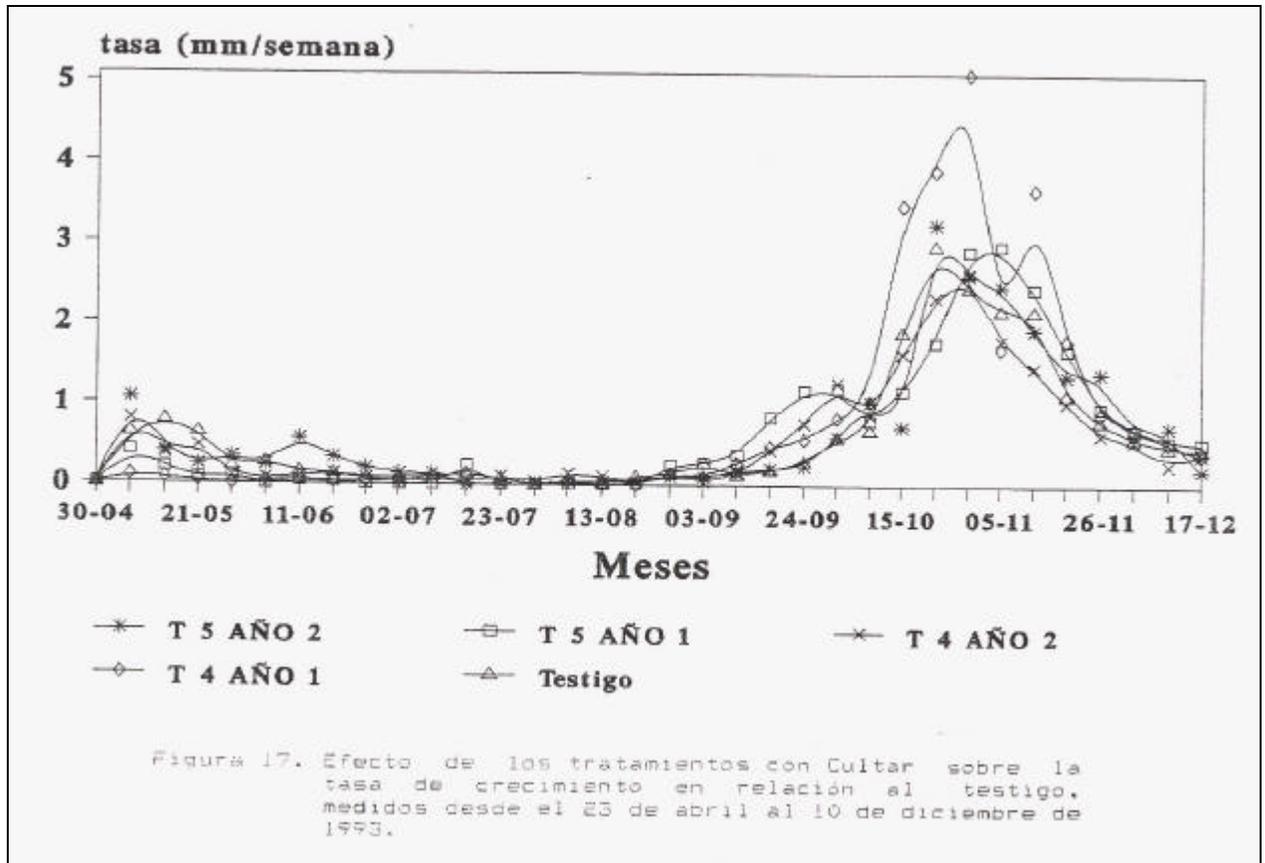
También se discute que las inyecciones de paclobutrazol se realizaron en marzo de 1993, momento en que según TAPIA (1993) los paltos se encuentran comenzando el flush estival, por lo que en el tiempo que el producto se demoró en traslocación a los brotes, éstos ya se encontraban en un activo crecimiento, por lo que se pudo diluir el ingrediente, activo. (LEVER 1986).

En cambio, en el segundo flush de crecimiento vegetativo (primaveral), se observa claramente un aumento explosivo en la tasa de crecimiento (sólo numéricamente) en los tratamientos más afectados en el flush estival con la aplicación de Cultar, pero esto no es significativo.

Se afirma con esto, que existiría un efecto limitado en el tiempo del Cultar inyectado en ambas dosis, y es que la concentración del producto se va diluyendo producto de la extensión del ápice (QUINLAN y RICHARDSON, 1986) o es metabolizado (SYMONS, 1988), no pudiendo tener un efecto mayor sobre la supresión de la biosíntesis de giberelina.

Se espera tener una fuerte competencia por carbohidratos, agua y nutrientes entre el crecimiento frutal y el vegetativo (WOLSTENHOLME y WIHILEY, 1990) en el crecimiento primaveral.

Respecto a los diferentes tipos de anillados (T2 y T3), tienen gráficamente un flush de primavera más bajo (Figura 6), sin embargo, sólo es significativamente menor el anillado de 2 mm (T2) de enero'91. Esta disminución en el crecimiento se debe a la gran cantidad de inflorescencias determinadas, por lo que los brotes terminan en yema floral, no continuando su crecimiento (SCHROEDER, 1953). Normalmente, el brote vegetativo de la yema terminal de la panícula crece, siendo el crecimiento de primavera (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).



