

1. INTRODUCCION

La base para el desarrollo de un sector productivo como el agrícola se sustenta en la generación de una tecnología propia y acorde con los requerimientos dados por las ventajas y limitaciones del entorno donde esta actividad se realiza.

El palto (*Persea americana* Mill.) es un frutal de hoja persistente, cuya superficie plantada en Chile se ha visto incrementada fuertemente en los últimos años, llegando a 16.919,4 ha en la temporada 1996-1997 (INE, 1997), debido entre otras razones al desarrollo actual y potencial de nuevos mercados, a la posibilidad de cultivarlo en zonas no aptas para otras especies y a una mayor difusión de sus propiedades nutritivas lo que ha provocado un interés creciente por este fruto lo que se ve traducido en el aumento de su consumo.

Es así como el palto ha comenzado a tener cada vez mayor importancia en las zonas templadas y en la fruticultura en general. En Chile, las condiciones ecológicas existentes para el cultivo de esta especie junto con la buena coordinación de productores y exportadores ha permitido ubicarnos como uno de los principales productores y exportadores del mundo, destacándose además la calidad de la palta chilena.

El palto es una especie que sólo se encuentra medianamente evolucionada. Esto se demuestra por características como: árboles de gran tamaño; crecimiento vegetativo traslapado con la floración; floración profusa, irregular y prolongada; potencial productivo bajo; tamaño de la semilla grande. Por esto se hace necesario que instituciones y privados patrocinen y financien proyectos de investigación tendientes a mejorar la productividad y calidad del cultivo. Basándose en esto, surge la idea de realizar este taller que busca dar solución a problemáticas que se presentan hoy en la producción de este frutal y consta de dos partes:

- La primera, se desarrolla en la producción de plantas de palto de los cultivares Edranol y Bacon. Estas variedades presentan el inconveniente de florecer en el vivero antes de ser comercializadas. Esto no es deseable, pues si florecen profusamente botan sus hojas, gastando así sus reservas, teniendo por consiguiente una menor brotación en los huertos.

- La segunda parte, tiene su base en el problema que presenta la variedad Edranol en plantaciones comerciales. Esta florece en forma muy abundante provocando una abscisión de hojas de las ramillas donde se encuentran estas flores, con lo cual, la cuaja final de frutos se ve reducida en forma considerable al no tener hojas que sustenten su desarrollo.

Existen fundamentados registros que las giberelinas provocan una inhibición de la iniciación floral tanto en frutales subtropicales como en frutales de hoja caduca.

De acuerdo a lo anterior el siguiente estudio, mediante el uso de ácido giberélico tiene como objetivos:

- Inhibir la floración en paltos de vivero en las variedades Bacon y Edranol.

- Reducir la intensidad de floración en paltos adultos de la variedad Edranol.
- Adelantar o retrasar floración en paltos adultos de la variedad Edranol.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Características del palto:

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie perteneciente a la familia Lauraceae, que al igual que otras 50 especies de *Persea*, es nativa de México y Centro América (CHANDLER, 1964).

Esta especie puede adquirir un tamaño considerable, llegando en plantas adultas a tener una altura de 8 a 10 metros y un ancho de 10 a 12 metros (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

Existen tres razas o variedades botánicas en las que se agrupa a los paltos, según su zona de origen: “Mexicanas”, “Guatemaltecas” y las “Antillanas”. Estas presentan características particulares que las hacen distinguibles unas de otras ([GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991](#)).

Las siguientes características fueron recopiladas por BERGH (1969):

a. Raza mexicana. Las hojas poseen olor a anís; sus envases son más glaucos. Las flores son generalmente más pubescentes; la floración es más temprana en la temporada (otoño a primavera en California). Fruta pequeña. La piel de la fruta es delgada a membranosa, raramente sobre los 0,75 mm. La semilla es relativamente grande a muy grande, y a menudo suelta. La pulpa de la fruta comúnmente varía de rica a fuerte en sabor, algunas veces con aroma a anís; a menudo fibrosa. Madura alrededor de seis meses después de floración. Es la raza de palto más resistente al frío; también es la más resistente a calor y humedad baja. Es la menos tolerante a suelo salino. Raramente crece bien en áreas costeras.

b. Raza antillana. Las hojas no poseen ningún olor a anís. Los frutos son pequeños a grandes. La piel de la fruta es como cuero, raramente sobre los 1,5 mm. La semilla es relativamente grande; algunas veces suelta en su cavidad. La pulpa es de sabor suave aguado; con menor contenido de aceites que las otras dos razas. La fruta madura cerca de seis meses después de floración. Es la raza menos resistente al frío y a la baja humedad, no se adapta en California. Es la raza más tolerante a salinidad, ya sea como portainjerto o como variedad. En el punto de unión de la fruta, los pedicelos tienen una configuración única de “cabeza de garra”.

c. Raza guatemalteca. No posee olor a anís en las hojas. El follaje joven es comúnmente rojizo. Los frutos son pequeños a grandes. Posee una adaptación y tolerancia a suelo y clima intermedia entre las otras dos razas. Generalmente, la piel del fruto es gruesa similar entre cuero y madera, algunas veces sobre 6 mm. Además, en tanto que en esta raza se encuentra casi todos los grados de tamaño de semillas, tiene más genes para un tamaño relativamente pequeño de semilla, la cual casi nunca está suelta. La fruta puede requerir un año para madurar (y hasta 18 meses en el clima menos tropical de California).

2.2. Descripción de las variedades:

La variedad Edranol es un híbrido entre las razas guatemaltecas y mexicanas. Corresponde a árboles delgados pero más ancho que Bacon y Zutano. Su fruto es de excelentes características organolépticas, de piel verde y buena relación pulpa semilla resistiendo aparentemente hasta -3,3°C como temperatura mínima y se cosecha entre septiembre y noviembre. Sin embargo, es un mal productor o presenta producciones erráticas incluso entre localidades cercanas. Es un muy buen polinizante de la variedad Hass junto con Zutano (GARDIAZABAL, 1996)*.

La variedad Bacon se originó en California en donde se le cultiva en aquellas zonas de clima demasiado frío. Sufruto resiste hasta -4,4°C. Es una palta verde cuando madura, fenómeno que se produce poco antes que en la variedad Fuerte, julio a septiembre. El árbol es vigoroso, precoz, muy cargador y erecto. Además, es un buen polinizante de la variedad Hass aunque en menor grado que Edranol y Zutano ([GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991](#)).

2.3. Fenología del palto:

La fenología describe los patrones cíclicos de crecimiento que se dan en los árboles anualmente. También permite reconocer interacciones competitivas entre los variados componentes del mismo (VERHEIJ, 1986).

WOLSTENHOME y WHILEY (1990) definen la fenología como la relación entre el clima y fenómenos biológicos periódicos. Los árboles muestran fases de desarrollo (fenofases) a medida que pasa una estación.

Según PALMA (1991), la aproximación fenológica de los eventos evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo. La interpretación de la influencia en los eventos del comportamiento productivo del árbol es fundamental para lograr óptimos niveles de manejo.

2.3.1. Crecimiento vegetativo

Los paltos de la variedad Fuerte, bajo las condiciones de Palmwoods, Queensland, Australia (latitud 27° sur), presentan dos flush vegetativo de importancia en una temporada de crecimiento completo, cada uno de ellos seguido por una intensificación del crecimiento de la raíz. El primero comienza en la primavera, hacia el final de la floración entre finales de julio y los últimos días de noviembre, observando un peak a inicios del mes de septiembre. El segundo, ocurre en los meses de verano desde diciembre hasta abril, con un peak a fines de febrero. Durante los meses de mayo y junio no se observa actividad vegetativa (WHILEY et al., 1988). Un crecimiento vegetativo coincide con el final de la floración y el otro ocurre justo antes de la iniciación floral en otoño (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

* GARDIAZABAL, F. Ing. Agrónomo. 1996. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

TAPIA (1993), también señala la existencia de dos períodos de crecimiento vegetativo en el cultivar Fuerte, medidos en la zona de Quillota (32°50' latitud Sur y 71°13' latitud Oeste), Chile. El primero registrado en primavera fue de mayor intensidad que el de otoño.

HERNANDEZ (1991), experimenta con el cultivar Hass en Quillota, Chile y describe que el desarrollo vegetativo presentó dos flush de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera (8 de octubre a 25 de diciembre) y otro de menor intensidad en verano-otoño (29 de enero a 5 de junio).

2.3.2 Crecimiento radicular

La interdependencia entre raíces y brotación produce un patrón cíclico en las brotaciones de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y raíz aumenta a favor de los brotes, el crecimiento vegetativo declina y el crecimiento de la raíz aumenta recuperándose el balance. El ciclo entonces se repite (WHILEY et al., 1988).

El crecimiento de la raíz de los paltos es determinado principalmente por la temperatura del suelo. La temperatura mínima sobre la cual se registra crecimiento radicular es de 18°C. En gran parte de las zonas productoras de paltas, se registran temperaturas bajo el límite crítico a nivel de suelo durante el período invernal (WHILEY et al., 1988).

El crecimiento radicular bajo las condiciones de Australia presenta dos flush. El primero se inicia a mediados de septiembre, al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo del primer flush desciende. El peak ocurre a fines de noviembre, momento en que la actividad vegetativa es baja, y finaliza en los últimos días de diciembre, cuando se inicia el segundo flush vegetativo. El segundo flush radicular se extiende desde febrero hasta abril con un peak a fines de marzo (WHILEY et al., 1988).

En paltos del cv. Fuerte, bajo las condiciones de Quillota, Chile, el desarrollo radicular se extiende desde mediados de octubre hasta fines de marzo en su primer flush, y desde principios de abril en adelante para el segundo flush, el cual fue menor que el primero (PALMA, 1991).

HERNANDEZ (1991), trabajando con paltos del cultivar Hass, bajo las condiciones de Quillota, Chile, afirma que el desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo flush de crecimiento.

