

**DESFACE EN LA ÉPOCA DE FLORACIÓN DEL PALTO (*Persea americana*  
Mill) cv. HASS, MEDIANTE ASPERSIÓN DE SALES MINERALES AL  
FOLLEJE.**

**PILAR MACARENA GIL MONTENEGRO**

**QUILLOTA CHILE  
1999**

## ÍNDICE

### 1. INTRODUCCIÓN.

### 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

- 2.1. Antecedentes económicos del cultivo del palto.
- 2.2. Antecedentes de la especie.
- 2.3. Antecedentes de la variedad Hass.
  - 2.3.1. Características generales.
  - 2.3.2. Ciclo fenológico del palto cv. Hass en Quillota.
- 2.4. Biología de la floración y fructificación en palto cv. Hass.
  - 2.4.1. Morfología de la flor e inflorescencia.
  - 2.4.2. Inducción y diferenciación.
  - 2.4.3. Floración, polinización y cuaja.
  - 2.4.4. Fructificación.
- 2.5. Factores que afectan la floración, polinización, cuaja y desarrollo del fruto en palto.
  - 2.5.1. Factores que afectan la floración.
  - 2.5.2. Factores que afectan la polinización y fecundación en palto.
  - 2.5.3. Factores que afectan la cuaja en palto.
  - 2.5.4. Factores que afectan el desarrollo del fruto.
- 2.6. Manejos realizados para solucionar los problemas de producción.
  - 2.6.1. Manejos para solucionar problemas de floración, polinización, fecundación y cuaja en palto cv. Hass.
  - 2.6.2. Manejos para solucionar problemas de calibre en palto cv. Hass.
- 2.7. Desplazamiento de floración en palto.
- 2.8. Absorción foliar de nutrientes.

### 3. MATERIAL Y MÉTODO.

- 3.1. Localización geográfica del ensayo.
- 3.2. Antecedentes técnicos del huerto.
- 3.3. Material vegetal.
  - 3.3.1. Selección de los árboles.
- 3.4. Descripción del método.
  - 3.4.1. Tratamientos
  - 3.4.2. Diseño experimental
  - 3.4.3. Fabricación de la mezcla
  - 3.4.4. Aplicación
  - 3.4.5. Parámetros medidos

#### 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

- 4.1. Efecto de la época de muestreo sobre el diámetro polar y ecuatorial de la yemas apicales al momento de la aplicación.
- 4.2. Necrosis de yemas apicales y subterminales.
  - 4.2.1. Necrosis de yemas apicales después de la 1° y 2° fecha de aplicación de sales
  - 4.2.2. Necrosis de yemas subterminales después de la 1° y 2° fecha de aplicación de sales.
- 4.3. Número de flores quemadas después de la aplicación de sales.
- 4.4. Número de yemas subterminales en "pie" de floración.
- 4.5. Cantidad total de flores por brote.
- 4.6. Porcentaje de cuaja por brote.
- 4.7. Número de días de desfase entre plena flor de los testigos y de los tratamientos.
- 4.8. Seguimiento de floración para una muestra del 10% de la población de árboles.

#### 5. CONCLUSIONES.

#### 6. RESUMEN.

#### 7. LITERATURA CITADA.

#### ANEXOS

## 1 INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mil.) es una de las especies frutícolas que ha experimentado mayores crecimientos en las plantaciones en el último quinquenio. En forma mayoritaria, esta expansión se centra en la variedad Hass por sus excelentes características organolépticas y mejores condiciones de productividad. (ODEPA, 1998).

Actualmente Chile ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie plantada con paltos, considerando variedades de las razas mexicana y guatemalteca o del tipo "californiano" (MAGDAHL, 1998). Según ODEPA (1998), la superficie nacional plantada con palto para la temporada 97/98 es de 16.900 ha. Sin embargo, a nivel de producción Chile ocupa el quinto lugar, con una producción estimada de 70.000 tons para la temporada 97/98. (ODEPA, 1998).

La baja producción del palto es un problema en la mayoría de las áreas de producción, incluyendo Australia, California, Florida e Israel (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985). Según WOLSTENHOLME (1986), la productividad de esta especie es baja cuando se le compara con la de otras frutas frescas y sus actuales rendimientos, de entre 5,6 a 21,5 ton/ha, caen muy por debajo del rendimiento máximo teórico de 32,5 ton/ha.

Según GARDIAZÁBAL y GANDOLFO (1996), los problemas de producción que presenta el palto se aprecian generalmente a nivel de polinización, producciones bianuales y fuertes caídas de fruta. A esto se suma el problema de calibre, donde se ha señalado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1995), que incluso en árboles sanos de palto Hass se produce una proporción de 5-20% de fruta catalogada como muy pequeña para la exportación.

Para solucionar los problemas mencionados anteriormente, se han practicado diferentes técnicas para aumentar la producción en palto. Entre los manejos que

permiten aumentar la cuaja se encuentran la aspersion de boro y nitrógeno en pre-floración (LOVATT, 1997), como también incrementar la polinización y la cuaja aumentando el número de abejas en huerto, mejorar la actividad de éstas mediante el uso de feromonas y plantando o injertando otras variedades de palto en huerto para permitir la polinización cruzada (LOVATT, 1997), y además reduciendo el crecimiento vegetativo durante el período crítico de retención de fruta, ya sea con poda (CUTTING y BOWER, 1990) o con el uso de paclobutrazol (WOLSTENHOLME, WHILEY and SARANAH 1990), se ha logrado un aumento de la cuaja y producción.

En cuanto al problema de calibre, este se ha solucionado parcialmente con polinización cruzada, uso de reguladores de crecimiento, anillado de verano, poda estratégica y cosecha tardía. Una solución a largo plazo consiste en mejorar la salud de las raíces y reducir el estrés mediante el uso de mulch (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Para solucionar en parte el problema del añerismo. en palto, se ha recurrido al uso de inhibidores del crecimiento como el paclobutrazol y poda entre otros. Otras labores son cosechar temprano, raleo de frutos y anillado en árboles de producción media (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Un factor común en todos estos problemas que se presentan en el cultivo del palto es el clima, el cual es muy difícil de manejar en las condiciones de un huerto frutal. Sin embargo se podría disponer de mejores condiciones climáticas durante la floración si es que ésta se pudiera desplazar.

En el año 1996 se observó que en un huerto de paltos de la Estación Experimental, plantado en 1994, la floración no se expresó en el periodo normal, sino que ocurrió en diciembre. En esta ocasión la posición de las panículas no fue apical, como es común en esta especie, sino que subterminal, y la floración se concentró en un mes. En posición terminal sólo se observaron brotes vegetativos. La explicación a

este fenómeno sólo se encontró al observar registros de temperatura, donde se vio que en junio de 1996 existió una helada suave de 1°C que tuvo una duración de 30 minutos, lo cual podría ser la explicación de la no expresión de la yema apical, ya sea por una "desdiferenciación" o porque se afectaron los primordios florales.

En este Taller se postula el desplazamiento de la floración en palto Hass mediante la aspersión de sales minerales al follaje. El objetivo de desplazar la floración en cv. Hass es principalmente alcanzar mejores temperaturas para la floración y la cuaja mediante una mejora en el crecimiento del tubo polínico y por lo tanto, en la fecundación. También se podría tener un mejor desarrollo de fruto al evitar temperaturas fluctuantes que pudieran debilitar el sistema vascular de la cubierta seminal. Además, al retrasar la floración disminuirían los meses de calor en que se desarrolla el fruto, con lo que también se favorece el desarrollo de éste. Además, se lograría tener floración en una época en que las abejas están más activas, y en que no se coincida con la floración de frutales cítricos y malezas cuyas flores son más atractivas para las abejas.