4.4 Crecimiento reproductivo:

4.4.1 Grado de floración

Con respecto a la floración se analizó el grado de floración general de las ramas tratadas (Anexo 5), cuyos promedios se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Efectos de los distintos tratamientos del grado de floración (%) de las ramas de arboles de palto cv. Hass, medidos desde el 15 al treinta de septiembre de 1993.

EDAD	TRATAMIENTOS	LONGITUD PROMEDIO. CM
1	T0: TESTIGO	26,33 a
	T2: ANILLADO 2mm	82,22 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	78,89 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	34,44 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	22,22 a
2	T0: TESTIGO	42,44 a
	T2: ANILLADO 2mm	94,78 c
	T3: DOBLE INCISIÓN	83,89 bc

T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	59,44 ab
T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	56,11 a

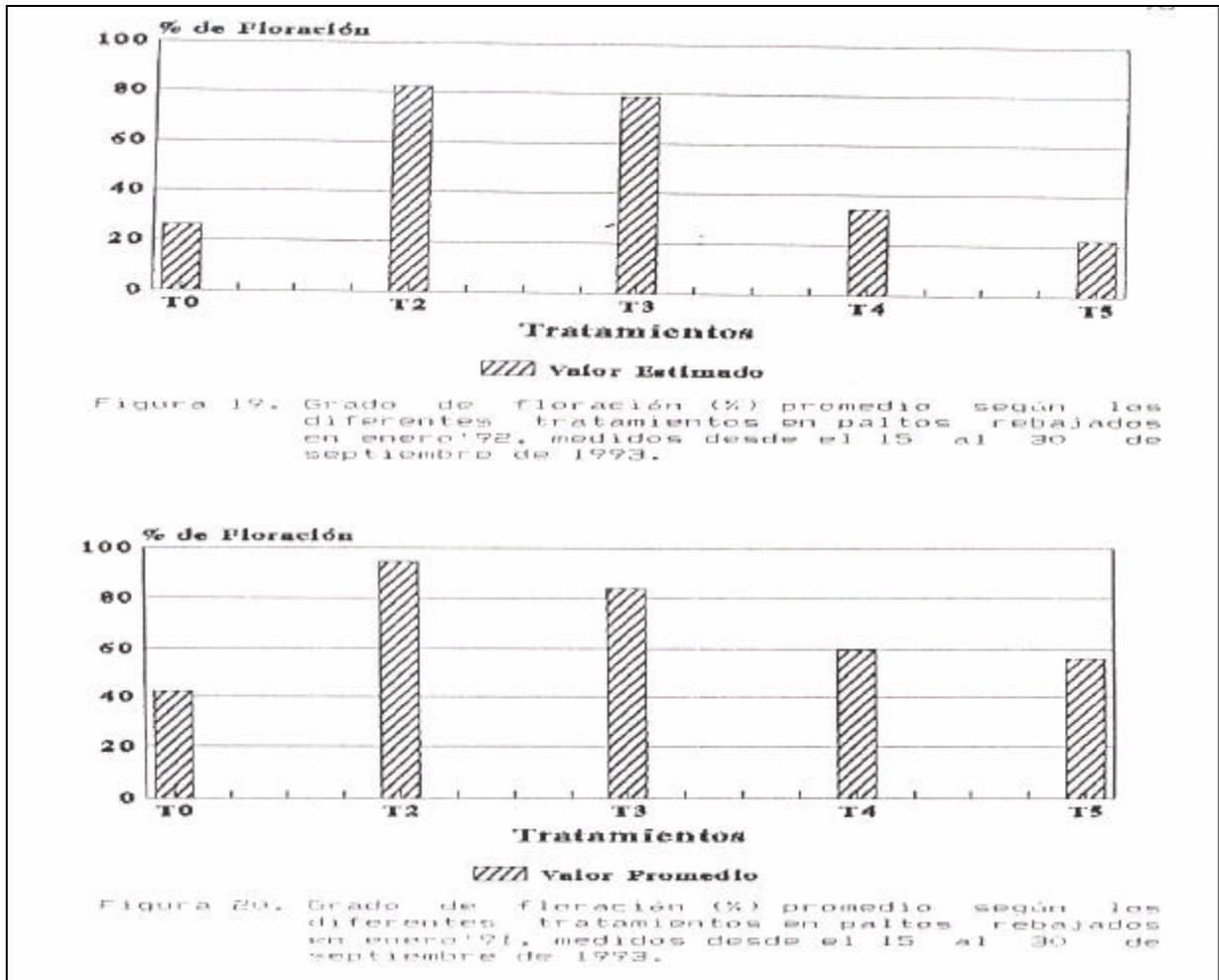
-Letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según el test de Kruskal Wallis con un 5 % de significancia.

Se puede observar que en los árboles de enero-92 que en el grado de floración existen diferencia significativas entre los tipos de anillado (T2 y T3) y el resto de los tratamientos (T0, T4 y T5). En cambio no se presentan ningún otro tipo de diferencias significativas (figura 19.)