2.3.3 Desarrollo reproductivo

El crecimiento reproductivo comienza después de un corto período de semireceso del árbol con un desarrollo del brote, anthesis y formación del fruto. La floración es un evento de importancia en la fenología del palto, contribuyendo en un 8% a la producción total de materia seca en un ciclo completo de crecimiento (CAMERON et al., 1952). Los órganos florales incrementan el potencial de pérdida de agua del árbol en un 90% y demandan las reservas de carbohidratos y nutrientes que tiene el árbol ([GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991](#)). La floración parte casi al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo de primavera, este es un período de traslape e

intensa competencia por los nutrientes, elementos minerales y agua (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

PALMA (1991), describe una curva de desarrollo floral para el cv. Fuerte en Quillota, Chile, la cual alcanza su máximo peak el 31 de octubre, llegando a su termino el 11 de diciembre.

En el caso del cv. Hass en Quillota, Chile, la floración se concentró entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, paralelamente al flush de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular (TAPIA, 1993).

2.3.4. Cuaja y caída de frutos

La cuaja, depende del éxito de la polinización y posterior fertilización del óvulo en la flor. La polinización es definida como la llegada del polen al estigma del pistilo. Bajo condiciones óptimas, el estigma es encuentra receptivo y el polen germina, produciendo un tubo polínico, el cual crece a través del estigma, estilo y ovario, llegando al óvulo. La fusión del tubo polínico con el óvulo se conoce como fertilización. El producto de la fertilización es el embrión, iniciándose así el crecimiento y desarrollo del fruto (LOVATT, 1997).

El éxito de la formación de frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano) y del tiempo de transición de sink a fuente de los brotes que se renuevan en primavera (WHILEY, 1990).

El crecimiento vegetativo de primavera es particularmente detrimental para la retención de fruta en cultivares vigorosos de paltos como 'Fuerte'. El balance final entre vegetativo y reproductivo se vuelca en favor del crecimiento vegetativo (EMBLETON y JONES, 1964). Sin embargo, la renovación del crecimiento de brotes durante la primavera es necesaria para el desarrollo secundario del fruto (WHILEY, 1990).

Un árbol maduro de palto puede llegar a producir millones de flores cada temporada; sin embargo, las producciones usualmente alcanzan sólo unos cientos de frutos maduros (DEGANI et al., 1986). BLUMENFELD y GAZIT (1974) señalan que la cantidad de fruta que cuaja es menos de un 0,1%, siendo levemente inferior al 0,2% que obtuvo TAPIA (1993) en su trabajo sobre paltos cv. Hass.

La fruta que cae de los paltos puede ser dividida en dos categorías. Una es la fruta en la cual la polinización ocurre, pero no así la posterior fertilización y la otra proviene de flores en las que la polinización y fertilización suceden, dando como resultado una semilla y embrión normal (LOVATT, 1990). Un 90% de las flores y frutitos que caen una semana después del término de la floración no han sido fertilizados (sedgley, 1980).

Inmediatamente después de la cuaja, hay una caída de frutos que han sido pobremente polinizados, con una alta proporción de fruta que parece bastante normal. Esta caída de fruta coincide con el crecimiento vegetativo de primavera, cuando ambos están compitiendo por la

fueron limitados de recursos, ya reducidos por la floración ([GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991](#)).

Bajo las condiciones de Australia, existen dos peaks de caída de fruta. El primero ocurre después de cuaja. La segunda caída de frutos se produce temprano en verano. Está asociada con un flush vegetativo resultando en una competencia entre las dos formas de crecimiento por las reservas del árbol. Estos hechos marcan los dos períodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afectan directamente a la productividad (WHILEY et al., 1988).

En Israel, BLUMENFELD y GAZIT (1974), advirtieron tres ondas de caída de fruta en paltos del cv. Fuerte. La primera ocurre durante los primeros diez días después de cuaja; la segunda, en el mes posterior y la tercera en verano.

En Chile Hernandez (1991), describiendo el ciclo fenológico para la variedad Hass en la zona de Quillota, Chile, advirtió sólo un peak de caída, el cual alcanza su máximo un mes después de la antesis. TAPIA (1993), trabajando también con paltos del cv. Hass, registró un sólo peak de caída, un mes después de floración; sin embargo, observó que si bien la segunda caída de frutos, que comenzó en febrero teniendo una duración de 14 semanas, se aprecia levemente en número, es mucho más significativa en peso, debido a que el tamaño de los frutos es mucho mayor.

Los frutos abscionados han cesado su crecimiento a lo menos una semana antes que se produzca su caída (SEDGLEY, 1980) y presentan la cubierta seminal de color café (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

No existen razones anatómicas para explicar la alta tasa de caída de frutas que se produce post-polinización y se puede sugerir que la competencia sea el responsable de dicha abscisión. Existe competencia no sólo entre los frutitos, sino también entre éstos y el crecimiento vegetativo (SEDGLEY, 1987).

En árboles con una alta carga, la caída de fruta, que coincide con el flush de crecimiento de verano, es el factor más limitante en la productividad del palto. Esta es la última oportunidad que tiene el árbol de ajustar su carga. Una de las causas más importantes de esta caída de verano, cuando el árbol ha invertido de un 10 a un 40% del potencial de peso individual por fruto, es el “stress” de carbohidratos, lo que se suma a altas temperaturas y, algunas veces, a una demanda evaporativa también alta (WOLSTENHOME, WHILEY y SARANAH, 1990).

En un principio las hojas en desarrollo son un “sink” de nitrógeno más que una fuente. Este “sink” vegetativo, probablemente, aumenta también la translocación a los “sink” reproductivos, por lo que no sería este factor el que afecte la cuaja inicial. Sin embargo, en etapas posteriores, se produce competencia entre el “sink” vegetativo y el reproductivo por el nitrógeno (ZILKAH et al., 1987).

Mientras los dos períodos vegetativos, el de primavera y el de otoño son competitivos con la retención y el crecimiento de los frutos, son esenciales a largo plazo para la productividad de los árboles ([GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991](#)).

2.4. Carbohidratos:

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

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), señalan que la alternancia de producción en el palto aparece relacionada a niveles de carbohidratos en el árbol. Altos rendimientos luego de una alta acumulación de almidón durante el invierno anterior resulta en bajos niveles de almidón durante el siguiente año. Los niveles máximos de carbohidratos se encuentran temprano en la primavera y declinan desde ahí hasta otoño. Durante este período donde las reservas de carbohidratos disminuyen se lleva a cabo la floración, crecimiento del brote y desarrollo de los frutos para alcanzar un mínimo en otoño antes de la iniciación floral.

Bajo las condiciones de Queensland, Australia, las reservas de carbohidratos son más altas durante el invierno cuando el crecimiento es mínimo y son más bajas durante el verano. El manejo del ciclo de crecimiento del árbol, para aumentar la productividad, es esencialmente el manejo de las reservas de carbohidratos (WHILEY et al., 1988).

2.5. Inducción y diferenciación floral:

La formación de una flor o inflorescencia se explica como la consecuencia de una serie de cambios que se suscitan en el ápice meristemático contenido en una estructura denominada yema. El punto de inicio de esta secuencia de eventos es la “inducción” floral definida como la condición fisiológica que determina la formación de los tejidos florales en el interior de la yema (RAZETO, 1992). Dichos cambios fisiológicos, según MEYER (1960), son invisibles y dan como resultado condiciones metabólicas dentro de las células meristemáticas que alteran completamente el patrón de diferenciación del meristema.

Debido a la ausencia de cambios anatómicos en la yema inducida, este cambio ha sido denominado “diferenciación floral fisiológica” (LAVEE et al., 1966, AMLING y AMLING, 1983) y puede sufrir una reversión a una condición vegetativa mientras no ocurra manifestación morfológica de partes florales (BERNIER, KINET y SACHS, 1981).

FAUST (1989), señala que la inducción floral es un cambio de la cualidad, que algunos afirman, es gobernado por un balance hormonal y otros lo atribuyen a un cambio en la distribución de nutrientes dentro del meristema apical. Después que el estímulo ha sido recibido, el meristema es programado para formar flores. No se conoce los componentes específicos que actuarían como mensajeros químicos para inducir el desarrollo floral.

El siguiente paso en el proceso de desarrollo floral es la “evocación”, corresponde también a un cambio fisiológico por el cual la condición floral de la yema se intensifica y se hace irreversible previo a la iniciación de los primordios florales (BERNIER, KINET y SACHS, 1981).

La “iniciación” floral es considerada como el primer cambio discernible en la transformación de una yema a botón floral (WESTWOOD, 1982), y por lo tanto a este nivel existe una manifestación morfológica del cambio previamente inducido (JACKSON y SWEET, 1972).

El desarrollo posterior es la “diferenciación floral” que corresponde al desarrollo dentro de la yema de las estructuras que darán origen a la flor y que por lo tanto implica cambios morfológicos e histológicos en el ápice. Ella comienza con la formación de primordios florales a partir de tejidos meristemáticos y termina con la formación de todos los órganos florales en potencia, los que ulteriormente culminan su desarrollo en el momento en que la yema abre dando origen a la flor o al brote floral (brote mixto), según la especie (RAZETO, 1992).

En frutales de hoja persistente, como cítricos y paltos, la inducción de yemas florales ocurre dos a cuatro meses antes de la floración, y la diferenciación floral viene inmediatamente después, uno a tres meses antes que las flores abran; por lo tanto, la inducción y diferenciación es bastante cercana a la floración. Sin embargo, en frutales de hoja persistente, la inducción floral ocurre como consecuencia del período de semilatenencia, en el cual el árbol disminuye su actividad por bajas temperaturas (RAZETO, 1992).

En estudios realizados por SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) en el sudeste de Australia la iniciación floral en el palto, se registra durante el otoño, poco después del crecimiento vegetativo de verano. Así los niveles más bajos de carbohidratos se registran después del flush vegetativo de verano, y justo antes de la iniciación floral de otoño. Por lo tanto, parece poco probable que el nivel de carbohidratos cause la iniciación floral. Más bien, bajos niveles de carbohidratos pueden causar un cese de la actividad vegetativa y este hecho podría estar más relacionado a la iniciación floral. El desarrollo de las flores en paltos cultivados en zonas templadas de Australia muestra una secuencia similar a la descrita en otras partes del mundo. En general el período entre la iniciación floral y la antesis es más largo que lo observado en Florida, California y Sud Africa, debido probablemente a las temperaturas más bajas registradas en el invierno en Australia.