El uso de una solución salina se basa en el efecto cáustico que ésta podría tener sobre tejido vegetal, y en este caso sobre la yema terminal, tomando en cuenta su posición en el brote y su actividad metabólica: Esto se basa en el hecho de que interfiriendo en el proceso de diferenciación y en floración de la yema terminal, se optaría a anular la dominancia apical de la yema terminal, permitiendo que nutrientes, carbohidratos y otros compuestos que se dirijan a esa yema, lleguen a las yemas subterminales "programadas" para ser florales, pero que por efecto de la yema apical no podían diferenciarse. Con esto se pretende imitar el efecto de una helada sobre estas yemas, y lograr un resultado similar a lo ocurrido en la Estación Experimental el año 1996. Por lo anterior, se hace necesario conocer el mecanismo de penetración de compuestos químicos a través del tejido vegetal.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes económicos del cultivo del palto:

La superficie mundial de paltos en 1997, según antecedentes de la FAO, alcanzó 357.222 hectáreas, cifra que significa una tasa anual de 2,5% de incremento durante la década de los 90. De esta superficie, sobre el 26% se localiza en México, seguido más atrás por EE.UU con el 7,5%, y Chile con el 4,7%. (ODEPA, 1998).

La producción mundial de paltas en 1997 supera los 2,3 millones de toneladas y exhibe también una tendencia creciente (1,7% anual), lo que indicaría que una proporción importante de los huertos aún no entran en producción o se encuentran en la etapa creciente del proceso de desarrollo. Los países que presentan mayores producciones son México con 828.900 ton., EE.UU. con 179.000 ton., República Dominicana con 155.000 ton, Brasil con 93.770 ton, Israel con 85.000 ton y en 6° lugar, Chile con 70.000 ton (ODEPA, 1998).

Los mayores rendimientos asociados a la orientación preferencial del cultivo para producto de exportación, los exhiben Israel (10.625 kg/ha) y República Dominicana (9.690 kg/ha). EE.UU (6.670 kg/ha) y México (8.880 kg/ha) destacan también por su alta productividad. En Chile, con adecuada tecnología y condición agroecológica, un rendimiento de 8 a 10 mil kilos por hectárea se considera alcanzable y rentable (ODEPA, 1998).

En cuanto a las exportaciones, se puede observar que países como México (9,4% de producción exportada), EE.UU. (12,1%), República Dominicana (4,5%) y Chile (23,9%) exportan sólo una parte menor de su producción, debido a consumos internos importantes. Por otro lado, países como España (80,9%), Sudáfrica (69,0%) e Israel (54,0%), están orientados a la exportación, especialmente al mercado europeo (MAGDAHL, 1998).

En Chile se observa desde el año 1990 una fuerte tendencia a la plantación de paltos. Esto coincide, entre otras cosas, con el desarrollo de la exportación hacia los Estados Unidos y los resultados económicos obtenidos (MAGDAHL, 1998). Según SILVA (1998), en la temporada 89/90 la superficie plantada con paltos alcanzaba las 7.800 ha, con una producción de 36.000 ton, versus las 16.919 ha alcanzadas en la temporada 97/98, con una producción de 60.000 ton.

El cultivo del palto se desarrolla principalmente en la V Región, que ha experimentado el mayor incremento de superficie plantada, seguida por la RM y la VI Región. Superficies menores se encuentran en las regiones del norte del país, en particular en la IV Región (ODEPA, 1998).

Según MAGDAHL (1998), el desarrollo de las nuevas plantaciones se ha orientado principalmente a la variedad Hass, principal variedad de exportación, que ha pasado de 4.000 ha app. en 1990 a más de 11.000 ha en la actualidad, con aproximadamente un 70% de la superficie total. Tanto nacional como internacionalmente, la palta Hass es la más deseada y posee muy buenas características en cuanto a calidad. Además, esta variedad ha mostrado un excelente comportamiento para la exportación por su mayor resistencia de postcosecha. Según ORTÚZAR (1996), una de las mayores virtudes de Hass es su prolongada estación de cosecha, factor que unido a su gran calidad, ha permitido aumentar el consumo mundial de paltas.

El principal destino de la palta exportada por Chile es Estados Unidos, fundamentalmente el Estado de California. Los envíos a ese país corresponden exclusivamente a la variedad Hass y se efectúan entre los meses de septiembre y noviembre, pues a fines de este último comienza la cosecha californiana de esta variedad (RAZETO, 1996). Según datos de ODEPA (1998), en la temporada 97/98 se exportó a EE.UU. un volumen de 15.206 ton de palta Hass, obteniéndose un ingreso de US\$ 31.436.000.

Sin embargo, si bien Hass presenta óptimos atributos en su fruta, no se debe desconocer la alta susceptibilidad a heladas y la propensión al añerismo que su árbol presenta (RAZETO, 1996). A esto se suman otros problemas de producción que presenta el palto en general, y que se aprecian a nivel de polinización y fuertes caídas de fruta (GARDIAZÁBAL y GANDOLFO, 1996), como también los problemas de calibre estudiado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1995).

Por lo señalado anteriormente, aunque la variedad Hass satisface los requerimientos de calidad, se han buscado y seleccionado nuevas variedades con el fin de solucionar los problemas de producción, aunque no de calidad o de características de la fruta. Lo que se busca es una variedad de piel negra, cuya calidad sea similar a Hass pero más productiva (MAGDAHL, 1998). Sin embargo, con todos sus defectos, no ha sido ni será fácil encontrar variedades superiores a Hass, por lo que en el corto y mediano plazo es posible que sólo los países que pueden producir abundantes cosechas de Hass tendrán pleno acceso a los beneficios del comercio internacional de paltas (ORTÚZAR, 1996).

## 2.2. Antecedentes de la especie:

El palto (*Persea americana* Mill.), pertenece al orden Ranales, suborden Magnoliales, familia Lauráceas, género *Persea*. Es una planta nativa de América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América (CAUTÍN, 1996).

Los distintos cultivares de palto no descienden de una especie original, sino más bien se han producido por una serie de hibridaciones a partir de distintos materiales que fueron trasladados desde su centro de origen. Las variedades o tipos pueden agruparse según una serie de características, entre las que pueden señalarse forma del árbol, altura, tamaño, color de follaje y la adaptación que presenta a las condiciones de clima en donde surgió como híbrido natural (CAUTÍN, 1996).

De esta manera es posible agrupar a los distintos tipos botánicos en razas o variedades botánicas. Pueden contarse tres principales: Mexicana, Guatemalteca y Antillana. Los principales cultivares de palto presentes en nuestro país son variedades de las razas Mexicanas, Guatemaltecas e híbridos interespecíficos entre ambas. (CAUTÍN, 1996).

### 2.3. Antecedentes de la variedad "Hass":

#### 2.3.1. Características generales.

Esta variedad pertenece a la raza Guatemalteca, por lo cual es muy afectada por las heladas, llegando a existir daño con temperaturas de poco más de  $-1^{\circ}\text{C}$ . Es una variedad con un mejor comportamiento productivo, menos añera como huerto y presenta un índice de precocidad interesante, lográndose cosechas al segundo o tercer año (CAUTÍN, 1996).

Esta variedad se originó desde una semilla sembrada en el sur de California. En general es un árbol de desarrollo mediano, con crecimiento en altura pero no en forma piramidal, de acuerdo con ello se le puede plantar a distancias medias, pero considerando su precocidad es posible trabajar en altas densidades (CAUTÍN, 1996).

Su fruto es de forma piriforme a ovoide, de 180-360 gr, su cascara es cueruda, algo rugosa, de color verde a negruzca en el árbol, luego de cosechada se va poniendo negra a medida que madura. Posee semilla pequeña. Madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga (GARDIAZÁBAL Y ROSENBERG, 1991).

Su calidad organoléptica es de excelencia, pudiendo alcanzar un contenido de aceite entre 15 a 20%, su producción puede alcanzar como promedio 12 ton/ha después de 6 a 8 años desde la plantación (CAUTÍN, 1996).

### 2.3.2. Ciclo fonológico de palto cv. Hass en Quillota.

#### 2.3.2.1. Desarrollo vegetativo.

Según TAPIA (1993), el palto Hass presenta en Quillota dos periodos de crecimiento claramente definidos. El primero ocurre en primavera, desde el 7 de septiembre hasta el 21 de diciembre, y el segundo se observa en otoño, desde el 29 de marzo hasta el 17 de mayo. Este segundo "flush" vegetativo es de menor intensidad que el primero, debido probablemente a la menor cantidad de carbohidratos y reservas del árbol en este periodo.