En los árboles rebajados en enero'91, el grado de floración del anillado de 2mm (T2) es significativamente mayor al resto, excepto a la doble incisión (T3), el que a su vez sólo es mayor a la dosis alta de Cultar inyectado (T5) y al testigo (T0). El resto no presenta significancia entre ellos.

Es importante agregar, que se observó especialmente en el anillado de 2mm (T2) una floración abundante y homogénea a lo largo de las ramillas, y en menor medida se observó lo mismo en la doble incisión anular (T3). Es decir, se produce una gran cantidad de panículas laterales, lo que favorece en gran medida en la medición del grado de floración, ya que lo normal en los árboles rebajados es tener desde ninguna a dos panículas laterales por brotes (SILVA, 1993), O sea, en los árboles anillados se produce una mayor inducción o mejor diferenciación (RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

No se pudo repetir los resultados obtenidos por WOLSTENHOLME et al. (1988), WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAD (1990) y SILVA (1993), aplicando paclobutrazol y obteniendo diferencias en el grado de floración con el testigo. Esto se puede explicar por el efecto no significativo sobre el crecimiento de los brotes (Cuadro 4) o al cambio de sinks fisiológico a las raíces (Ver 4.2.2) de las aplicaciones de paclobutrazol, lo que no permitió una mejor redistribución de los compuestos asimilados para que se produjera una mejor diferenciación o mayor inducción.



4.4.2 Intensidad de floración:

La intensidad de floración se analizó en base al número de flores de la panícula apical, cuyos promedios aparecen en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Efecto de los distintos tratamientos sobre la intensidad de floración de las ramas de árboles de palto cv. Hass, medidos desde el 15 de septiembre al 27 de octubre de 1993.

EDAD	TRATAMIENTOS	Nº FLORES /PANICULA
1	T0: TESTIGO	35,42 a
	T2: ANILLADO 2mm	199,22 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	180,22 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	36,00 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m2	41,81 a
2	T0: TESTIGO	74,72 a
	T2: ANILLADO 2mm	198,17 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	186,50 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m2	105,14 a

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

-

En ambas edades por separado, existe un claro efecto del anillado (T2) y de la doble incisión anular (T3) sobre el aumento del número de flores por panícula, y por lo tanto, se aprecia un aumento significativo en la intensidad de floración. Por lo tanto, al tener una mayor cantidad de carbohidratos existió una mejor potenciación de la inducción en las yemas durante la diferenciación.

Efectos similares con anillado en floración son expuestos por GOLDSCHMIDT *et al.* (1985) en cítricos, señalando que el factor de los carbohidratos invoca una respuesta cuantitativa en la floración sobre un rango de concentración de almidón, y no simplemente un "todo o nada".

Finalmente, queda claro que el poco efecto de las aplicaciones de Cultar sobre la intensidad se debió a una diferenciación no significativa respecto al testigo.

Como lo señala IWAHORI y TOMINAGA (1986) en aplicaciones de paclobutrazol en Kumquat, quizás el producto simplemente acelera el desarrollo de las yemas florales más que la inducción floral.

4.4.3. Abertura floral:

Los resultados para tratar de estimar la apertura floral se obtuvieron en base a la cuantificación de las panículas apicales, en los brotes marcados, que tuvieron al menos el 5% de sus primeras flores abiertas (5% de floración), medidos semanalmente desde el 15 de septiembre al 27 de octubre de 1993 (Figuras 21 y 22).

Así se puede estimar, que la floración en los árboles rebajados en enero del '92 tratados con anillado (T2 y T3), comienzan dos semanas más temprano que el resto. Teniendo su peak de apertura floral en la panícula, también dos semanas antes (Figura 21).

En relación a los árboles rebajados en enero del '91, la situación fue un poco distinta, ya que comenzó la apertura floral más tarde y los peak (mayor número de panículas floreciendo) se obtuvieron también más tarde. Algo que llama la atención, es que las diferencias se minimizaron, especialmente en relación a la apertura floral de los árboles tratados con doble incisión anular.

Los resultados expuestos en la figura 21 y 22, no concuerdan con lo señalado por diferentes autores (LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1975; TOMER, 1977; RAZETO y LONGUEIRA, 1986), quienes señalan un adelanto de un mes en la floración con el anillado en las ramas tratadas.

LAHAV (1970) observó que ramas verticales presentan una floración más temprana en el testigo, pero una vez anilladas la respuesta del adelanto de la floración es similar,

independiente de la orientación de las ramas.

Por lo tanto, como se trata de ramas vigorosas de paltos rebajados que poseen una gran verticalidad, cualquier adelanto en la floración se minimiza en un rango menor de tiempo.

También se señala, que los crecimientos del flush estival si se trasladan más tarde en la temporada se retrasa la floración y reduce la intensidad (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990). Esto nos indica, un claro efecto de correlación entre el nivel de diferenciación, el grado de reservas y el adelanto en la floración.

Si a lo anterior, agregamos el hecho de que los árboles rebajados, especialmente los de enero del '92, presentan un mayor vigor, y por lo tanto, mayores contenidos de giberelinas serán transportados hacia los mayores contenidos de elaborados almacenados al final de la temporada en la madera de los paltos anillados, el resultado será una más rápida expansión de las panículas más diferenciadas.