Según THORP, ASPINALL y SEDGLEY (1993), trabajando con paltos del cv. Hass en el sur de Australia (35°12' S., 138°32' E.), la iniciación floral ocurrió al final del otoño, pero solamente en las yemas de los brotes terminales (el último brote formado en un crecimiento terminal o axilar).

Bajo las condiciones subtropicales de Florida, en cultivares guatemaltecos y antillanos transcurren tres meses entre la iniciación floral en invierno y la antesis en primavera (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

SCHROEDER (1951), señala que los ápices redondeados de los meristemas axilares de las yemas, es el principal signo detectable de diferenciación floral, cuya posterior elongación lo transformará en el eje de las inflorescencias.

GONZALEZ (1994), investigó el proceso de formación floral en paltos del cultivar Hass y Fuerte en la zona de Quillota (32°50' latitud Sur y 71°13' latitud Oeste). Los resultados indicaron que el período inductivo se inicia en mayo para el cultivar Hass y en abril para el

cultivar Fuerte, prolongándose en ambas variedades hasta principios de agosto de lo cual se desprende que la formación de la yema floral comprende un tiempo aproximado de veinte semanas antes de la antesis. El aporte de yemas florales de cada uno de los flush vegetativos, en el cultivar Fuerte, fue de similar magnitud, superando con creces a las yemas que se diferenciaron vegetativamente. Sin embargo, en el cultivar Hass sólo el flush vegetativo de otoño contribuyó con yemas florales. El estudio histológico además demostró que las yemas terminales florales corresponden en su mayoría al tipo mixta, generando un brote a partir de su meristema apical mientras que sus meristemas axilares se diferencian floralmente. Sólo un reducido porcentaje desarrolla únicamente flores. Por último, ambos seguimientos confirmaron la influencia que tiene la exposición cardinal en el número de yemas florales producidas y en la tasa de crecimiento de estas, siendo el sector norte el mayor contribuyente y donde el ritmo de crecimiento es mayor. Con respecto a las yemas provenientes del flush de crecimiento vegetativo de primavera, existen tres posibilidades. Primero, que estas se induzcan y diferencien durante el período de verano; segundo, que se induzcan en verano, pero que no lleguen a diferenciarse sino hasta otoño, o bien, tercero que simplemente permanezcan vegetativas induciéndose junto con las yemas provenientes del flush otoñal.

Según JACKSON (1986), con respecto a los factores que inciden en la formación de la yema floral en palto, las temperaturas uniformes y cálidas (20°C o menos), sin altos “peaks” benefician el desarrollo de dicha yema.

Según lo indicado por LOVATT (1986), se puede inducir floración mediante tratamientos de bajas temperaturas, pero no por déficit hídrico, ya que el tratamiento de stress hídrico, que es el mismo que se emplea para inducir floración en limonero, en paltos del cultivar Hass causa acumulación de amonio en las hojas y brotes llegando a un nivel tóxico, el cual se evidencia por la presencia en las hojas de tip-burn, necrosis marginal e incluso abscisión, y en los brotes por muerte interna. La explicación fisiológica de este hecho, se basa en el mecanismo homeostático de destoxicación de amonio vía síntesis de arginina que poseen las plantas, el cual, en el caso del palto Hass, ante un problema de stress por déficit hídrico no funcionaría, pero si actuaría ante un stress térmico por bajas temperaturas.

2.6. Teorías del control endógeno de la inducción y diferenciación floral:

2.6.1. Teoría del florígeno-antiflorígeno

Esta teoría, en sus inicios señalaba que el proceso de floración estaba simplemente controlado por presencia o ausencia de un único promotor hormonal, denominado florígeno; este concepto más tarde fue complementado con la existencia de un inhibidor floral o antiflorígeno (BERNIER, 1988).

Según lo experimentado, en distintas plantas que presentan respuestas fotoperiódicas, las hojas fotoinducidas serían supuestamente productoras de florígeno y el antiflorígenosería producido por hojas no inducidas (BERNIER, 1988).

Estos compuestos se moverían a través del floema junto con los asimilados y actuarían en el meristema.

Por lo tanto, la inducción floral puede ser gatillada cuando el balance de estos dos compuestos favorezca al florígeno (BERNIER, 1988).

2.6.2. Teoría de la señal eléctrica

Estímulos, tales como heridas o luz aplicados en una parte de la planta pueden ser transportados muy rápidamente, ejerciendo su efecto en otra zona de dicha planta. La velocidad del transporte es tan alta que se excluye la posibilidad de un compuesto químico movilizado vía simplasto o floema (BERNIER, 1988).

Se sabe que la fotoinducción puede alterar las propiedades de las membranas y posiblemente el flujo de iones, porque se piensa que por lo menos parte del estímulo exportado por hojas inducidas puede ser una señal electrofisiológica de rápido movimiento. Sin embargo, todo intento por detectar la transmisión ha fallado (BERNIER, 1988).

2.6.3. Teoría de la diversión de nutrientes

Esta teoría postula que la inducción, cualquiera sea la naturaleza de los factores involucrados, es una modificación en la relación “source-sink” dentro de la planta; en tal caso el ápice recibiría una más alta concentración de asimilables en comparación a condiciones no inductivas (BERNIER, 1988).

2.6.4. Teoría del modelo de control multifactorial

Parte de la evocación y morfogénesis floral puede ser producida por aplicación de varios compuestos químicos, incluyendo carbohidratos, reguladores del crecimiento y antagonistas de reguladores de crecimiento (BERNIER, 1988).

BERNIER (1988), propone que varios factores promotores, están involucrados en el control de la iniciación floral, la cual ocurriría sólo cuando todos estos elementos estén presentes en el ápice en el momento y en las concentraciones adecuadas.

2.7. Factores que influyen en la inducción y diferenciación floral:

2.7.1. Factores exógenos

Según BERNIER (1988), los factores ambientales interactúan de tal manera que cada uno puede cambiar el valor umbral de otro. Los distintos factores pueden actuar en sitios totalmente diferentes dentro de la planta y ser sumados sólo siguiendo una secuencia precisa.

Posiblemente, la interacción entre los procesos fisiológicos y los factores ambientales dan lugar al equilibrio hormonal endógeno apropiado que causa la iniciación floral (WESTWOOD, 1982).

2.7.1.1. Clima

La inducción floral en especies de zonas templadas depende mucho más de las variaciones estacionales del clima que en plantas tropicales. Sin embargo, todas las plantas dependen de factores ambientales claros, como luz, temperatura, y gran cantidad de ellas también del fotoperíodo (WESTWOOD, 1982).

- Temperatura: la temperatura es uno de los principales factores que influye sobre el ciclo fenológico de las plantas, de modo tal que afecta significativamente la formación de la yema floral.

En términos específicos se relaciona con el mecanismo hormonal de la floración por diversos medios, como por ejemplo, influir en el ritmo de síntesis o de destrucción de los compuestos involucrados, en la velocidad de traslado desde las hojas a los meristemas y en la efectividad de la hormona u hormonas en la ejecución de los cambios morfogénicos en los meristemas (MEYER, 1960).

En conexión con lo anterior, en los frutales de hoja persistente, la inducción floral ocurre como consecuencia de una disminución de la actividad metabólica del árbol. De hecho, en localidades de clima subtropical, es la latencia en la que entran los árboles a raíz de la baja temperatura invernal, la responsable de la inducción (RAZETO, 1992).

- Luz: la intensidad y duración de la iluminación son factores que ejercen una importante acción sobre la preparación de la floración (COUTANCEAU, 1964), puesto que es de aplio conocimiento que la floración y fructificación es menos abundante a la sombra que bajo plena luz (MEYER, 1960).

Al respecto, COUTANCEAU (1964) señala que una alta intensidad luminosa favorece la formación de flores en árboles frutales.

Es así como en el interior de un árbol con numerosas ramificaciones y excesiva densidad de ramillas, la iluminación es deficiente y la floración es nula en su interior, sólo la parte exterior de la canopia con iluminación suficiente presenta floración satisfactoria (COUTANCEAU, 1964).

Según JACKSON (1986), los efectos de la luz pueden ser las respuestas de las yemas a más baja fotosíntesis en hojas adyacentes y/o a un cambio en el balance hormonal.

Por otra parte, muchas plantas responden a la longitud del día llamado fotoperíodo; sin embargo, la inducción floral en la mayoría de las especies frutales no es dependiente de este factor (WESTWOOD, 1982).

2.7.1.2. Agua

JACKSON (1986) señala que una drástica disminución de la disponibilidad de agua en el suelo puede limitar la iniciación de yemas florales en muchos frutales. Sin embargo, en cítricos se ha encontrado que es posible el control del momento de iniciación floral por suspensión del riego.

Por lo tanto, limitados “stress” hídricos en ciertas plantas pueden provocar iniciación floral (COUTANCEAU, 1964).

En cambio, en una situación postinductiva, la yema, para lograr una óptima diferenciación, requiere de un buen abastecimiento de agua en el árbol. Un déficit en cualquier momento del período de diferenciación floral puede determinar que ésta no se complete o lo haga sólo parcialmente (RAZETO, 1992).

2.7.2. Factores endógenos

2.7.2.1. Reguladores del crecimiento

Un regulador del crecimiento es una sustancia orgánica, natural o de síntesis, que tiene una influencia directa sobre los procesos fisiológicos de la planta a muy bajas concentraciones (DAVIES, 1987). En general, los efectos producidos por los reguladores del crecimiento no son específicos y la misma sustancia puede afectar, de forma variada, diferentes procesos fisiológicos, dependiendo tanto de la naturaleza, concentración e interacciones de los reguladores del crecimiento. Además el efecto depende del sitio de acción y de la condición en que se encuentra el tejido vegetal donde se produce su acción (MAGDAHL, 1991).

El estudio de las técnicas que permiten lograr una alta competitividad y eficiencia para mantener la rentabilidad del cultivo es hoy una necesidad en la agricultura. Una de estas técnicas es el uso de reguladores del crecimiento para influir en los diferentes procesos fisiológicos del árbol (MAGDAHL, 1991).

- Giberelinas: las giberelinas son compuestos isoprenoides que poseen la capacidad única entre las hormonas vegetales reconocidas, de estimular el crecimiento generalizado de las plantas. Con algunas excepciones por lo general estimulan la elongación de tallos mucho más que el de secciones escindidas de tallos, por lo que sus efectos son opuestos a los de las auxinas en este aspecto. Todas las giberelinas son derivados del esqueleto de ent-giberelano. Específicamente son diterpenos que se sintetizan a partir de unidades de acetato del acetil coenzima A en la ruta del ácido mevalónico (SALISBURY Y ROSE, 1994).