La caída del "flush" de crecimiento de primavera ocurre por la competencia producida entre flores y brotes, tanto por nutrientes, como por minerales y agua. El atraso del segundo periodo de brotación se daría por la competencia entre brotes y frutos en desarrollo o por las altas temperaturas de enero, febrero y marzo (TAPIA, 1993).

#### 2.3.2.2. Desarrollo radical.

Según TAPIA (1993), en Quillota el palto Hass presenta dos periodos de crecimiento radical. El primero se observa entre el 28 de octubre y el 3 de febrero. El segundo comienza el 17 de marzo y termina el 13 de mayo. El comienzo del crecimiento radical coincide con el "peak" de crecimiento vegetativo; al disminuir este último, aumenta el crecimiento radical, alcanzando su "peak" cuando el crecimiento vegetativo es mínimo. De lo anterior se concluye que cada flush vegetativo es seguido de un periodo de intensificación del crecimiento radical, por lo tanto, existe

una gran interdependencia entre el crecimiento radical y la brotación, lo cual muestra un patrón cíclico en la brotación del palto.

El periodo en que comienzan los crecimientos vegetativo y radical difiere debido a las temperaturas, ya que la temperatura del suelo aumenta en forma más lenta que en ambiente externo. El crecimiento vegetativo es gatillado sólo por temperatura, cuando el nivel de carbohidratos es máximo, antes de primavera. En el primer peak de crecimiento vegetativo, llega un momento en el cual el nivel nutricional del árbol no puede seguir sustentando el desarrollo vegetativo, por lo tanto éste disminuye, lo cual coincide con el momento en que las raíces han alcanzado el nivel térmico de actividad ( $T^{\circ}$  mayores a  $18^{\circ}\text{C}$  en el suelo) y desarrollo requerido. Luego de esto, las raíces alcanzan su máximo desarrollo, y su crecimiento se independiza del efecto de la temperatura (TAPIA, 1993).

#### 2.3.2.3. Floración.

Según HERNÁNDEZ (1991), el crecimiento reproductivo del palto comienza con la floración, luego del semi-receso invernal. Según TAPIA (1993), en Quilloa el periodo de floración de Hass, en relación a la apertura floral, se observa entre el 21 de octubre y 13 de noviembre, compitiendo con el flush vegetativo de primavera.

#### 2.3.2.4. Cuaja y caída de frutos.

La cuaja que sucede luego de la floración es seguida por una gran caída de frutos, que se observa un mes después de la floración. Esta primera caída de frutos ocurre entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre. Además existe una segunda caída de frutos, la cual es más leve y se observa entre el 2 de marzo y el 13 de abril (TAPIA, 1993).

#### 2.3.2.5. Desarrollo del fruto.

Según TAPIA (1993), el diámetro ecuatorial del fruto del palto muestra un crecimiento continuo a través del tiempo, al igual que el diámetro polar. Desde el 22 de marzo hasta el 13 de abril, el diámetro ecuatorial tiende a estabilizarse, aunque conserva siempre su crecimiento. Por su parte, el diámetro polar muestra una relativa estabilización entre el 6 y el 26 de abril. Estas observaciones muestran que se cumple lo señalado por CHANDLER (1962), quien afirma que el fruto del palto, que corresponde a una baya, presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea, ya que la división celular ocurre hasta la madurez del fruto. Según GARDIAZÁBAL Y ROSENBERG (1991), el fruto madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga.

Según HERNÁNDEZ (1991), el desarrollo del fruto se realiza entre septiembre a marzo.

#### 2.4. Biología de la floración y fructificación en palto cv. Hass:

La producción en paltos es dependiente, tanto de una exitosa inducción y desarrollo floral como de una exitosa polinización y cuaja. Problemas con cualquiera de estos procesos podrán tener un efecto deírrimental en la producción de frutos, lo cual no puede ser mitigado por prácticas culturales alternativas. Es importante entender la fisiología del proceso reproductivo, ya que el manejo de los huertos incluye atender las necesidades de éstos para optimizar la producción (SEDGLEY, 1987).

##### 2.4.1 Morfología de la flor e inflorescencia.

La flor del palto es actinomorfa (flores de una disposición regular o estrellada) y hermafrodita (flor bisexual), compuesta por nueve estambres fértiles y un ovario sésil con estilo alargado, pequeña de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando está

completamente abierta, de color amarillo verdoso y densamente pubescente. Las flores van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (GARDIAZÁBAL, 1998).

Según DAVENPORT (1986), la flor, cuando está completamente abierta, tiene app. 1,0 cm de diámetro y 6 a 7 mm de largo. Según SCHROEDER (1952), la flor es perfecta, hipógea, regular y trímera. El perianto está formado por tres pétalos alternando con tres sépalos (SCHOLEFIELD, 1982). Sobre el perianto hay tres filas de estambres y una de estaminodios (BERGH, 1985, citado por SALAZAR-GARCÍA, LORD y LOVATT 1998). Alineado a cada pétalo (o tépalo), se encuentra un estambre y un estaminodio. Similarmente, dos estambres están alineados con cada sépalo (o tépalo), el interior posee un par de nectarios en la base. Sin embargo, cada flor normalmente tiene un total de nueve estambres (BERGH, 1967). El pistilo simple está localizado en el centro. Éste posee un ovario supero (SCHROEDER, 1951).

La inflorescencia del palto corresponde a una panícula, esto quiere decir que se trata de una inflorescencia compuesta en que los pedicelos van decreciendo de tamaño en dirección acropétala, tomando un aspecto piramidal. Se dice que es un racimo de racimos (VILLALOBOS, 1982).

El paito produce dos tipos de inflorescencias: determinada, en la cual el eje principal se desarrolla con una flor terminal; éstas pueden ubicarse apical o lateralmente en el tallo. En este caso el nuevo crecimiento sólo ocurre a partir del desarrollo de yemas vegetativas axilares. El otro tipo de inflorescencia es del tipo indeterminado, en la cual el eje principal termina en una yema vegetativa que continúa el crecimiento del brote. Salvo pocas excepciones, el tipo de inflorescencia indeterminado es el que se produce más abundantemente. Ambos tipos de inflorescencias contienen ejes secundarios que se desarrollan acropétalmente produciendo ejes terciarios que soportan una flor terminal y dos flores laterales

(SCHROEDER, 1944 y REECE, 1942, citados por SALAZAR-GARCÍA, LORD y LOVATT, 1998)

Las yemas florales se originan a partir de yemas terminales y subterminales del crecimiento de la temporada anterior (SCHROEDER, 1951). De acuerdo a los primordios de órganos que contiene la yema, la yema del palto se clasifica como mixta, es decir, posee primordios foliares y florales en una misma estructura de yema (VILLALOBOS, 1982).

#### 2.4.2. Inducción y diferenciación.

El cambio de una yema vegetativa a reproductiva implica una serie de etapas. Los primeros pasos de transformación de un meristema vegetativo a reproductivo son cambios fisiológicos invisibles que crean condiciones metabólicas dentro de las células meristemáticas que alteran el patrón de diferenciación del meristema. (MEYER, 1960).