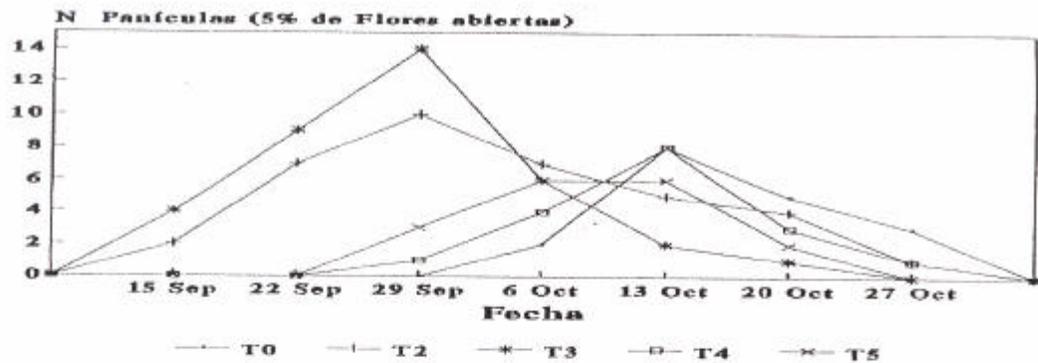


Figura 21. Efecto de los distintos tratamientos sobre el inicio de la apertura floral (5% de flores abiertas) de panículas apicales cv. Hass, rebajados en enero '92.

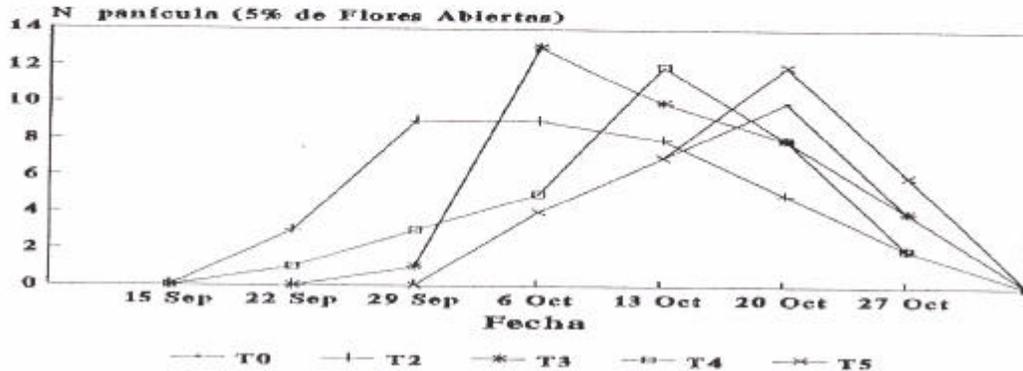


Figura 22. Efecto de los distintos tratamientos sobre el inicio de la apertura floral (5% de flores abiertas) de panículas apicales cv. Hass, rebajados en enero '91.

En relación a la más tardía floración de los paltos rebajados en enero del '91, se trata de árboles más equilibrados, por lo tanto, se debe cumplir lo descrito por LAHAV (1970) de

que frente a la verticalidad de las ramas, las diferencias se minimizan.

Finalmente, se discute que este tipo de mediciones sea realmente comparable con otros estudios que usan plena floración, ya que es también probable que la floración dentro de la panícula sea más corta de lo normal en ramas anilladas que en el resto de los tratamientos.

Por lo tanto, en términos relativos, la plena floración dentro de la panícula (50% de floración) probablemente es alcanzado mucho antes que el resto de los tratamientos. Se deduce entonces, que podemos estudiar este adelanto en floración sólo bajo el contexto del presente estudio.

4-5. Frutos post caída:

Las mediciones de cuaja (Anexo 6) medidas como número de frutos promedios en un metro cuadrado de la rama se presentan en el Cuadro 7,

CUADRO 7. Influencia de los distintos tratamientos sobre el número de frutos promedio en 1 m² de las ramas de palto cv. Hass rebajados hace uno y dos años, medidos el 15 de enero de 1994.

EDAD	TRATAMIENTOS	Nº FRUTOS PROMEDIO
1	T0: TESTIGO	6,67 a
	T2: ANILLADO 2mm	38,67 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	37,22 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m ²	4,33 a
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m ²	8,33 a
2	T0: TESTIGO	12,11 a
	T2: ANILLADO 2mm	41,56 b
	T3: DOBLE INCISIÓN	36,11 b
	T4: INYECCIÓN CULTAR 0,25 Gr. i.a. /m ²	20,56 ab
	T5: INYECCIÓN CULTAR 0,50 Gr. i.a. /m ²	19,44 ab

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

Esto indica que en los árboles rebajados en enero'92 existe un aumento significativo del número de frutos por rama de los dos tipos de anillados (T2 y T3), no existiendo diferencias entre ellos. Las aplicaciones de Cultar inyectadas en ambas dosis (T4 y T5) no presentan diferencias con el testigo ni entre ellas (Figura 23). Resultados similares en anillado en producción son descritos por GREENE y LORD (1978); NAGAO y SAKAI (1990) también en macadamia; LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a); KöHNE (1992) y otros en paltos.

En relación a los paltos rebajados en enero'91 también existe un aumento significativo de los tipos de anillado (T2 y T3) en relación al testigo (T0). Pero sin diferencias

significativas con las aplicaciones de Cultar (T4 y T5) ni a su vez, éstas con el testigo.