Las semillas inmaduras contienen cantidades relativamente elevadas de giberelinas en comparación con otras partes de la planta, pero se piensa que las hojas jóvenes son los sitios principales para la síntesis de giberelinas además de las raíces en las que también se sintetizan (SALISBURY Y ROSE, 1994).

Aplicaciones exógenas aumentan el tamaño de los brotes y longitud de entre nudos (GOLDSCHMIDT y MONSELISE, 1970; GUARDIOLA et al., 1980; KAWASE et al., 1987) y estimulan la expansión foliar (GUARDIOLA et al., 1980). Parte de estos efectos pueden ser indirectos a causa de la reducción en el número de flores formadas en los tratamientos con ácido giberélico, ya que éstos inhiben la brotación de las yemas de flor, pero un efecto directo en el crecimiento de los órganos vegetativos es evidente ya que los mismos efectos se observan cuando las giberelinas se aplican localmente a un número limitado de brotes (SANZ y GUARDIOLA, 1988).

El ácido giberélico suele ser antagónico con el proceso de formación de yemas florales. No obstante, hay especies más sensibles que otras en este aspecto (RAZETO, 1992).

Las giberelinas han sido señaladas como inhibidoras de la iniciación floral en frutales de hoja caduca (SEDGLEY, 1990) y en algunos frutales subtropicales y tropicales como los cítricos (DAVENPORT, 1990) y mango (Kachru et al., 1972). La inhibición de la floración por GA3 es normalmente asociada con la estimulación del crecimiento vegetativo.

El efecto inhibitorio y promotor de las aplicaciones exógenas de GA3 en la floración son dependientes de la especie, concentración y tiempo de aplicación (PORLINGIS and BOYNTON, 1961; GUARDIOLA et al., 1977; LORD and ECKARD, 1987; SCHUCH et al., 1990).

Según MONSELISE (1985), las giberelinas actuarían principalmente sobre la evocación floral, o como lo señalan BUBAN Y FAUST (1982), sobre las primeras etapas de iniciación floral, más que sobre la inducción. Aparentemente, por lo menos en cítricos, los efectos de las giberelinas estarían vinculados a particulares fracciones de proteínas.

Aplicaciones exógenas de giberelina, como GA3, inhibe la formación de la yema floral en muchas plantas leñosas (ZEEVART, 1976).

LOVATT et al. (1988) estudiaron la relación entre la floración, inducida por bajas temperaturas y sequía, y los contenidos foliares de amonio en árboles de limón "Frost Lisbon" de 16 años y en naranjos "Washington Navel" de 5 años. Según estos autores cualquier "stress" que inhiba el desarrollo vegetativo produce inicialmente una acumulación de amonio y que esto influye en la iniciación floral en cítricos. Según MAGDAHL (1996)*, el nitrógeno dentro de la planta se encuentra en forma de amonio y éste se utiliza continuamente mientras el árbol está en actividad, por lo tanto, no hay acumulación de amonio. Sin embargo, si el metabolismo del árbol se detiene por algún motivo, el amonio se empieza a acumular, y a partir de ciertos niveles comienza a ser tóxico. Entonces, el árbol para disminuir los niveles tóxicos de amonio, sintetiza arginina y comienza a producir cadenas de poliamina (cadenas de aminoácidos). Dentro de las aminos, se ha determinado que la putresina es la sustancia que determinaría la inducción de una yema. Las giberelinas estarían modulando la expresión de esta inducción en cítricos: niveles bajos de giberelinas endógena permite que la inducción se exprese, y si los niveles son altos se produce un efecto inhibitorio de la floración aunque haya existido inducción en las yemas.

* Magdahl, C. Ing. Agr. 1996. Universidad Católica de Valparaíso. Comunicación personal.

De hecho, pequeñas cantidades de giberelinas aplicadas en cítricos, inhibe completamente la formación floral sin afectar la longitud de los brotes del flush de crecimiento primaveral, lo que negaría la hipótesis de que las giberelinas reprimen la floración por la desviación de los recursos al crecimiento vegetativo (MONSELISE, 1985).

La reducción de la floración observada después de aplicaciones de ácido giberélico se debe a una reducción en el número de yemas que brotan, siendo las yemas que producen brotes generativos las más sensibles, no afectándose el número de brotes vegetativos, salvo en casos extremos (GUARDIOLA, 1981; GARCIA-LUIS et al., 1986). Según GUARDIOLA et al. (1982) las giberelinas no afectan el número de flores formadas en cada inflorescencia, sino que es un efecto del “todo o nada” sobre la brotación de las yemas, lo que contrasta con el efecto cuantitativo sobre la floración a nivel de árbol. Esta diferencia se debe a que las yemas presentan una sensibilidad diferencial al ácido giberélico, que depende de su condición interna, lo que tendría un efecto regulador de la floración (GUARDIOLA, 1981; GUARDIOLA et al., 1982).

SALAZAR y LOVATT (1997), experimentaron con aplicaciones de GA3 en palto del cultivar Hass probando diferentes dosis y fechas de aplicación, bajo las condiciones de California, U.S.A. Señalan que los tratamientos con GA3 producen una brotación y crecimiento temprano del brote. Aplicaciones realizadas antes de la iniciación floral dieron como resultado la producción de brotes vegetativos. Aplicaciones de GA3 temprano en el desarrollo de la inflorescencia dieron como resultado el crecimiento de inflorescencias parcialmente formadas, faltando algunos ejes secundarios y con un reducido número de flores por inflorescencia. La precocidad en el desarrollo de las inflorescencias fue incrementada con el aumento en las concentraciones de GA3 (50 a 1000 mg/l). Sin embargo, con concentraciones de 1000 mg/l aplicado en noviembre, diciembre o enero causó una marcada elongación de los ejes de la inflorescencia, lo cual apareció muy débil para soportar la cuaja.

Según Salazar, (1997)* esta hormona no solo controla el crecimiento vegetativo y reproductivo, sino que además, en aplicaciones tardías en el estado de elongación de ejes secundarios de la panícula incrementa el desarrollo precoz del brote vegetativo de inflorescencias indeterminadas, uniforme floración, incrementa tamaño del fruto, y además retarda el ennegrecimiento de la epidermis del fruto cosechado tardíamente. Además se reporta que las aplicaciones tempranas son las más exitosas para reducir la intensidad de la floración y manipular el amarre de los frutos. Un efecto adicional del ácido giberélico es que hasta cierto punto es una herramienta para reducir la alternancia productiva, llegando a reducirla en un 50% en los ensayos realizados en California.

- Citocininas: en general, el efecto de la citocinina sobre la inducción floral no está claro, ya que las citocininas exógenas causan promoción e inhibición de la iniciación floral en una gran diversidad de especies, aunque los efectos promotores son muchos más frecuentes que los inhibidores (BERNIER, 1988).

LUCKWILL (1970), citado por BUBAN y FAUST (1982) señala que no existe evidencia suficiente para involucrar directamente a las citocininas en la iniciación floral del manzano.

* SALAZAR, S. Ing. Agr. Ph.D. 1997. Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP. Comunicación personal

El efecto de las citocininas es a menudo dependiente de la presencia de otros reguladores del crecimiento (BERNIER, 1988).

- Auxinas: en manzano, las auxinas endógenas parecen tener un efecto indirecto pero favorable sobre la iniciación de la yema floral al principio de la estación de crecimiento (BUBAN y FAUST, 1982).

ZEEVART (1976) señala que el ácido indol acético tiene un efecto dual sobre la formación floral en *Chenopodium*: cuando es aplicado durante la inducción inhibe la floración y cuando es suministrado como un tratamiento postinductivo estimula la formación floral.

- Etileno: ZEEVART (1976) indica que esta hormona gaseosa estimula la iniciación floral en manzano y mango. Sin embargo, en la mayoría de las otras plantas estudiadas el etileno ejerce un efecto inhibitorio sobre la formación floral.

Según BUBAN y FAUST (1982), en manzano doblando a la posición horizontal o podando en verano, se aumenta la producción de etileno y ambos métodos inducen yemas florales. También los reguladores de crecimiento exógenos que tienen efectos similares a las auxinas, promoverían el etileno.

- Ácido abscísico: la conexión entre inhibidores endógenos de crecimiento, como el ABA, e iniciación floral aún no está clara (BUBAN y FAUST, 1982).

No obstante, en plantas fotoperiódicas el ABA no parece ser un factor determinante en la transición floral, excepto quizás en algunas especies (BERNIER, 1988).

2.7.2.2. Relación carbono-nitrógeno

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

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

2.7.2.3. Actividad vegetativa:

RAZETO (1992) señala que la inducción y diferenciación de yemas florales es dependiente de la existencia de hojas, puesto que son las proveedoras del estímulo necesario para la formación de las estructuras florales, el cual correspondería a una hormona hipotética denominada florígeno.

Por otro lado, la formación de la yema floral misma es un proceso de crecimiento, siendo el crecimiento vegetativo el que otorga las sustancias necesarias para la actividad organogénica

(BUBAN y FAUST, 1982). Por lo tanto, cualquier factor que cause descenso de la fotosíntesis afecta la formación de yemas florales. La falta de luz, la clorosis en las hojas, la presencia de áreas necrosadas, los daños parasitarios que comprometen el mesófilo pueden ser todas causa de bajas en la floración (RAZETO, 1992).

Sin embargo, a pesar que uno de los requisitos para la formación de la yema floral es una adecuada área foliar, un excesivo crecimiento vegetativo baja el número de yemas florales (BUBAN y FAUST, 1982).

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Ubicación y descripción de las zonas de ensayo:

El ensayo en vivero se realizó en el predio “Huerto California” perteneciente a Agrícola-Huerto California S.A., ubicado en la localidad de San Isidro provincia de Quillota (32°50’ latitud Sur y 71°13’ latitud Oeste), V Región, Chile.

El ensayo en árboles adultos se realizó en el predio “El Porvenir” perteneciente a Don Cristian Hargous, ubicado en la comuna de La Calera, provincia de Quillota (32°50’ latitud Sur y 71°13’ latitud Oeste), V Región, Chile.