Las etapas de transformación se pueden señalar como:

- Inducción: Según WESTWOOD (1982), corresponde a una serie de estímulos para la iniciación floral. Según HESS (1975), corresponde a un conjunto de cambios en las células del meristema vegetativo que permiten la formación de órganos florales en lugar de hojas.
- Iniciación: corresponde al primer cambio discernible en la transformación de una yema a botón floral. Finalmente, se expresará en la "diferenciación floral", lo que implica el desarrollo de flores e inflorescencias (WESTWOOD, 1982).
- Diferenciación: es la evolución de células derivadas de meristemas en elementos de distintos sistemas de tejidos de las plantas, comprendiendo la

mayor parte de los fenómenos de naturaleza morfológica y fisiológica que determinan la especialización de las células (ESAU, 1985)

La diferenciación requiere de una actividad mitótica y puede ser considerada como una división celular con un propósito especial. Con la división ocurren cambios macroscópicos, la actividad metabólica en la zona central es aumentada y el meristema medular es comprimido para iniciar la formación de los primordios de las estructuras florales. Por otro lado, la inducción es en esencia la cesación de la represión de los genes responsables del desarrollo de la yema floral. En este sentido la inducción es sinónimo de liberación de un especial set de genes (ESAU, 1985)

Cada uno de estos procesos es distinto y requiere condiciones externas e internas específicas. Estas condiciones son factores ambientales, como luminosidad, temperatura, agua, factores internos como estado nutricional (relación C/N), reguladores de crecimiento, edad y vigor de la planta, presencia de hojas y actividad fotosintética, posición de las yemas, actividad vegetativa y otros como por ejemplo tratamientos químicos y prácticas culturales como injerto, anillado y poda, que pueden afectar a la iniciación y diferenciación floral por sus efectos sobre uno o más procesos en el complejo sistema fisiológico de la planta (ESAU, 1985).

Los factores exógenos que influyen en el paso de una yema vegetativa a floral son principalmente temperatura, luz y agua, como se indicó anteriormente. El primero de ellos es el principal factor que afecta la fenología de las plantas, ya que afecta directamente el ritmo de síntesis o catabolismo de complejos moleculares, la velocidad de transporte de sustancias desde hojas a meristemas y también la síntesis y efectividad de las fitohormonas. (CAUTÍN, 1998)\*.

---

\* CAUTÍN, R. 1998, Ing. Agr. Profesor de Cátedra de Fundamentos de Horticultura, Tópicos de Fisiología Frutal. Facultad de Agronomía. UCV. Comunicación personal.

En cuanto a la luz, ésta puede afectar los procesos de inducción y diferenciación según su intensidad. Puede afectar aumentando o disminuyendo la actividad fotosintética y provocando cambios en el balance hormonal. El agua por su parte es un factor importante en la inducción floral, ya que un estrés en el momento de inducción floral provoca el estímulo del proceso por una disminución de la actividad metabólica del árbol. En situación post inductiva la yema requiere de un buen abastecimiento hídrico para lograr una óptima diferenciación. Es así como una falta de lluvias o la ocurrencia de una helada puede provocar una pérdida de meristemas debido a la deshidratación de éstos (CAUTÍN, 1998)\*.

#### 2.4.2.1 Inducción floral del palto cv. Hass

En palto, se ha visto que la inducción floral ocurre en la época en que existe un menor contenido de carbohidratos en las ramas principales lo cual ocurre después del segundo crecimiento vegetativo. Sin embargo, parece ser improbable que el nivel de carbohidratos cause la inducción floral. Más bien, los bajos niveles de carbohidratos pueden causar el cese de la actividad vegetativa y este hecho puede estar más relacionado con la inducción floral (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

Según WOLSTENHOLME y WHILEY (1990), citados por GARDIAZÁBAL (1998), cualquier factor de estrés de duración e intensidad suficiente puede provocar inducción floral, como por ejemplo bajas temperaturas, suelos saturados, ataque de *Phytophthora*, deficiencias de nutrientes minerales, calor extremo, etc., siendo más importantes las bajas temperaturas y la sequía.

Según GONZÁLEZ (1994), en Hass existe un importante porcentaje de yemas inducidas provenientes del "flush" de crecimiento vegetativo otoñal, por lo que sólo una vez que este "flush" haya ocurrido será posible la inducción de los ápices

---

\* CAUTÍN, R. 1998, Ing. Agr. Profesor de Cátedra de Fundamentos de Horticultura, Tópicos de Fisiología Frutal. Facultad de Agronomía. UCV. Comunicación personal.

contenidos en ellas. Con respecto a las yemas del "flush" vegetativo de primavera, existen tres posibilidades: primero, que estas se induzcan y diferencien durante el periodo de verano; segundo, que se induzcan en verano, pero que no lleguen a diferenciarse sino hasta otoño, o bien, que simplemente permanezcan vegetativas induciéndose junto con las yemas provenientes del flush otoñal. Esta tercera posibilidad parecería ser la más viable, basándose en estudios de WOLSTENHOLME (1990) que indica que los ápices merisémáticos de las yemas permanecerían indiferenciados durante todo el periodo de verano.

Según GONZÁLEZ (1994), el periodo de inducción en palto Hass comienza en abril - mayo y se prolonga hasta fines de julio - inicios de agosto. Esto fue corroborado posteriormente por CARRILLO (1995).

#### 2.4.2.2. Iniciación y diferenciación del palto cv. Hass.

Según lo observado por SCHROEDER (1951) y SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER. (1985), las yemas indiferenciadas poseen un terminal vegetativo con meristemas indiferenciados en las axilas de las brácteas de las yemas. En estudios realizados en el Sud Este de Australia, se ha observado que este estado se presenta desde diciembre hasta abril. Luego se presenta un redondeamiento del ápice de los meristemas axilares, estos se elongan hasta formar los ejes secundarios de la inflorescencia, los cuales se ubican en torno al eje principal que termina en un meristema apical vegetativo o reproductivo dependiendo del tipo de inflorescencia. Cada eje secundario se alarga hasta completar su desarrollo que es determinado. En el ápice de cada eje se generan masas de células cónicas y compactas y un adicional eje (eje terciario) con su ápice generando una masa celular, que se desarrolla basipétalmente. A partir de estas masas celulares se desarrollan posteriormente las flores (SCHROEDER, 1951 ; SCHOLEFIELD SEDGLEY and ALEXANDER, 1985).

Cada masa celular inicia una reorganización para originar, finalmente, cada una de las estructuras florales, en una secuencia de diferenciación que va desde los extremos hacia el centro. La primera estructura que se diferencia es el perianto que se evidencia como dos brazos que se curvan hacia el centro. Le siguen los estambres, los estaminodios y por último, el pistilo con un óvulo simple. (SCHROEDER, 1951 ; SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

El primer primordio de perianto y estambres se observa en mayo. Las yemas más avanzadas poseen primordio de pistilo en junio y se han desarrollado completamente en septiembre. En todos los casos observados, el ápice terminal de la yema permanece vegetativo y se observan hasta 10 ejes florales. Cada eje floral se desarrolla en inflorescencia. (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

A pesar que son los meristemas axilares más próximos al meristema apical los que primero inician la diferenciación, son los meristemas más alejados los que se desarrollan más en longitud y son los que primero abren (SCHROEDER, 1951).

Según GONZÁLEZ (1994), el periodo desde inducción hasta la anéxis se calcula de 18 a 20 semanas en el cultivar Hass. CARRILLO (1995) por su parte, corrobora el periodo de diferenciación calculado por GONZÁLEZ (1994) y señala que éste se observa desde abril hasta septiembre.

#### 2.4.3. Floración, polinización y cuaja.

El palto presenta un comportamiento floral muy particular conocido como dicogamia protogínea de sincronización diurna. La dicogamia implica que las partes masculinas y femeninas maduran a destiempo. Todas las flores son masculinas o femeninas al mismo tiempo, es decir, el comportamiento es sincronizado y esta sincronía es diurna, porque cada árbol es funcionalmente masculino en una parte del día y funcionalmente femenino la otra parte del mismo día. Finalmente, la dicogamia es

protogínea, ya que en la flor, la parte femenina (pistilo) madura antes que la masculina (estambres) (BERGH, 1967).

Por lo tanto, la flor del palto abre dos veces, la primera vez lo hace al estado femenino, presentando el estilo bien erguido y sobresaliente, con el estigma o superficie receptiva del polen brillante, blanco y aparentemente receptivo; los estambres permanecen acostados y con sus tecas cerradas. Luego cierra, para abrir por segunda vez al día siguiente, cuando el estigma no está receptivo, se ve generalmente muerto y de color oscuro. Los estambres se encuentran erguidos con las tecas abiertas. La flor sólo genera polen al estar en estado masculino. (GARDIAZÁBAL, 1998).