La gran cantidad de frutos que existen en los árboles anillados (T2 y T3), se debe a la mejor distribución de los elementos asimilados, producto a la menor competencia con los crecimientos disminuidos (Cuadros 3 y 4) y al mayor y mejor grado de yemas frutales presentes antes de floración en el árbol (Cuadro 1).

Así, como el desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles (WHILEY *et al.*, 1988) se espera tener un efecto enanizante en los árboles anillados. WOLSTENHOLME *et al.* (1988) y WOLSTENHOLME y WHILEY (1990) afirman que la fructificación y el desarrollo de la fruta tienen un segundo efecto, al reducir el largo de los brotes en los cvs. Hass y Fuerte, por lo que así, se explicaría el efecto sobre el crecimiento vegetativo.

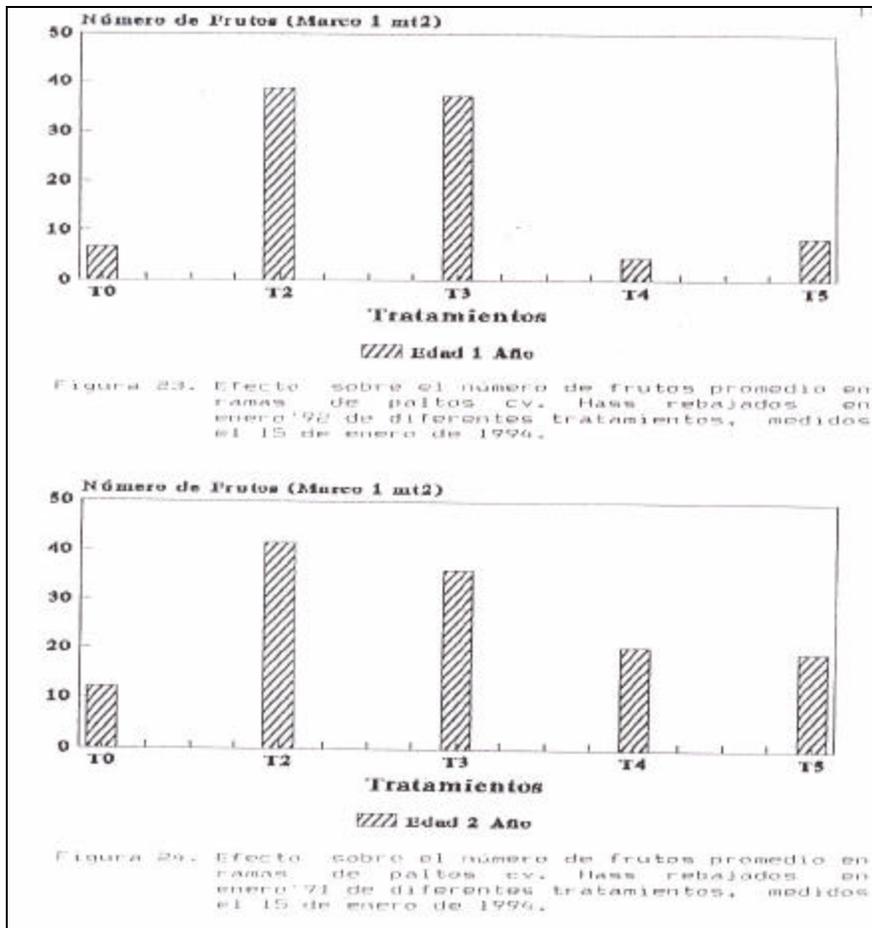
En relación a las aplicaciones inyectadas de Cultar, hay que señalar que la floración y la cuaja, coinciden con el flush vegetativo de primavera, es decir, estos eventos ocurren en forma simultánea compitiendo por una fuente limitada de recursos (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993), teniendo una baja retención de fruta por la alta respuesta vegetativa en el flush primaveral.

Hay que tener presente que posterior a la cuaja existe una alta caída de frutos por estar muchos de ellos pobremente polinizados (WHILEY, 1990)

BURMESTER (1982) indica que el anillado produce fruta de menor tamaño, pero a la vez un aumento en el número de frutos. Esto también es confirmado por

LAHAV., GEFEN y ZAMET (1971b); TROCHOULAS (1973); DÍAZ (1979) y KOHNE (1992).

El menor tamaño se desprende del mayor número mayor de frutas y de la detención del crecimiento en las ramas anilladas, por lo que los fotosintatos se deben distribuir en un mayor número de sinks fisiológicos (la fruta), teniendo cada una menor nutrición relativa. Esta observación concuerda con lo expresado por LAVAH, GEFEN y ZAMET (1971b); TICHON (1971) y TROCHOULAS y O'NEILL (1976).



4.6. Consideraciones finales;

Los huertos necesitan maximizar los retornos netos por ha, lo que implica que hay que buscar la maximización de la producción. El eficiente manejo apunta a maximizar la producción de fruta con la minimización de la madera improductiva (WOLSTENHOLME y WHÍLEY,1990).

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, 1993).