La zona de Quillota presenta un clima del tipo mediterraneo de verano seco y cálido bien definido, característico de los valles transversales. Se ve influida por vientos alisios o subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos debido a la acción de frentes polares (MARTINEZ, 1981).

De acuerdo a la clasificación de Köeppen, Quillota se encuentra dentro de la notación Csb, que corresponde a clima templado cálido con estación seca prolongada (7 a 8 meses), con temperatura media mensual superior a 10°C por más de cuatro meses (MARTINEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona, se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 5,5°C. El período libre de heladas aprovechable es de nueve meses (septiembre a mayo). La suma anual de temperaturas, base 5°C, es de 3.700 grados día, y en base 10 °C, 1900 grados día (NOVOA et al., 1989).

Aunque en Quillota se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno, estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a daños por bajas temperaturas (MARTINEZ, 1981).

La zona del río Aconcagua tiene precipitaciones del tipo ciclónico y orográfico (MARTINEZ, 1981). El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación promedio anual de 437 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con 125 mm (NOVOA et al., 1989).

La evaporación media llega a 1.361 mm anuales, con un máximo mensual en diciembre de 219,3 mm y un mínimo en junio con 36,1 mm (NOVOA et al., 1989).

La humedad relativa de la zona es más bien alta, siendo uniforme a lo largo del año, presentándose en forma más alta en los meses de invierno y durante las primeras horas de la mañana. Los suelos de este valle son regados con agua del río Aconcagua (MARTINEZ, 1981).

3.2. Ensayo en vivero:

3.2.1. Material

Como material vegetal se utilizaron 160 árboles de la variedad Edranol y 160 árboles de la variedad Bacon. Estas plantas presentaban como portainjerto a paltos del cultivar Mexícola. Las semillas del portainjerto se sembraron en el mes de _____ y posteriormente a partir de _____ se injertaron con la variedad correspondiente.

Las aplicaciones se realizaron con un pulverizador manual y la solución de aplicación correspondió a un humectante adherente (Citowett) en dosis de 0,5 cc/l mas ácido fosfórico para acidificar el agua entre pH 6-7, lo que aumenta la capacidad de absorción del GA3 por el punto isoelectrico de la hormona, y ácido giberélico (Progibb 1%) en las dosis correspondiente a los 16 tratamientos (cuadro 1). Por cada tratamiento se utilizaron 10 repeticiones. Los tratamientos testigos consisten en la aplicación de la solución de agua acidificada entre pH 6-7 más el adherente en las mismas dosis.

Los árboles se encontraban en bolsas con riego por goteo, distribuidos en mesas de 96 plantas, constituidas por dos hileras. Se utilizaron 5 mesas de las cuales tres fueron cortinas intercaladas para aislar los tratamientos y en las otras dos se realizaron las aplicaciones por tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos del ensayo en vivero.

DOSIS	EPOCAS DE APLICACION
0 ppm	abril
50 ppm	abril
100 ppm	abril
200 ppm	abril
0 ppm	mayo
50 ppm	mayo
100 ppm	mayo
200 ppm	mayo
0 ppm	junio
50 ppm	junio
100 ppm	junio
200 ppm	junio
0 ppm	julio
50 ppm	julio
100 ppm	julio
200 ppm	julio

3.2.2. Mediciones

- Yemas. Se realizó un muestreo de la yema apical y la 3ª yema lateral del brote apical de 5 plantas por tratamiento, para su posterior análisis histológico. Esto se realizó una vez en la 2ª semana de agosto en el cultivar Edranol. El procedimiento empleado para preparar las muestras fue el siguiente:

1º Fijación de la muestra en solución FAA (90% de alcohol etílico 70°, 5% ácido acético glacial y 5% formalina).

2º Deshidratación con alcohol 50°, 70°, 80°, 96°, 100°(Y), 100°(II), xilol (Y), xilol (II) y xilol histosec.

3º Formación del bloque de histosec.

4º Corte micrótopo rotatorio tipo Microt, cortes de 10-14 micrones.

5º Montaje en portaobjeto con gelatina 3%, desparafinado con xilol, hidratación lavando con alcohol 100°, después con alcohol 70° para, finalmente, aplicar agua destilada.

6º Tinción con safranina 1% en solución acuosa por 3 min, que tiñe de rojo el suber y la lignina; después se lava con agua destilada corriente y finalmente se aplica fastgreen 0,2% en solución alcohólica por 3 min, que tiñe de verde la celulosa.

7° Lavado con alcohol 100° tres veces consecutivas, repitiendo con xilol, para finalmente montar el cubreobjeto con entellán.

Una vez listas las muestras, cada una de ellas se observó con una lupa WILD M5, ocular, variando los objetivos desde 6x hasta 50x, y se clasificó, según su grado de diferenciación, en los rangos porcentuales que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Rangos porcentuales, según el grado de diferenciación.

Porcentaje de diferenciación asignado	Características morfológicas que determinan mayor o menor grado de diferenciación, y que se asocian arbitrariamente a un porcentaje de diferenciación.
0%	Yema totalmente vegetativa.
25%	Yema con uno o dos de sus meristemas pobremente diferenciados.
50%	Yema con uno o dos meristemas diferenciados, con al menos un meristema en estado avanzado de diferenciación y con cierto grado de elongación.
75%	Yema con todos sus meristemas en distintos grados de diferenciación y elongación, pero manteniendo siempre el meristema apical vegetativo.
100%	Yema con todos sus meristemas diferenciados floralmente, con distintos grados de elongación, incluso el meristema apical, lo cual daría origen a un brote determinado.

En el cultivar Bacon se realizó una observación visual del estado (vegetativo o floral) de la yema apical y 3ª yema lateral de los 10 árboles por tratamiento, contando el número de flores en el caso de que la yema resultara floral, durante la última semana de septiembre y la primera de octubre.

- Brotación. Se midió el largo del brote apical en el mes de septiembre en las 10 plantas del cultivar Bacon y en sólo 3 árboles del cultivar Edranol pues se extrajeron las yemas apicales en el resto de las plantas.

3.2.3. Análisis estadístico

Este ensayo consta de 16 tratamientos probando 3 dosis de GA3 y 4 épocas de aplicación y 4 tratamientos testigo, contando cada tratamiento con 10 repeticiones (CUADRO 1).

Se utilizó un diseño estadístico correspondiente a completamente al azar con submuestreo. El diseño consta de 2 factores (variables) con 4 niveles cada una, con lo que se obtienen 16 tratamientos, con 10 repeticiones por tratamiento.

Los resultados de las distintas variables medidas se analizaron mediante un arreglo multifactorial con un nivel de significancia del 5%. De existir diferencias significativas entre los tratamientos se ejecutó la Prueba de Intervalos Múltiples de Duncan, o la de Teoría de Modelos Generalizados, o un análisis de Varianza para Experimentos Multifactoriales, o se utilizó la prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis, según corresponda al 5% de significancia.

3.3. Ensayo huerto:

3.3.1. Material

Los árboles que se ocuparon en el experimento que se llevó a cabo en la parcela “El Porvenir” se plantaron en el año 1982. El huerto corresponde a árboles del cultivar Hass sobre portainjerto del cultivar Mexícola que se encuentran plantados a 8x8 con un árbol en quince que corresponde al cultivar Edranol. Se eligieron 120 árboles del cultivar Edranol cuidando obtener la mayor uniformidad en las plantas en cuanto a: diámetro de tronco, alto y diámetro del árbol, no emboscados, árboles sanos y que se encuentren sobre el mismo suelo.

La aplicación en la práctica se realizó con una pulverizadora de 400 l acoplada al tractor. La solución llevó Citowett en dosis de 0,5 ml/l mas ácido fosfórico con el fin de alcanzar un pH entre 6-7 lo que aumenta la capacidad de absorción del GA3 por el punto isoelectrico de la hormona y el ácido giberélico (Progibb 1%) en las dosis correspondiente a los 12 tratamientos (cuadro 3). Por cada tratamiento se utilizaron 10 repeticiones. Los tratamientos testigos comprendieron la aplicación de la solución de agua acidificada entre pH 6-7 más el adherente en las mismas dosis.

Cuadro 3. Tratamientos del ensayo en huerto.

DOSIS	EPOCAS DE APLICACION
0 ppm	mayo
50 ppm	mayo
100 ppm	mayo
200 ppm	mayo
0 ppm	junio
50 ppm	junio
100 ppm	junio
200 ppm	junio
0 ppm	julio
50 ppm	julio
100 ppm	julio
200 ppm	julio

Finalmente se procedió a marcar una rama orientada hacia el norte y una hacia el sur de cada árbol ubicadas a 1,5 m de altura.

3.3.2. Mediciones

Los árboles usados en el experimento se clasificaron y agruparon según la cantidad de carga que presentaban, pues la cantidad de fruta por árbol es un hecho que influye en las mediciones. Así se formaron dos grupos de árboles: el primer grupo de baja a mediana carga y el segundo de mediana a alta carga.

- Yemas. Se realizaron muestreos de yemas apicales y laterales (3ª yema), para su posterior análisis. Las yemas se tomaron de ramas (una orientada hacia el norte y otra hacia el sur) ubicadas a 1,5 m de altura. Esto se realizó en la 2ª semana de agosto. El procedimiento del análisis histológico es el mismo descrito en el ensayo de vivero.

- Floración. En este ítem se midió:

- Intensidad de floración. Se midió este parámetro usando una escala subjetiva, en la que se registra el porcentaje de la copa que se encuentra cubierta con panículas (CUADRO 5).

CUADRO 5. Escala subjetiva de intensidad de floración.

INTENSIDAD FLORACION	PORCENTAJE DE LA COPA CUBIERTA POR PANICULAS
1	0% - 20%
2	21% - 40%
3	41% - 60%
4	61% - 80%
5	81% - 100%

- Grado de floración. Se determinó por medio de apreciación visual según una escala subjetiva a medida que el árbol avanzaba en su floración. La escala subjetiva expresa el porcentaje de la copa que se encuentra florecido, con respecto al total de ésta (CUADRO 4).

CUADRO 4. Escala subjetiva de floración.