En palto existen dos grupos de floración, A y B, lo que permite la polinización cruzada. Bajo condiciones favorables de temperatura, las flores de los cultivares de tipo A abren a estado femenino en la mañana. Luego ellas cierran completamente y vuelven a abrirse al estado masculino en la tarde del día siguiente. En cultivares de tipo B, el estado floral femenino abre en la tarde, cierra en la noche y vuelve a abrirse en estado masculino en la mañana siguiente. En ambos tipos de floración, las flores cierran permanentemente después del estado masculino. (SEDGLEY y GRANT, 1983). GARDIAZÁBAL y ROSENBERG (1991) mencionan como variedades de tipo A las variedades "Hass", "Mexícola", "Pinkerton", "Rincón", "Reed", "Gwen" y "Esther". Al grupo B pertenecen los cultivares "Bacon", "Ryan", "Edranol", "Fuerte", "Ettinger", "Zutano" y "Whitsell".

No obstante a lo anterior, TAPIA (1993) y GARCÍA (1997) coinciden según sus estudios, en que la dicogamia tipo A descrita para el cultivar Hass, no se cumple bajo las condiciones ambientales de la zona de Quillota, por lo cual se produce traslape de flores femeninas y masculinas en un mismo árbol. Estudios realizados por MENA (1997), GARCÍA (1997) y CRISTOFFANINI (1996), indican que para los demás cultivares tampoco se cumple los patrones de dicogamia de tipo A y B.

Durante la floración ocurre la polinización y la fecundación. El éxito de estos dos procesos biológicos influencia la cuaja. El primero de ellos, la polinización, se define como la llegada del polen al estigma del pistilo. Bajo condiciones óptimas, el estigma está en condiciones óptimas y el polen germina, produciéndose un tubo que crece a través del estigma, estilo y ovario, hasta llegar al óvulo. El polen libera el núcleo espermático que llega hasta la oosfera; la fusión de estos dos gametos se denomina fecundación. El producto de esto es el embrión, que se desarrollará dentro de la joven semilla de palto, que crecerá dentro del ovario que desde ese momento pasa a denominarse fruto. Este proceso se denomina cuaja (LOVATT, 1997).

#### 2.4.4. Fructificación

El crecimiento del fruto en palto, ya sea en largo, diámetro, volumen o masa, sigue una típica curva sigmoidea. (SCHROEDER, 1953; CHANDLER, 1962). La división celular es más rápida en las primeras etapas del crecimiento del fruto, pero continúa hasta la madurez de éste. (SCHROEDER, 1953; CHANDLER, 1962; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995). El proceso de maduración es también bastante excepcional, ya que a diferencia de muchas especies que maduran en el árbol, este fruto, aunque esté maduro fisiológicamente, contenga un alto contenido de aceite y a veces semilla germinada en su interior, no puede terminar su proceso de madurez sin ser cosechado. Frutos maduros que quedan en los árboles, se mantienen firmes y continúan el crecimiento y acumulación de aceite por varios meses después de la madurez fisiológica (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

La porción comestible del fruto incluye el grueso mesocarpo y endocarpo, que se constituye por dos o tres capas de pequeñas células. Las células del mesocarpo son uniformes en forma y tamaño. La división celular ocurre cuando el fruto está en el árbol. Es más rápida cuando el fruto es joven y más lenta en frutos cerca de la madurez. La red vascular en el pericarpo confluye y entra en conjunto a la cubierta

seminal, donde se vuelve a separar formando ramificaciones de ases vasculares. (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

La semilla se separa en embrión, endosperma y cubierta seminal. El embrión, que se compone de dos cotiledones y el eje, se observa al principio muy pequeño y delgado, creciendo rápidamente durante el primer mes volviéndose el componente mayor de la semilla en ese periodo. El endosperma que envuelve al embrión, es gelatinoso en la primera etapa del crecimiento del fruto. Durante el desarrollo, el embrión crece hacia el extremo distal de la cavidad seminal. Luego desaparece, tres meses después de la cuaja (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

En frutos inmaduros la cubierta seminal llamada "pachychalaza", es gruesa, carnosa y blanca. Tres semanas después de la cuaja, la cubierta seminal es el mayor componente de la semilla. A medida que el fruto crece, esta cubierta se vuelve delgada, café y membranosa. El sistema vascular en la cubierta seminal también se marchita y se vuelve incapaz de transferir elementos, con lo que el intercambio de nutrientes, agua y hormonas entre el embrión y el pericarpio, y por lo tanto la influencia del embrión en el crecimiento del fruto, cesa completamente. A esto le sigue una disminución en la tasa del crecimiento del fruto. (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

Las fuentes más importantes para el crecimiento del fruto son hormonas promotoras del crecimiento (especialmente citokininas), fotoasimilados proveedores de esqueletos carbonados, nutrientes minerales del suelo y agua. (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995). El rol de la semilla en el crecimiento del fruto es indudablemente suplir la necesidad de hormonas del crecimiento a través de la cubierta seminal y del endosperma (tejido nutritivo). La presencia de la capa de tejido llamada "pachychalaza", permite el normal desarrollo de la semilla, ya que es una porción vascularizada de la cubierta seminal a través de la cual fotosintatos, nutrientes minerales y agua son suministrados. Colectivamente, esto crea un fuerte "sink" de fotosintatos en el fruto en desarrollo (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Los frutos desarrollan estomas, los cuales pueden llegar a ser entre 22.000 a 30.000 por fruto, luego de la tercera semana de desarrollo. Al contener clorofila, los frutos realizan fotosíntesis, lo cual contribuye a suplir sus propios requerimientos de carbohidratos. Sin embargo, WHILEY et al. (1996) demostraron que en todos los estados de desarrollo del fruto, la fotosíntesis realizada por el fruto es mucho menor que la respiración. Sin embargo, esta contribución de fotosintatos puede ser crítica en los estados tempranos del crecimiento del fruto, contribuyendo a la división y crecimiento celular.

Durante la primera mitad de la vida del fruto en el árbol, éste contiene más de 80% de humedad, la cual comienza a disminuir tres a cuatro meses antes de la cosecha. El contenido de *azúcar* corresponde a 1,5 a 3,5% del peso vivo antes de la madurez. En fruto maduro, este porcentaje corresponde a 0,25 a 1,8%, y disminuye a medida que el porcentaje de aceite aumenta, el cual puede *alcanzar* en el caso de Hass un 15 a 20 %. (CHANDLER, 1962).

## 2.5. Factores que afectan la floración, polinización, cuaja y desarrollo del fruto en palto:

### 2.5.1. Factores que afectan la floración.

Los árboles de palto a menudo producen en forma pobre o irregular, y varios autores han sugerido que temperaturas adversas durante la floración pueden ser responsables. Los resultados de floración en Hass para tres regímenes de temperatura muestran que a 33°C en el día seguido de 28°C en la noche (33/28) abren menos flores que a 25/20 y 17/12, y que el largo del periodo de floración disminuye a medida que aumenta la temperatura. Por otro lado, el número promedio de flores que abren por día es menor a 17/12 que en las otras dos temperaturas. A 25/20 existe un considerable traslape entre el periodo de apertura de los estados masculino y femenino. A 33/28 y 25/20 el largo del ciclo es de 36 horas, mientras que a 17/12 es de 72 horas (SEDGLEY y ANNELS, 1981).

El ciclo floral del palto es muy sensible a las fluctuaciones de temperatura. Tanto para cultivares de tipo A como B el ciclo floral puede extenderse a más del doble debido a las bajas temperaturas, lo cual puede provocar que la apertura floral al estado femenino ocurra en la noche. Esto puede reducir la polinización y cuaja, ya que los insectos polinizantes no son activos durante la noche (SEDGLEY, 1987). A temperaturas entre 12 a 17°C, sólo un bajo porcentaje de flores abre a estado femenino, con estigmas receptivos. La mayoría abre a estado masculino solamente. (SEDGLEY, 1977). Cuando las flores abren a estado femenino, lo hacen por pocas horas, durante las cuales una polinización exitosa podría ocurrir. Sin embargo, bajas temperaturas, especialmente acompañadas de neblina, llovizna o lluvia, reducen dramáticamente la actividad de las abejas, lo cual compromete la polinización (LOVATT, 1997).