En este sentido, el anillado para inducción en sus distintas formas resulta ser el más eficiente de los tratamientos. Otra ventaja que presenta es su menor costo en relación a aplicaciones de paclobutrazol.

La discusión es entonces, determinar el sistema más adecuado para los paltos rebajados. Se discute que para los paltos de dos años o más de rebajados, realizar anillados de 2 mm es

demasiado severo, pues a pesar de ser muy productivo produce una severa caída de hojas y una muy mala renovación de madera.

Por lo que en árboles relativamente más equilibrados la doble incisión anular resulta ser menos drástica.

En paltos recientemente rebajados (menos de 2 años) no existen mayores contraindicaciones, pero si se observa el Cuadro 7, se tiene que en términos de número de fruta post caída no existe ninguna diferencia significativa. Por lo tanto, se desprende que el tratamiento de la doble incisión anular es el más respetuoso del equilibrio del árbol e igualmente efectivo, pero no se descarta el anillado de 2 mm como una herramienta muy eficiente en este tipo de plantas.

Por lo tanto, cualquier decisión debe ser tomada de acuerdo a la localidad, vigor de los árboles, estado sanitario anterior, variedad, etc.

Se discute que anillar tres ramas por árbol, las representan entre la mitad a un tercio de las ramas de un palto rebajado, es adecuado. Además, por el comportamiento bastante individual de las ramas verticales, se podría alternar el tratamiento en las ramas cada año para tener verdaderos ejes de producción.

Tampoco se descarta anillar todas las ramas del árbol, pero se deben dejar ramas vigorosas debajo del corte en la base, para evitar un stress muy severo a las raíces.

El manejo durante la floración puede ser crítico, ya que las estructuras florales contribuyen significativamente a la pérdida de agua a través de la epidermis de la panícula (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988), por lo que frente a la tremenda floración que sufren las ramas anilladas el requerimiento hídrico debería ser considerablemente más alto, a pesar de la baja demanda atmosférica.

El manejo de la fertilización debe ser considerado para no obtener efectos indeseables en la producción, ya que el aplicar en una época errónea puede llevar a perder todo el buen manejo (TAPIA, 1993).

En relación al nitrógeno, las aplicaciones estimulan el flush vegetativo. Debido a esto., la época de fertilización se hace crítica en el balance del árbol entre el crecimiento vegetativo y reproductivo (WHILEY *et al.*, 1988). El mes más apropiado debería ser enero, pero se piensa que si la floración fue tan abundante como la sucedida en el anillado de 2 mm sea necesario quizás adelantarla. Y es que el nitrógeno, regulador de crecimiento, tiene un efecto dinámico en la productividad del árbol (WHILEY, 1990) por lo que puede servir para equilibrarlo.

En relación a las aplicaciones de Cultar lo más importante sería, la uniformidad de los árboles y que las dosis, tienen que ir en función al desarrollo y vigor. Así cada árbol, debe ser tratado en forma individual.

Se discute la posibilidad de hacer esta misma aplicación de Cultar antes (también el anillado), ya que posiblemente existan efectos al mediano y largo plazo no medidos en

este ensayo. KÖHNE (1992) recomienda realizar los rebajes más temprano en la temporada (septiembre a octubre), aprovechar el flush primaveral y aplicar Cultar tres a cuatro meses después, cuando los paltos tengan un buen vigor. Con este método se quiere frenar el crecimiento estival, disminuyendo drásticamente los fotosintatos trastocados hacia las raíces.

También en relación al momento de la aplicación, se debe tomar en cuenta el retraso en la acción del producto (un mes aproximadamente) para poder afectar un crecimiento vigoroso.

En relación a la inyección propiamente tal, la disolución resultó ser de fácil manejo y aunque interesa más la cantidad de producto que se utilice, hay que tener cuidado en la cantidad de solvente usado por la fitotoxicidad que causó. KÖHNE (1995) recomienda la solución en xilol, pero afirma que es muy difícil conseguirlo, o en acetona.

QUINLAN y RICHARSON (1986) afirman que sucesivas dosis entregan un mayor efecto sobre la reducción del crecimiento vegetativo, debido a que la biosíntesis de giberelina es un proceso permanente en el árbol.

5- CONCLUSIONES

Se determinó que las inyecciones de Cultar (paclobutrazol) a fines de marzo en paltos rebajados, no tuvieron efecto en cuanto al grado de inducción o diferenciación floral.

El tratamiento con Cultar en dosis bajas (0,25 g i.a./m²) sobre paltos rebajados en enero del '92 no tuvo efecto significativo sobre la tasa de crecimiento, grado e intensidad de brotación del verano y la primavera.

El tratamiento con Cultar en dosis mayor (0,5 g i.a./m⁵) sobre paltos rebajados en enero del '92 no tuvo efecto sobre la tasa de crecimiento y el grado e intensidad de brotación de primavera. Sin embargo, logró inhibir la brotación de las yemas y disminuir el crecimiento durante del flush estival.

Se determinó que los diferentes tratamientos con Cultar en las distintas edades no tuvieron efecto en el grado e intensidad de floración y en el número de frutos por m² en las ramas tratadas.

Los tratamientos con Cultar, en ambas dosis, sobre paltos rebajados en enero del '91 no tuvieron efecto sobre la tasa de crecimiento en general y, sobre la brotación del flush primaveral. Sin embargo, inhibieron el grado e intensidad de brotación durante el flush estival.