GRADO DE FLORACION	PORCENTAJE DE LA COPA FLORECIDA
1	0% - 20%
2	21% - 40%
3	41% - 60%
4	61% - 80%
5	81% - 100%

Inicio, peak y fin de floración. Mediante apreciación visual, también utilizando la escala subjetiva de floración, correspondiendo al período desde que abrieron las primeras flores hasta que abrieron las últimas flores del árbol.

- Largo de brote. Se midió el largo del brote de dos ramas de cada árbol (una rama orientada hacia el norte y una hacia el sur) una sola vez terminada la floración a fines de noviembre.

- Caída de hojas. Cantidad de hojas de la temporada anterior que quedan en las ramas, cuántas cayeron y cuándo cayeron, tomando una rama orientada hacia el norte y una hacia el sur de cada árbol, realizando mediciones cada 20 días desde que comenzó la floración.

- Cuaja. En este aspecto se midió:

- N° de frutos cuajados. Esta medición se realizó terminada la floración y con un promedio de diámetro ecuatorial de fruto de 2-3 cm, contando el número de frutos cuajados por metro cuadrado de superficie de copa en las cuatro direcciones de los puntos cardinales de cada árbol (N, S, E, O).

3.3.3. Análisis estadístico

Este ensayo consta de 12 tratamientos probando 3 dosis de GA3 y 3 épocas de aplicación y 4 tratamientos testigo, contando cada tratamiento con 10 repeticiones (CUADRO 3).

Se utilizó un diseño estadístico correspondiente a completamente al azar con submuestreo. El diseño consta de 2 factores (variables). La variable fecha de aplicación consta de 3 niveles y la segunda variable que es la dosis consta de 4 niveles, con lo que se obtienen 12 tratamientos, con 10 repeticiones por tratamiento.

Los resultados de las distintas variables medidas se analizaron mediante un arreglo multifactorial con un nivel de significancia del 5%. De existir diferencias significativas entre los tratamientos se ejecutó la Prueba de Intervalos Múltiples de Duncan, o la de Teoría de Modelos Generalizados, o un análisis de Varianza para Experimentos Multifactoriales, o se utilizó la prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis, según corresponda al 5% de significancia.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Ensayo en vivero:

4.1.1. Análisis de yema

El análisis estadístico en la observación visual del estado de la yema apical y tercera yema lateral en el cultivar Bacon, no arrojó diferencias significativas como para afirmar que los tratamientos tuvieron efecto en el estado floral de la yema apical y tercera yema. En el CUADRO 6 se pueden ver las proporciones promedios de yemas apicales y tercera yemas en estado floral.

CUADRO 6. Proporción de yemas apicales y laterales (3ª yema), en estado floral.

Prop Est Floral	Épocas de Aplicación	Dosis de Ácido Giberélico (AG) aplicada				Devianza
		0 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	
Yema Apical	Abril	1,0	0,3	0,0	0,0	117,91
	Mayo	1,0	0,4	0,1	0,1	
	Junio	1,0	0,9	1,0	1,0	
	Julio	1,0	0,9	1,0	0,9	
3º Yema Lateral	Abril	0,4	0,0	0,0	0,0	132,64
	Mayo	0,6	0,2	0,0	0,0	
	Junio	0,4	0,3	0,1	0,2	
	Julio	0,7	0,2	0,3	0,0	

Pero al observar la FIGURA 1, se puede ver como en los meses de abril y mayo a medida que aumenta la concentración en la solución de aplicación se reduce el porcentaje de yemas apicales que traen ejes florales, hasta llegar a 0% de yemas con flores con 100 ppm y 200 ppm en el mes de abril y a un 10% con 100 ppm y 200 ppm en el mes de mayo. En los meses de junio y julio al aumentar la concentración del ácido giberélico no presentó efecto en la reducción del número de yemas florales.

En las FIGURAS 2, 3, 4 y 5 se puede apreciar, al igual que en las yemas apicales, como en las terceras yemas la proporción de estas en estado floral disminuye a medida que aumenta la concentración de ácido giberélico en los meses de abril y mayo y como en los meses de junio y julio aunque aumente la concentración del producto no tiene efecto inhibitorio sobre las yemas ya inducidas a flor, teniendo este hecho la misma explicación. Además, se puede ver como una proporción de estas yemas no se encontraban brotadas en el momento de la observación.

En primer lugar las giberelinas han sido señaladas como inhibidoras de la iniciación floral en frutales subtropicales (DAVENPORT, 1990), pero en este caso las adiciones exógenas de giberelinas se realizan todas después de la iniciación floral que ocurre a fines de verano, lo que estaría indicando un efecto de reversión de la iniciación floral en los paltos de vivero de la variedad Bacon. Ahora esta inhibición de la floración ha sido normalmente asociada con la estimulación del crecimiento vegetativo. En segundo lugar uno de los factores que afectan las aplicaciones hormonales son el estado fenológico en que se encuentra el cultivo. Así el que las aplicaciones de junio y julio con diferentes concentraciones no tengan efecto se puede atribuir a que la yema ya se encontraba en un estado más avanzado de diferenciación por lo que el ácido giberélico no tiene efecto en revertir el proceso.

En el cultivar Edranol, se realizó un análisis histológico de yemas. La FIGURA 6 muestra el efecto de los diferentes tratamientos en el porcentaje de diferenciación promedio de yemas apicales. En los tratamientos efectuados en el mes de abril y mayo, con dosis de 50, 100 y 200 ppm se observa como las yemas se presentan completamente vegetativas (0%). En los meses de junio y julio se puede ver como los tratamientos no tienen efecto claro en el porcentaje de

diferenciación, manteniéndose en valores cercanos al 60%. La FIGURA 7 muestra el mismo efecto descrito anteriormente pero en la 3ª yema lateral. Los tratamientos más tempranos disminuyen el porcentaje de diferenciación en contraposición con los tratamientos de junio y julio que no presentan efecto. Estos resultados concuerdan con lo observado en el cultivar Bacon en vivero, en que en un análisis visual de presencia/ausencia de flores en yemas apicales y 3ª yema, arroja una disminución en el porcentaje de yemas con flores en los meses de abril y mayo, pero sin efecto en junio y julio.

En cuanto al efecto del ácido giberélico en el número de flores que traía cada yema en el caso que fueran florales, se pudo determinar que existe efecto de las aplicaciones con las diferentes concentraciones y con las diferentes fechas de aplicación, tanto en las yemas apicales como en las terceras yemas como se puede apreciar en los CUADROS 7 y 8 respectivamente.

CUADRO 7. Influencia de los distintos tratamientos en el número de flores, en yemas apicales.

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación de Dosis De Ácido Giberélico Y Época De Aplicación De Ác. Gib.	0 ppm/Abril	62,400	a
	50 ppm/Abril	18,600	b
	100 ppm/Abril	0,000	b
	200 ppm/Abril	0,000	b
	0 ppm/Mayo	78,100	a
	50 ppm/Mayo	38,700	a b c
	100 ppm/Mayo	13,100	b c
	200 ppm/Mayo	5,500	b c d e
	0 ppm/Junio	69,500	a c f
	50 ppm/Junio	70,300	a c f
	100 ppm/Junio	84,100	a f g
	200 ppm/Junio	82,700	a c f g
	0 ppm/Julio	118,200	a g h
	50 ppm/Julio	79,500	a c f g h i
	100 ppm/Julio	92,900	a f g h i
	200 ppm/Julio	53,600	a c f g i

En el efecto de la hormona en las yemas apicales (CUADRO 7) se puede observar que las aplicaciones de los meses de junio y julio son estadísticamente iguales entre sí, al igual que con 0 ppm en abril, 0 ppm en mayo y 50 ppm en mayo, y presentan un mayor promedio de flores que los otros tratamientos. En los meses de abril y mayo a medida que aumenta la concentración de la hormona disminuye el número de flores, aunque estadísticamente sean iguales 50 ppm, 100 ppm y 200 ppm de cada mes respectivamente, alcanzando el valor cero el promedio en las concentraciones de 100 ppm y 200 ppm en el mes de abril. Ahora, los promedios de las concentraciones distintas a 0 ppm en mayo son estadísticamente iguales a algunos valores de junio y julio pero el promedio es sustancialmente menor. Esto indica que el ácido giberélico además de poder inhibir completamente la floración, también reduce el número de flores en el caso en que las yemas todavía se desarrollen en forma reproductiva. Esta respuesta se basa también en la inhibición que causa el ácido giberélico en la floración, siempre dependiendo esta

de la concentración de la hormona, momento de aplicación y condiciones ambientales. Salazar (1997)* también comprueba el efecto de disminución de la intensidad de la floración en paltos adultos del cultivar Hass.

En las terceras yemas (CUADRO 8) también existe efecto de los tratamientos pero al realizar la comparación de medias, todos los promedios son estadísticamente iguales excepto el testigo (0 ppm) del mes de julio que estadísticamente diferente a los demás y mayor. Esto puede ser explicable pues el número de observaciones en este caso son mucho menores ya que hay un cierto número de yemas que no brotaron. Sin embargo, al observar los promedios, se puede constatar también una tendencia a la disminución del número de flores a medida que aumenta la concentración del ácido giberélico en los diferentes meses.

CUADRO 8. Influencia de los distintos tratamientos en el número de flores, en yemas laterales (3ª yema).

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación de Dosis De Ácido Giberélico Y Época De Aplicación De Ác. Gib.	0 ppm/Abril	8,000	a
	50 ppm/Abril	0,000	a
	100 ppm/Abril	0,000	a
	200 ppm/Abril	0,000	a
	0 ppm/Mayo	10,800	a
	50 ppm/Mayo	4,000	a
	100 ppm/Mayo	0,000	a
	200 ppm/Mayo	0,000	a
	0 ppm/Junio	7,100	a
	50 ppm/Junio	5,800	a
	100 ppm/Junio	1,800	a
	200 ppm/Junio	8,700	a
	0 ppm/Julio	31,500	b
	50 ppm/Julio	5,700	a
	100 ppm/Julio	4,400	a
	200 ppm/Julio	0,000	a

4.1.2. Largo del brote apical

En el cultivar Bacon el análisis estadístico arroja que que existe evidencia para afirmar que los tratamientos afectan el largo del brote apical (CUADRO 9).