#### 2.5.2 Factores que afectan la polinización y fecundación en palto.

Debido a la dicogamia protogínea del palto, es imposible que ocurra autopolinización dentro de una misma flor. Por otra parte, de acuerdo al ritmo de floración y a través de agentes polinizantes, estas flores pueden tener polinización cruzada y polinización cercana, es decir, desde una flor a otra en el mismo árbol, entre cultivares y dentro del cultivar respectivamente (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1993). El principal agente polinizador del palto en las regiones de clima mediterráneo es la abeja de miel (*Apis mellifera* L.), y en muchos huertos se colocan colmenas a través de la floración para aumentar la polinización (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

La inadecuada polinización del palto puede ser explicada por dos aspectos: baja tasa de polinización, lo cual es consecuencia de la preferencia de la abeja melífera por flores de otras especies, y una baja tasa de polinización cruzada, resultante de una falta de cultivares donadores de polen y por la baja eficiencia de las abejas como polinizadores. Sin embargo, se ha sugerido que producciones comerciales de

palto pueden ser obtenidas a pesar de la baja tasa de polinización, debido al gran número de flores que normalmente son producidas por este árbol (ISH-AM y EISIKOWITCH, 1998).

Las condiciones climáticas influyen notablemente en la actividad de las abejas, cuya eficacia es máxima en días soleados, sin viento y con una temperatura media de 20 a 22 °C. Cuando la temperatura es inferior a 15 °C, o cuando el viento supera los 20 km/hora, la actividad de las abejas es muy escasa; cesa del todo cuando la velocidad del viento supera los 35-40 Km/hora. La lluvia también obstaculiza notablemente el vuelo de los insectos (BALDINI, 1992).

El tiempo impacta la polinización y fecundación en muchos aspectos. Tanto bajas como altas temperaturas afectan adversamente el desarrollo del polen. Para frutales tropicales, el periodo desde meiosis hasta el estado pre-vacuolar del desarrollo del polen parece ser el más sensible a las temperaturas. Temperaturas bajo 15 °C y sobre 33 °C reducen la viabilidad del polen. Temperaturas nocturnas bajo 10 °C reducen la germinación del polen en más de 50% (LOVATT, 1997).

En cuanto a la fecundación, es importante mencionar que el éxito de ésta depende directamente del crecimiento del tubo polínico, el cual es altamente competitivo en el pistilo de la flor del palto, ya que sólo uno o dos tubos alcanzan el ovario. La selección de los tubos se realiza en la mitad superior del estilo (SEDGLEY, 1977). Según PAPADEMETRIOU (1976), la penetración del tubo polínico al ovario toma una hora bajo condiciones de temperatura de 32,5 °C (+- 0,8).

SEDGLEY (1977) demostró que el polen germina rápidamente y penetra el ovario en cerca de 2,5 horas a 25/20. Además se observó penetración del tubo polínico en todos los pistilos estudiados a esa temperatura, indicando una gran eficiencia del mecanismo de polinización. Según SEDGLEY y ANNELLS (1981), tanto para temperaturas de 17/12, como para 25/20 y 33/28, se observa que después de 24 horas existe una proporción de pistilos cuyos ovarios se observan penetrados por

tubos polínicos. Sin embargo el porcentaje de penetración fue de 32%, 95% y 74%, respectivamente.

Sin embargo se ha demostrado que con temperaturas de 12 a 17 °C el crecimiento del tubo polínico cesa antes de alcanzar al óvulo, por lo cual la fecundación no se efectúa. Además las bajas temperaturas durante la floración afectan también la viabilidad del óvulo y la germinación del polen, además del crecimiento del tubo polínico, afectando la cuaja en el palto. (SEDGLEY, 1977). La relación entre el óvulo, polen y cuaja se integran en el concepto de "periodo efectivo de polinización", lo que corresponde al tiempo de viabilidad del polen menos el tiempo necesario para que el tubo polínico encuentre al óvulo y libere el núcleo espermático (LOVATT, 1997).

Bajas temperaturas durante la floración disminuyen la viabilidad del óvulo y aumentan el periodo de tiempo que toma el tubo polínico en crecer desde el estigma al óvulo. Luego, la duración del periodo efectivo de polinización es significativamente acortado y la cuaja es reducida. Temperaturas cálidas durante la floración aumentan tanto la longevidad del óvulo como la tasa de crecimiento del tubo polínico. Esto aumenta el periodo efectivo de polinización y la cuaja (LOVATT, 1997).

### 2.5.3. Factores que afectan la cuaja en palto.

Como se señala anteriormente, uno de los mayores problemas en la producción del palto es la gran proporción de fruta que se pierde luego de la polinización. Un árbol adulto de palto puede llegar a producir cerca de 1 a 1,6 millones de flores, de las cuales cuajan sólo un 0,001% a 0,23%, es decir que sólo unos pocos cientos llegan a la madurez (SEDGLEY, 1980; DEGANI et al, 1986).

Según LOVATT (1997), los frutos de palto que son abortados pueden ser clasificados en dos categorías: (i) frutos resultantes de flores en las cuales ha

ocurrido polinización, pero ha fallado la fecundación, y (ii) frutos resultantes de flores en las cuales ha ocurrido polinización y fecundación, generando un embrión y semillas normales. Por su parte, SEDGLEY (1977) suma a esta pérdida la abscisión de pequeñas partes florales, yemas y flores, lo cual relaciona con el crecimiento vegetativo que se presenta luego de la floración.

La mayoría de los frutos son desechados durante un mes después de la antesis, aunque también se pierde fruta durante el periodo de desarrollo del fruto. Durante las primeras semanas después de la antesis la mayoría de las flores no se encuentran fecundadas. Menos del 20% de las flores son anormales y una pobre transferencia de polen se ha identificado como la mayor razón de esta temprana caída. Sin embargo, un mes después de la antesis, toda la fruta caída se encuentra fecundada y tiene un normal desarrollo del embrión y endosperma. Algunos de los frutos caídos muestran cierta degeneración pero esto probablemente ocurre durante el periodo entre el cese del crecimiento del fruto y la abscisión de éste. Este periodo es de aproximadamente una semana (SEDGLEY, 1987)

No se ha observado ningún problema anatómico que justifique la gran pérdida de frutos, lo que sugiere que efectos de competencia pueden ser responsables de la abscisión. Esta competencia no sólo es entre frutos en desarrollo, sino que también entre frutos y el crecimiento vegetativo que sigue a la floración. Las hojas en expansión compiten directamente con los frutos jóvenes y también aprovechan la posición apical de los frutos. Es posible que esta competencia sea, a lo menos en parte, responsable de la gran proporción de frutos caídos tempranamente (SEDGLEY, 1986; CALABRESE, 1992),

WHILEY (1994) señala que la competencia es más intensa en los 40 días anteriores a que las nuevas hojas pasen de "sink" a "source" de asimilados, durante los cuales los árboles dependen de sus reservas y de hojas más viejas que comúnmente se encuentran "fotoinhibidas". Además, la actividad radical es mínima en ese momento.

DEGANI et al. (1986) señalan que se sabe muy poco acerca de la regulación de la abscisión de frutos en palto, pero que estudios recientes han demostrado que la sobrevivencia de estos frutitos depende de la existencia de polinizantes.

Las bajas temperaturas durante la floración se correlacionan con una cuaja pobre. (PETERSON, 1956). Esto fue ratificado por SEDGLEY (1977), quien demostró que temperaturas de 17°C en el día y 12°C en la noche (17/12) eran insuficientes para la cuaja debido al desorden que se presentaba en el normal ciclo floral, retardo del crecimiento del tubo polínico y una consecuente falla en el desarrollo del embrión. Por otra parte, temperaturas de 33/28°C favorecen el crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo, disminuyendo las dimensiones de partes florales y presentándose un anormal crecimiento del tubo polínico, lo cual concluye en la abscisión de flores y frutos jóvenes.