Se determinó un claro efecto del anillado de 2 mm y la doble incisión anular practicadas en marzo, para mejorar el grado de diferenciación o inducción de las yemas de paltos

rebajados.

Los tipos de anillado (anillado de 2 mm y doble incisión anular), disminuyeron el grado e intensidad de brotación primaveral, excepto la doble incisión en paltos rebajados en enero del '91. Sólo el anillado de 2 mm tuvo un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento, especialmente durante el flush primaveral, disminuyendo un 61,85% en relación al testigo,

Se determinó que el anillado de 2 mm y la doble incisión anular produjeron un aumento significativo en el grado e intensidad de floración, y en el número de frutos por m² medidos post caída (15 de enero).

6. RESUMEN

El ensayo se realizó en el predio de la Soc. Agrícola Huerto California Ltda., sector San Isidro, Quillota, V Región. Su duración fue desde el 10 de marzo de 1993 al 15 de enero de 1994.

Se utilizaron árboles de palto (*Persea americana* Mill.), recortados en enero de 1991 y 1992, con un marco de plantación en curvas de nivel de 12 metros.

Se evaluó las dosis de Cultar inyectadas al tronco (0,25 y 0,5 gr i.a./m² de silueta) y dos tipos de anillado (anillado de 2 mm y doble incisión) sobre la inducción, crecimiento vegetativo y reproductivo de paltos cv. Hass.

Se trataron ramas verticales sin fruta desde el 29 al 31 de marzo, que corresponde fenológicamente a inicios de la brotación estival, de 1993.

El anillado de 2 mm se realizó con un anillador sudafricano sobre una rama horizontal en el cambio de color de la corteza.

La doble incisión anular con ancho de un centímetro se realizó con una sierra sobre una rama horizontal en el cambio de color de la corteza.

El Cultar disuelto en metano 1 al 5 % se aplicó con inyectores de ácido fosforoso.

El testigo húmedo (metanol puro) se eliminó como tratamiento válido, ya que produjo una severa fitotoxicidad en las ramas aplicadas.

En los paltos rebajados en enero de 1991 y 1992, se disminuyó significativamente el grado e intensidad de la brotación estival, con la mayor y ambas dosis, respectivamente.

Se disminuyó significativamente el grado e intensidad de la brotación de primavera con los dos tipos de anillado, independientemente de su edad de rebaje.

Se aumentó significativamente el grado de floración, su intensidad y el número de frutos (enero) con los tratamientos de anillado (anillado de 2 mm y doble incisión anular).

En general, se observó que los tratamientos más eficientes en la localidad de Quillota (V Región) fueron el anillado de 2 mm y la doble incisión anular, siendo el primero más severo que el segundo.

Los resultados se atribuyeron a un mejor grado de diferenciación de las yemas en los tratamientos con anillado y doble incisión anular.

7- LITERATURA CITADA

AGROECONOMICO. 1991. Producción mundial y avances en el manejo del cultivo de paltas. Fundación Chile. 3:15-20.

ALVAREZ DE LA PEÑA, F.J. 1979. El aguacate. Barcelona, Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura de España. pp. 138-142.

ARON, Y., MONSELISE, S.P., GOREN, R. and COSTO, J. 1985. Chemical control of vegetative growth in citrus trees by paclobutrazol. HortScience 20 (1):96-98.

BARRETT, J. 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., ZAKAIS., BIRAN, D., 1975. Factors affecting pollination, fruit set, and fruit drop in avocado. Scientific Activities 1971-1974. Institute of Horticulture, Bet Dagan, Israel. pp. 37-41

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 paltos (persea americana Miller) cv. Fuerte. Tests 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(3):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.

COFFEY, M. 1989. The Aliette story. *California Grower* 13 (7):6-10.

COUTURE, R.M. 1982. PP333: A new experimental plant growth regulator from ICI. *Preceding PI. Grower Reg. Society Amer.* 9:59

CURRY, E.A. 1983. Promalin or GA3 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 Horticulturae* 41:27-34.

DAVENPORT, T.L. 1982. Avocado growth and development. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95:92-96.

DIAZ, M. 1979. Anillado en paltos en la variedad Nabal. *Tests Inq. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía.* 80p.

DICKS, J.W. 1980. Modes of action of growth retardants. *Brit. PI. Grow. Reg. Group Mon.* 4:1-14

EREZ, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and by paclobutrazol. *Acta Horticulturae* 149:235-241.

----- 1986. Effect of soil-applied paclobutrazol in drip irrigated peach orchards. *Acta Horticulturae* 179:513-520.

ESPINOZA, A. 1991. Rentabilidad de una plantación de paltos. *Revista de Desarrollo Agrícola, Banco Osorno* 1:9-13.

FUNDACION CHILE. 1993. Manual del Exportador Hortofrutícola : Actualización. Santiago, Fundación Chile. 48p.

GARDIAZABAL, P. 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 Horticulturae* 26:159-166.

GOLINKA, P.F. 1973. Gibberellins grape vines sap. *Fiziologigai Biokhimiya Kul'turnykh Rasteni.* 5 (3) ; 321-324. (Extractado de Hort. abstracts. April, 1979. 44 (4):201).