* SALAZAR, S. Ing.Agr. Ph.D. 1997. Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP. Comunicación personal.

CUADRO 9. Efecto del ácido giberélico sobre el largo del brote apical en el cultivar Bacon.

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación de Dosis De Ácido Giberélico Y Época De Aplicación De Ác. Gib.	0 ppm/Abril	2,310	a
	50 ppm/Abril	2,240	a
	100 ppm/Abril	2,260	a
	200 ppm/Abril	5,290	b
	0 ppm/Mayo	2,930	a c
	50 ppm/Mayo	2,380	a c d
	100 ppm/Mayo	3,580	c d e
	200 ppm/Mayo	3,650	c d e
	0 ppm/Junio	2,500	a c d e f
	50 ppm/Junio	2,900	a c d e f g
	100 ppm/Junio	4,060	c e g h
	200 ppm/Junio	5,500	b f i
	0 ppm/Julio	2,750	a c d e f g
	50 ppm/Julio	3,650	c d e g h
	100 ppm/Julio	5,410	b i
	200 ppm/Julio	6,170	b i

En el CUADRO 9 se puede apreciar como el ácido giberélico aumenta el largo del brote al ir aumentando la concentración. Sin embargo el mayor efecto se encuentra en los meses de junio y julio donde el mayor largo lo alcanza 200 ppm en julio. Esto se basa probablemente en que las yemas en los meses de junio y julio ya no tienen capacidad de revertir su diferenciación para formar una estructura completamente vegetativa, pero el meristema apical de la yema sigue siendo vegetativo (panícula indeterminada) y al estar más cercano a brotación entonces el ácido giberélico potencia un mayor desarrollo del brote. Además, por observación en terreno, estos brotes que alcanzaron un mayor tamaño presentaban una brotación levemente más adelantada y por lo tanto un crecimiento adelantado del brote, lo que concuerda con lo señalado por SALAZAR y LOVATT (1997), en donde afirman que las hojas de las inflorescencias indeterminadas tratadas tuvieron un desarrollo más precoz que los controles. SALISBURY y ROSE (1994), señalan también que el ácido giberélico estimula el crecimiento generalizado de plantas y por lo tanto la elongación de tallos, reafirmando esto los resultados obtenidos.

En el cultivar Edranol el largo de brote estadísticamente no es afectado por los tratamientos, es decir no hay diferencias estadísticas como se puede ver en el CUADRO 10. Esto se puede explicar debido el muestreo de 5 yemas apicales para el análisis histológico, de 5 plantas por tratamiento, lo que imposibilita el poder medir el largo del brote apical en estas plantas. Entonces se realizó la medición en las 5 plantas restantes, lo que puede haber representado una muestra muy baja para el objetivo de la medición. Sin embargo aunque no existen diferencias estadísticas, entre los tratamientos, los valores promedios alcanzados en los tratamientos con 200 ppm en todos los meses son sustancialmente mayores a los del resto, siendo el mayor con 200 ppm en el mes de abril. Este efecto se basa en la misma explicación dada para el cultivar Bacon,

con la excepción de que en el cultivar Edranol el máximo crecimiento del brote se presenta en el primer mes de tratamiento y no en julio como en Bacon.

CUADRO 10. Efecto del ácido giberélico sobre el largo del brote apical en el cultivar Edranol.

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación de Dosis De Ácido Giberélico Y Época De Aplicación De Ác. Gib.	0 ppm./Abril	2,2667	a
	50 ppm./Abril	5,4333	a
	100 ppm./Abril	8,0000	a
	200 ppm./Abril	26,3333	a
	0 ppm./Mayo	3,5333	a
	50 ppm./Mayo	4,5667	a
	100 ppm./Mayo	14,7667	a
	200 ppm./Mayo	18,8000	a
	0 ppm./Junio	5,5333	a
	50 ppm./Junio	7,0000	a
	100 ppm./Junio	9,0333	a
	200 ppm./Junio	10,6667	a
	0 ppm./Julio	3,1333	a
	5 ppm./Julio	6,2667	a
	100 ppm./Julio	7,5333	a
	200 ppm./Julio	8,7667	a

4.2. Ensayo en huerto:

4.2.1. Análisis de yema

En las FIGURAS 8, 9, 10 y 11 se puede apreciar el efecto de los tratamientos en el nivel de diferenciación de yemas apicales y laterales (3ª yema), tanto en ramas ubicadas en el lado norte como en el lado sur del árbol. En la FIGURA 8, en los tres meses de aplicación se ve una leve tendencia a disminuir el porcentaje de diferenciación de las yemas a medida que aumenta la dosis de la hormona, aunque en ninguno de los casos se alcanzó el nivel totalmente vegetativo (0%), siendo el tratamiento de 100 ppm de mayo y junio el con mayor efecto. En las yemas apicales muestreadas de ramillas del lado sur (FIGURA 9), el efecto de los tratamientos es más errático y menos marcado, aunque en junio y julio se observa una tendencia a disminuir el nivel de diferenciación, esto se debe a que las etapas fenológicas que se producen en el lado sur del árbol tienen menor intensidad que las que se producen en el lado norte, así la inducción y posteriormente la floración es menor en el lado sur, por lo tanto el efecto de algún factor que reduzca floración es menos marcado en este sector del árbol.

La FIGURA 10 muestra el nivel de diferenciación en la 3ª yema lateral de ramillas ubicadas en el lado norte. En el mes de mayo todos los tratamietos presentan promedios de diferenciación más bajos con respecto a 0 ppm en mayo (control), siendo 100 ppm igual a 200 ppm. Los tratamientos de junio y julio presentan un comportamiento erratico lo que demuestra lo poco

efectivo de la hormona en estos meses, donde el nivel de diferenciación alcanzado en estas yemas no es ya afectado por el ácido giberélico. Los porcentajes de diferenciación promedios más bajos fueron alcanzados por 100 y 200 ppm en mayo llegando a bordear el 40%. En la FIGURA 11 se puede observar que los promedios de diferenciación de las yemas laterales oscilan y no presentan una tendencia en general, dado esto quizás por la menor intensidad con que ocurren las etapas fenológicas en este sector del árbol, presentando los tratamientos efectos menos marcados.

SALAZAR y LOVATT (1997), comprueban en su ensayo que el 100% de las yemas apicales de los controles produjeron inflorescencias, sin embargo aplicaciones de 100 y 1000 ppm en noviembre (hemisferio norte) redujeron significativamente la producción de inflorescencias. También, el número de yemas axilares produciendo inflorescencias decreció con el incremento en la concentración de GA3. En este caso la reducción en el número de inflorescencias fue asociado con un incremento de los brotes vegetativos. Además, afirman que el número de brotes vegetativos producidos por yemas apicales en brotes de verano decreció en la medida que las aplicaciones de GA3 eran más tardías.

4.2.2. Floración

4.2.2.1. Intensidad de floración

En el CUADRO 11 y 12 se puede apreciar los promedios de intensidad de floración de los diferentes tratamientos separados en los árboles de baja carga a mediana carga y de mediana carga a alta carga.

CUADRO 11. Influencia de los distintos tratamientos en la intensidad de floración, en árboles de baja a mediana carga.

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación De Dosis de Ácido Giberélico Y Época De De Ác. Gib. Aplicación	0 ppm/Mayo	2,8	a
	50 ppm/Mayo	2,8	a
	100 ppm/Mayo	2,8	a
	200 ppm/Mayo	2,4	a
	0 ppm/Junio	3,6	a
	50 ppm/Junio	3,6	a
	100 ppm/Junio	2,2	a
	200 ppm/Junio	2,8	a
	0 ppm/Julio	3,4	a
	50 ppm/Julio	2,4	a
	100 ppm/Julio	2,4	a
	200 ppm/Julio	2,4	a

CUADRO 12. Influencia de los distintos tratamientos en la intensidad de floración, en árboles de mediana a alta carga.

FACTOR	NIVEL DEL FACTOR	PROMEDIOS	DIFERENCIAS
Combinación De Dosis de Ácido Giberélico Y Época De De Ác. Gib. Aplicación	0 ppm/Mayo	2,6	a
	50 ppm/Mayo	1,8	a
	100 ppm/Mayo	1,4	a
	200 ppm/Mayo	1,4	a
	0 ppm/Junio	2,2	a
	50 ppm/Junio	2,4	a
	100 ppm/Junio	1,2	a
	200 ppm/Junio	1,6	a
	0 ppm/Julio	1,2	a
	50 ppm/Julio	2,6	a
	100 ppm/Julio	1,6	a
	200 ppm/Julio	1,6	a

En el CUADRO 11 se puede ver como estadísticamente no existen diferencias entre los tratamientos, es decir, en los árboles de baja a mediana carga no existe efecto de las aplicaciones de GA3. En los árboles de mediana a alta carga (CUADRO 12), tampoco existe evidencia estadística para decir que existe diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, en este último caso si observamos los promedios, aunque no exista diferencias estadísticas, estos muestran una tendencia más clara en la reducción de la intensidad de floración a medida que aumenta la concentración de la hormona. Además, a medida que se atrasa la aplicación el efecto en la reducción de la intensidad es menor. Ahora, si se compara los promedios alcanzados por los árboles controles de cada mes (0 ppm) de baja a mediana carga son mayores a los alcanzados por los árboles de mediana a alta carga, que es lo que se esperaba según la teoría del añerismo.

Estos resultados se correlacionan con los obtenidos por SALAZAR y LOVATT (1997), donde señalan que aplicaciones tempranas (noviembre, HN) reduce la intensidad floral (número de panículas) en año “off”, es decir, en árboles que presentan de mediana a alta carga con un incremento en los brotes vegetativos, sin embargo, señalan que los resultados de aplicaciones en esta misma fecha en árboles en año “on” no fueron significativos.

Esto se puede explicar debido a que en árboles que vienen de una gran producción van a producir menor cantidad de panículas en relación a un árbol que viene de un año “off”, así el efecto del ácido giberélico en el primer caso va a solamente a acentuar el crecimiento vegetativo de esos árboles produciendo un mayor efecto en la reducción de la intensidad floral. En cambio, en árboles que se indujeron en mayor cantidad el efecto del ácido giberélico es menos marcado, disminuyendo la capacidad de la hormona exógena de inhibir una floración.