La polinización estimula al ovario a comenzar el desarrollo frutal, pero la estimulación se agota dentro de un par de semanas y la fruta cae. La cuaja más exitosa ocurre a temperaturas entre 20 y 25 °C. A estas temperaturas la apertura de las flores a estados masculino y femenino se traslapan por varias horas. A temperaturas sobre 28 °C, la abscisión de yemas florales individuales y flores es acelerada; inflorescencias completas caen antes de que las flores abran (SEDGLEY, 1977).

#### 2.5.4. Factores que afectan el desarrollo del fruto.

El desarrollo y maduración del fruto, junto con la floración y la cuaja, tienen una gran demanda de reservas del árbol, como son agua, nutrientes minerales y carbohidratos. El éxito de la formación de frutos los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de fotosintatos almacenados y de la fotosíntesis del momento a partir de hojas maduras en verano, más el tiempo de transición "sink"- "source" de los brotes del renuevo de primavera, todo lo cual es necesario para el desarrollo secundario del fruto del palto (WHILEY, 1990).

El desarrollo del fruto compite fuertemente con el crecimiento de las raíces y brotes nuevos. Por lo tanto, durante los periodos críticos de requerimientos para el desarrollo del fruto y crecimiento del brote, bajan las reservas del árbol. Luego, un excesivo crecimiento vegetativo provoca una caída excesiva de frutos (WHILEY et al, 1988a).

Es bien sabido que el normal crecimiento del fruto en palto es dependiente de la viabilidad de la semilla, para lo cual es necesario el crecimiento del tubo polínico, fecundación de la célula huevo y el desarrollo del endosperma. Las frutas poco desarrolladas comúnmente no presentan una semilla completa, ya que contienen un embrión y endosperma rudimentarios. Además hay una ausencia de la capa de tejido llamada "pachychalaza", que es una porción vascularizada de la cubierta seminal a través de la cual fotosintatos, nutrientes minerales y agua son suministrados para el normal desarrollo de las semillas. No es extraño entonces, que esta ausencia lleve a un temprano aborto de la semilla, y en consecuencia a un pobre desarrollo de fruto (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Según WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990), la fotosíntesis del palto es relativamente ineficiente y el periodo de rápido crecimiento del fruto y acumulación de aceite provoca una gran demanda energética en el árbol, lo cual coincide con las mayores temperaturas de verano y una mayor demanda evaporativa del ambiente.

WOLSTENHOLME y WHILEY (1995) señalan que incluso en árboles sanos de palto Hass se produce una proporción de 5-20% de fruta que es vista como muy pequeña para la exportación. En condiciones de clima templado y seco, la ocurrencia de fruta pequeña en árboles estresados y viejos puede aumentar a un 40%. Las causas son en primer lugar genéticas, pero se ven agravadas por algunos tipos de suelos, factores climáticos y manejos. Es sabido que la temperatura influye en la forma del fruto, obteniéndose frutos más alargados si crecen en temperaturas más bajas, especialmente cultivares como "Pinkerton" y "Fuerte". Sin embargo, existe suficiente evidencia de que el problema de tamaño de fruto en "Hass" es mayor en ambientes

evidencia de que el problema de tamaño de fruto en "Hass" es mayor en ambientes cálidos que en fríos. (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995). WHILEY y SCHAFFER (1994) señalan que el fruto de "Hass" es 30% menor en climas cálidos subtropicales, como la costa de sud-este de Queensland, comparado con ambientes fríos de lugares montañosos. Una explicación a este hecho puede ser que mayores temperaturas aumentan la respiración del fruto de Hass, y esto combinado con el largo periodo de desarrollo de la fruta puede conducir a reducir los asimilados para el crecimiento del fruto (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Las relaciones hídricas son vitales para el desarrollo de los frutos, y el estrés hídrico puede inducir una reducción temporal del fruto, ya que el agua es extraída del fruto en ese caso, especialmente en frutos jóvenes. Además el estrés hídrico acelera la caída de frutos de primavera y verano, con variables efectos en el tamaño de la fruta. Esto también provoca el síntoma de anillado del pedúnculo, asociado a una muerte prematura de la cubierta seminal. Por otro lado, se ha observado una marcada reducción en la actividad de las raíces durante la floración y la cuaja en primavera, y la gran pérdida de agua desde las inflorescencias (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Desde que la fruta tiene un tamaño medio hasta *alcanzar* un tamaño grande, requiere de una maximización de la división celular tanto del fruto como de la semilla. Por esto, cualquier reducción en las fuentes para la división celular provoca una disminución en el tamaño promedio de los frutos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Productores e investigadores están de acuerdo en que el problema de frutos de bajo calibre en Hass es menos severo en árboles jóvenes, vigorosos y sanos, pero que se hace mayor a medida que el árbol aumenta de tamaño, edad y complejidad, junto con una reducción del vigor. Los árboles jóvenes poseen una más favorable proporción hoja/fruto, y gasta proporcionalmente menos energía en crecimiento y mantenimiento de la respiración. Los árboles más viejos poseen una mayor

Una reducción del vigor significa poner mucha fruta para las hojas fotosintéticamente eficientes que existen en un árbol de esas características. (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

## 2.6. Manejos realizados para solucionar los problemas de producción:

Para solucionar los problemas mencionados anteriormente, se han practicado diferentes manejos que permiten aumentar la producción de los huertos de palto.

### 2.6.1. Manejos para solucionar problemas de floración, polinización, fecundación y cuaja en palto cultivar Hass.

Los trabajos realizados en la biología de la reproducción en palto han beneficiado a la industria de esta especie en Australia y otros países productores. En particular los trabajos realizados en sensibilidad de las flores de palto a las temperaturas han mostrado la importancia que tiene seleccionar la variedad correcta para las condiciones ambientales en que se está (SEDGLEY, 1987).

Se ha estudiado la posibilidad de aumentar la cuaja y la producción en palto Hass mediante el desplazamiento de la floración. Para esto se han hecho aplicaciones de GAS en septiembre, noviembre, diciembre y enero en California, antes del comienzo de la floración, con el fin de lograr un desplazamiento de cuatro a ocho semanas, tiempo suficiente para permitir que la floración no coincida con el crecimiento de las raíces, y que en su lugar, ocurra más tarde, en la época en que las raíces están activas y los brotes del crecimiento de primavera estén maduros y exportando fotosintatos (LOVATT y SALAZAR-GARCÍA, 1995).

Más tarde, estudios realizados por SALAZAR-GARCÍA Y LOVATT (1997) demostraron que las aspersiones foliares de noviembre y enero resultan en un desarrollo precoz del brote vegetativo que se genera a partir de la inflorescencia indeterminada, con lo cual la mayoría de las hojas son fuentes en la época de cuaja

indeterminada, *con* lo cual la mayoría de las hojas son fuentes en la época de cuaja en vez de competir con las flores. Además, se demostró que los tratamientos con giberelina aumentan la producción sin reducir el tamaño de la fruta.

Por otro lado, varias investigaciones han demostrado que durante el periodo de floración en primavera, los brotes generados en el segundo "flush" de crecimiento vegetativo florecen antes que los brotes generados en el primer "flush". Además los brotes producidos en el primer crecimiento florecen en forma más intensa. Basándose en este hecho se ha hecho el intento de desplazar la floración usando aspersiones de giberelina para aumentar el segundo "flush" de crecimiento vegetativo. Sin embargo, los resultados han sido variables (LOVATT y SALAZAR-GARCÍA, 1995).

Tomando en cuenta la gran competencia que se produce entre las hojas que se expanden rápidamente en primavera y la floración, sumado a la limitada actividad radical de ese momento, es que se hace necesario que los manejos de fertilización y riego se realicen con el fin de satisfacer las necesidades de la gran y expandida superficie transpiratoria (principalmente inflorescencias) pero también para controlar el vigor vegetativo (WHILEY et al., 1988b).