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.

HARTMANN, H. y KESYER, D.E. 1983. Propagación de plantas, principios y practicas. Mexico, 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.

IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3era. ed. Barcelona, Aedos. 175p.

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PCL. 1984. Boletín de Datos Técnicos: Paclobutrazol, regulador crecimiento vegetal para frutas. 30p.

INTRIERI, C., SILVERSTRONI, O. and PONI, S. 1986. Preliminary experiments on paclobutrazol effect on potted grape vines (V . vinifera, cv. "Trebiano"). *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.

HUNTER y PROCTOR, 1990. Paclobutrazol bioassay using the axillary growth of a grapa shoot. *HortScience* 25 (3):309-310.

KöHNE, S. 1988. Dwarfing avocado trees through application of new retardant. *California Grower* 12 (3):21.

------. 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. 1989. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (Paclobutrazol). South Africa Avocado Growers Association Yearbook 10:64-66.

------. and KREMER-KÖHNE, S. 1989. Comparisson of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. South Africa Avocado Growers Association Yearbook 12:38-39.

------. and KREMER-KÖHNE, S. 1990. Results of a high density avocado planting. South Africa Avocado Growers Assoc. Yearbook 13:31-32.

----- and KREMER-KÖHNE, S. 1991. Avocado high density planting a progres report. South Africa Avocado Growers Association Yearbook 14:42-43.

LAHAV, E. 1970. Localization of fruit on the tree, branch girdling and fruit thinning. Report of the Division of Subtropical Horticulturae 1960-1969. volcari Institute, Bet Dagan. Israel, pp. 42-55.

LAHAV, E., GEFEN, D., 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. 90-95.

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, pp. 24-25. HUNTER y PROCTOR,

LESLEY, J.W. BRINGHLIRST, R.S. 1951. Enviromental concitions affecting pollination of avocado. 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. Imperial Chemical Industries PCL ed Netherlands, pp.13-20

LIANG, G.J. and YU, G.X. 1991. EFFECTS of PP333 on matur, non-flowering and leaflet-om-panicle litchi trees. Scientira Horticulturae 48:319-322.

----- 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 Horticulturae* 34:157-166.

MORANDE, J.V. 1987. Efecto del paclobutrazol en cv. Reagal Grand. Tesis Ing. 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 intergrifolia *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. 22lp.

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 paclobutrazol 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 PP333). *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.

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. L982. El aguacate. México, AGT. 167p.

SHOLEFIELD, P.B., WALCOTT, J.J., KRIEDEMANN, P.E. and RAMADASAM, A. 1980. Some enviromental affects on photosynthesis and water relations of avocado leaves. *California Avaocado Society Yearbook* 64:93-105.

-----, SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.M.E. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae* 25:99-110.

SCHROEDER, C.A. 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruit. *Proceeding of the American Horticultural Science* 61:103-109.

SEDGLEY, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, polen tube growth and fruit set in avocado. *Journal of Horticultural Science* 52:135-141 .

----- 1980. Annatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals* 46:771-777.

-----, SCHOLEFIELD, P.B. and ALEXANDER, D.M. 1985. Inhibition of flowering of mexican and Guatemalan type avocados under tropical conditions. *Scientia Horticultcurae* 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 Horticultcurae* 179:505-512.

SILVA, P. Efecto de Cultar (paclobutrazol) en paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass rebajados. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de valpo., Facultad de Agronomia. 79p.

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, P. 1985. 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. 82p.

TAIZ-ZEIGER. 1991. *Plant Physiology*. California, Ed. The B. Cumming Publishing Company. 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. 1971. 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 abscission in avocado trees. Submitted to the Senate of the Hebrew University of Jerusalem. June 1977. 15p.

TOUMEY, J. 1980. Girdling a forgotten art *Avocado Grower Magazine* 4 (10):12-14.

TROCHOULIAS, I. 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(3):239-242.

TUKEY, L.D. 1987. Cropping characteristics of bearing apple trees annually sprayed with paclobufcrazol (PP-333). In *Cultar-Its application in fruit growing*. Imperial Chemistry Industries PCL. 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 MICCUNE, 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 shoot 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 rot of avocado with fungicides and effect of this disease on the water relations, yield and ring neck. Australian Journal of Experimental Agriculture 26:249-253.

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.

-----, 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. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. pp E1-E25.

----- 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. Univ. Católica Valpo., Facultad de Agronomía. pp H1-H14.

-----1990c. Manejo integrado de la pudrición de raíces causada por Phytophthora en paltos. Curso internacional de producción, post cosecha y comercialización de paltas, 5 al 8 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile. Univ. Católica de Valpo., Facultad de Agronomía. pp. L1-L8.

----- 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 Horticulturariae 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.227-235.

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. 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.

-----, -----., 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.

WOLSTEMHOLME, 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.P., HOFMAN, P.J. and ROSTRO, H.J. 1988. Paclobutrazol trials in avocado orchards; initial results from Queens land and Natal. South African Avocado Growers' Assoc. Yearbook 11:57-59.

----- 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 16:21-24.

WHILEY, A.W. and SARANAH, J.B. 1990. Manipulating vegetative:reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41:315-327.