4.2.2.2. Grado de floración

En las FIGURAS 12, 13, 14 y 15 se puede observar el seguimiento del grado de floración por tratamiento en árboles de baja a mediana carga. Al comparar los tratamientos con 0, 50 y 100 ppm no se ve una diferencia marcada entre los tratamientos en cuanto al pick alcanzado y al momento en que se produce este, excepto en 200 ppm en que en el mes de julio el pick solo llega hasta el grado 2, junio a grado 3, y mayo a grado 4. En los tratamientos controles y en 50 ppm el pick de todas las fechas de aplicación bordea el grado 4 (60-80%). En los tratamientos con 100 y 200 ppm el pick de la aplicación de mayo sigue bordeando el grado 4, sin embargo, a medida que se atrasa la aplicación, este pick disminuye. Al comparar los tratamientos de un mismo mes contrastando las dosis, se puede comprobar que en el mes de mayo no existe un efecto marcado al aumentar esta, sin embargo, en los meses de junio y julio se observa una disminución del pick que alcanza la curva a medida que aumenta la dosis. Ahora en cuanto al inicio y fin de la floración no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, con la excepción que los tratamientos de 100 y 200 ppm terminaron dos semanas antes su floración que el resto (mediados de noviembre). El inicio se registró a fines de septiembre, y el pick en la primera semana de noviembre.

En las FIGURAS 16, 17, 18 Y 19 se puede ver el seguimiento del grado de floración en árboles de mediana a alta carga. En primer lugar se debe señalar que al comparar los picks alcanzados en este caso se de menor grado que en los árboles de baja a mediana carga, lo que encuentra explicación en el hecho de que la intensidad floral en estos últimos fue mayor por lo tanto el potencial de grado de floración que pueden alcanzar también es mayor. Ahora al contrastar, el efecto que tiene el factor dosis en los distintos meses se puede observar que en este caso, sí tiene un efecto más marcado el hecho de aumentar la dosis al reducir el pick de floración, partiendo de valores entre 3-4 con 0 y 50 ppm y llegando a valores entre 2-3 con 200 ppm. Ahora al comparar una misma dosis en diferentes momentos de aplicación se puede ver que no existen diferencias muy significativas. En cuanto al inicio y fin de floración, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, partiendo esta a fines de septiembre, teniendo su pick entre 4-10 de noviembre y terminando entre mediados y fines de noviembre.

SALAZAR y LOVATT (1997), afirman que aplicaciones de 100 ppm en noviembre o diciembre (HN) estimula la elongación de los ejes secundarios de las inflorescencias cuatro y dos semanas más temprano que los controles respectivamente. El grado máximo de floración fue 37 días más temprano que el control para los tratamientos con 100 o 1000 ppm en noviembre o 1000 ppm en diciembre y 23 días más temprano en respuesta a 50 ppm o 100 ppm aplicados en diciembre o enero.

Estos resultados obtenidos del ensayo en California se contraponen con los obtenidos en este ensayo. Como primer punto a considerar, se debe mencionar que en el primer ensayo, floración fue definida como el momento en que los ejes secundarios de las inflorescencias comienzan a elongar, lo que ya representa una diferencia en el tipo de medición entre los dos ensayos. Ahora, si se puede afirmar que en cuanto al desarrollo de los ejes secundarios de las inflorescencias en el tiempo, aunque no fueron medidos, se observó en terreno que estos se desarrollaron anticipadamente en los árboles con tratamiento con respecto a los controles, acentuándose este

efecto a medida que aumentaba la dosis. En otro punto en que concuerdan ambos ensayos, es el hecho de que aplicaciones con dosis de 1000 ppm y 200 ppm (las dosis más altas utilizadas en cada ensayo), se produce una marcada elongación de los ejes de la inflorescencias, lo cual en general resulta en estructuras muy débiles como para soportar una cuaja.

4.2.3. Largo de brote

7. BIBLIOGRAFIA CITADA

AMLING, H.J. and AMLING, K.A. 1983. Physiological differentiation of pistillate flowers of pecan and cold requirements for their initiation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(2):195-198.

[ARAYA, G. 1996. Caracterización de la floración del palto \(Persea americana mill.\) en los cultivares Bacon, Edranol, Hass, Negra de La Cruz y Zutano, para la zona de Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77p.](#)

BERGH, B. 1969. Avocado. In: Ferwerda, F. and Witt, F. eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Netherlands, Landbouwhogeschool. pp. 23-55.

BERNIER, G., KINET, J.M. and SACHS, R.M. 1981. The physiology of flowering. Y. The initiation of flowers. c.r.c. Press, Florida. 150p.

----- . 1988. The control of floral evocation y morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39:175-219.

BLUMENFELD, A. and GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless Avocado fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci 99:442-448.

BUBAN, T. and FAUST, M. 1982. Flower bud induction in apple trees internal control and differentiation. Horticultural Reviews 4:174-203.

CALVERT, E.J. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana mill.), cultivar fuerte, para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 128p.

CAMEROON, S.H., MUELLER, R.T. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook, 36:201-209.

COUTANCEAU, M. 1964. Fruticultura. España, Ediciones de Occidente. 108p.

DAVENPORT, T.L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12:349-408.

DAVIES, P.J. 1987. The plant hormones: Their nature, occurrence and Functions. En: Plant Hormones and their role in plant growth and development. Ed. DAVIES, P.J. Editorial Martinus Nyhoff Publishers. Cap.1:1-12.

DEGANI, C., GOLDRING, A., GAZIT, S. and LAVI, U. 1986. Genetic selection during the abscission of Avocado fruitlets. Hort. Sci. 21: 1187-1188.

EMBLETON, T.W. and JONES, W.W. 1964. Avocado nutrition in California. Proc. Fla. State Hortic. Soc., 77:401-405.

FAUST, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. Newyork. John Wiley. 338p.

[GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201p.](#)

GONZALES, A. 1994. Caracterización histológica y evaluación de campo de ápices terminales provenientes de distintos flush de crecimiento vegetativo de palto (*Persea americana* Mill.), en los cultivares Hass y Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 103p.

GUARDIOLA, J.L., AGUSTI, M. and GARCIA-MARI, F. 1977. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2:696-699.

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.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, 1997. VI Censo Nacional Agropecuario, resultados preliminares. Santiago. INE. 443p.

JACKSON, D.I. and SWEET, G.B. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. *Hortic. Abstr.* 42:9-24.

----- . 1986. Temperate and subtropical fruit production. Wellington, Butterworths Horticultural Books. 294p.

KACHRU, R.B., SINGH, R.N., AND CHACKO, E.K. 1972. Inhibition of flowering in *Mangifera indica* L. by gibberellic acid. *Acta Hortic.* 24:206-209.

LAVEE, S., REGEV, V. and SAMISH, R.M. 1966. The determination of induction and differentiation in grape vines. *Vitis.* 8:1-13

LORD, E.M. and eckard, K.J. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington navel orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA3 treatment. *Bot. Gaz.* 148:17-22.

LOVATT, C.J. 1987. Stress. *California Avocado Society Yearbook* 71:251-255.

----- . 1990. Factors affecting fruit set early fruit drop in avocado. *California Avocado Society Yearbook* 74:193-199.

----- . 1997. pollination biology and fruit set in a avocado. Australian Avocado Grower's Federation Inc. Searching for Quality. New Zealand, 23-26th September de 1997. 106-112.

LUCKWILL, L.C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. In: L.C. Luckwill y C.V. Cutting (eds.) Physiology of tree crops. New York, Academic Press. pp:237-254.

MAGDAHL, C. 1991. Efecto de los reguladores del desarrollo en el control del crecimiento vegetativo y fructificación de los cítricos. Tesis Master en Citricultura. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia. 127p.

MARTINEZ, A.R. 1981. Proyecto de implantación de un sistema de riego tecnificado en la estación experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.

MEYER, B.S. 1960. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Eudeba. 579p.

MONSELISE, S. 1985. Citrus and related genera. In: CRC Handbook of flowering 2:275-294.

NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANE, J., SIERRA, C., DEL POZA, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p.

PALMA, A.R. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127p.

PORLINGIS, I.C. and BOYNTON, D. 1961. Growth responses of the strawberry plant, *Fragaria chiloensis* var. ananassa, to gibberellic acid and to environmental conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78:261-269.

RAZETO, B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago de Chile, Vivarium. 303p.

SALAZAR, S and LOVATT, C.J. 1997. Use of Gibberellic Acid to manipulate flowering in the 'Hass' Avocado: a preliminar report. Australian Avocado Grower's Federation Inc. Searching for Quality. New Zealand, 23-26th September de 1997. 106-112.

SALISBURY, F. y ROSS, C. 1994. Fisiología vegetal. México. Editorial Iberoamérica. 759p.
SCHOLEFIELD, P.B., SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.McE. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae*, 25:99-110.

SCHROEDER, C.A. 1951. Flower bud development in the avocado. California Avocado Society Yearbook, pp. 159-163.

SCHUCH, U.K., FUCHIGAMI, L.H. and NAGAO, M.A. 1990. Gibberellic acid causes earlier flowering and synchronizes fruit ripening in coffee. *Plant Growth Reg.* 9:59-64.

SEDGLEY, M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* 46:771-777.

----- . 1987. flowering, pollination and fruit-set of avocado. South African Grower's Association Yearbook 10:42-43.

TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141p.

VERHEIJ, E.W.M. 1986. Towards a classifications of tropical trees fruit o trees. *Acta Horticulturae* 175:137-140.

WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Madrid, Mundi-prensa. 461p.

WHILEY, A.W., SARANAH, J.B., CULL, B.W., PEGG, K.G. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agriculture Journal* 114:29-36.

----- . 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso Internacional de Producción, Post-Cosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar, 2-5 Octubre de 1990.

WOLSTENHOLME, B.N. and WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 12:33-37.

----- . and WHILEY, A.W. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production, *South African Avocado Growers Association Yearbook* 13:25-27.

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

ZEEVART, J.A.D. 1976. Physiology of flower formation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27:321-348.

ZILKAH, S., KLEIN, Y. and FEIGENBAUM, S. 1987. Translocation of foliar applied urea N15 to reproductive and vegetative sinks of avocado and its effect on initial fruit set. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 6:1061-1065.