El estado nutricional del árbol y la aplicación de fertilizantes influye en el periodo efectivo de polinización en palto. Aplicaciones de nitrógeno a la canopia antes de la apertura de flor, como "biuret úrea", a palto Hass durante el estado de "coliflor" de desarrollo de la inflorescencia, aumenta significativamente el número de óvulos viables, el número de tubos polínicos que encuentra exitosamente el óvulo, y en consecuencia aumenta la producción (JAGANATH y LOVATT, 1995).

Es sabido desde hace tiempo que el boro es esencial para la germinación del polen, para un exitoso crecimiento del tubo polínico a través del estigma, estilo y ovario hasta el óvulo, y para las divisiones mitóticas necesarias para producir el núcleo espermático. Aspersiones de boro durante otoño o primavera a árboles no

deficientes en boro, han sido efectivas en aumentar la cuaja en varios frutales de hoja caduca, especialmente con bajas temperaturas durante la floración (LOVATT, 1995).

En pistilos cosechados desde árboles de palto que han recibido una aplicación de Boro, la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico resultan significativamente mejores que en flores de árboles no tratados. Los resultados a partir de estudios realizados en invernadero y bajo condiciones de campo han demostrado que el estado de coliflor es el mejor para aplicar boro o úrea (LOVATT, 1995).

Al igual que el boro, el zinc también está asociado a la actividad del meristema. Las concentraciones de zinc en la hoja también descienden durante el desarrollo de las panículas. Sin embargo, la corrección de este elemento sólo ha tenido cierto éxito mediante la aspersion foliar en hojas en expansión (WHILEY, 1990).

También se ha intentado por parte de productores e investigadores en aumentar la polinización y la cuaja aumentando el número de abejas en huerto, aumentando la actividad de éstas mediante el uso de feromonas y plantando o injertando otras variedades de palto en huerto para permitir la polinización cruzada (LOVATT, 1997).

VRECENAR-GRADUZ y ELLSTRAND (1985), reportaron que la tasa de polinización cruzada y la producción por árbol aumentaron significativamente en los huertos plantados con más de una variedad versus los huertos puros de Hass. Además se ha demostrado que la producción de paitos Hass en huertos plantados cerca de huertos de Ettinger disminuye a medida que la distancia entre árboles de ambas variedad aumenta (LOVATT, 1997).

Por otra parte, estudios realizados por GARDIAZÁBAL y GANDOLFO (1996) mostraron que parcelas que tienen polinizantes en quince, como Rincón, Bacon, Edranol y Zutano, muestran diferencias significativas con el tratamiento de

Hass/Hass, presentando entre un 84,5 a 97,4% de polinización cruzada. La debilidad de Hass como autopolinizante podría deberse a que Hass tenga algún problema a nivel de polen que le dificulte autopolinizarse, o que las condiciones climáticas no favorezcan un buen traslape de los estados florales, favoreciéndose la polinización cruzada o bien que el material genético que Hass aporta a su descendencia esté en desventaja frente a otros donadores de polen, en cuanto a que estos permitan una mayor supervivencia de frutitos pequeños.

También se ha demostrado que reduciendo el crecimiento vegetativo durante el período crítico de retención de fruta, ya sea con poda (CUTTING y BOWER, 1990) o con el uso de paclobutrazol (WOLSTENHOLME et al, 1989), ha resultado en un aumento de la cuaja y producción. Esto se explica por la reducción de la competencia entre los frutitos y las hojas. (LOVATT, 1997).

#### 2.6.2. Manejos para solucionar problemas de calibre en palto cultivar Hass.

El problema de calibre, se ha solucionado parcialmente con poda y uso de paclobutrazol como ya se señaló anteriormente. (CUTTING y BOWER, 1990; WOLSTENHOLME, WHILEY and SARANAH, 1990). Otros métodos para controlar el vigor en el periodo de la cuaja incluyen el corte del ápice (lo cual es efectivo pero impracticable) y la poda química de brotes individuales. Estos manejos, más la aspersión foliar de nutrientes en tiempo estratégico, no sólo aumentan la cuaja en Hass, sino que también aumenta en un 20% el promedio del tamaño de los frutos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

La aplicación giberelina (10 ppm) y paclobutrazol (250 ppm) aplicados en septiembre aumentan la producción total y el tamaño de los frutos, comparado con árboles no tratados ( KREMER-KÖHNE y KÖHNE, 1995).

Aplicaciones de CPPU al fruto han resultado en un considerable aumento de su tamaño. El CPPU es un compuesto con actividad citoquinínica que también ha

aumentado el tamaño de otros frutos, como por ejemplo kiwi (KÖHNE y SCHUTTE, 1991).

El anillado es una práctica que tiene el efecto de aumentar la producción de ramas seleccionadas en árboles vigorosos en huertos de palto, sin embargo la mayoría de las veces implica una disminución en el tamaño de los frutos y una pérdida de la condición del árbol (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

El aclareo o raleo de frutos es un manejo aconsejable, si se prefiere obtener una mejor calidad de los frutos y además proteger las ramas contra una extracción excesiva de nutrientes, que podría provocar su desecación, o por lo menos una acentuada producción alternada (CHANDLER, 1962).

Se ha estudiado el efecto de la polinización cruzada en el tamaño final del fruto. Investigaciones realizadas con Ettinger como polinizante de Hass no han dado resultados significativos. (KREMER-KÖHNE y KÖHNE, 1995). Sin embargo, el hecho de contar con una mejor calidad de polen hace pensar que además de obtenerse una mayor cuaja, los frutos sobreviven más tiempo hasta llegar a la madurez (GARDIAZÁBAL y GANDOLFO, 1996).

Muchos estudios han mostrado que el tamaño de los frutos aumenta significativamente retrasando la cosecha, aunque es una práctica que se limita al estado en que los frutos estarán en la lenta fase final del crecimiento. (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

Una solución a largo plazo consiste en mejorar la salud de las raíces y reducir el estrés mediante el uso de mulch. Raíces sanas sintetizan y traslocan más citoquininas y giberelinas (y menos etileno y ABA) a través del xilema hasta muchas partes del árbol, incluyendo los frutos en desarrollo. Esto puede llevar a una mayor división celular, especialmente en estados tempranos del desarrollo del fruto, ayudando también al desarrollo de la semilla, aumentando el poder de sink de los

frutos, por medio del aumento de la longevidad de la cubierta seminal (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

## 2.7. Desplazamiento de floración en palto:

Como se señaló anteriormente, se ha estudiado la posibilidad de aumentar la cuaja y la producción en palto Hass mediante el desplazamiento de la floración, para lo cual se han hecho aplicaciones de GA3 antes del comienzo de la floración. Sin embargo los resultados han sido variables (LOVATT y SALAZAR-GARCÍA, 1995). Según CHALHUB (1998), las aplicaciones de ácido giberélico realizadas ya sea en abril, mayo o junio, no tienen efecto en adelantar o retrasar la floración en paltos adultos del cultivar Edranol. Además, estas aplicaciones reducen e inhiben la floración en paltos de cultivar Edranol y Bacon.

En palto cultivar Pinkerton, uno de los principales problemas es el extendido periodo de cuaja, lo cual afecta la madurez del fruto al momento de la cosecha, y por lo tanto problemas de calidad. Se ha probado el efecto de la manipulación del periodo de cuaja en la producción por árbol, tamaño del fruto, contenido de humedad y calidad de fruta exportable. La manipulación se ha realizado mediante la remoción de fruta ya formada en el periodo antes de la cuaja, y la remoción de flores no deseadas después del periodo de cuaja dejado, el cual es de 15 días para Kiepersol y 30 días para Heidelberg, Sudáfrica (SIPPEL, HOLMES y CLAASSENS, 1995).

Los resultados de este estudio han demostrado que existe diferencia en la tasa de crecimiento del fruto entre frutos cuajados tempranamente y frutos cuajados más tarde. Análisis de calidad de fruta exportada muestran que los frutos maduros del periodo temprano de cuaja tienen más problemas que frutos de la cuaja tardía. Fruta extraída del periodo temprano de cuaja tiene más daño lenticelar y problemas de pardeamiento. Análisis de humedad y contenido de aceite en frutos de los dos

periodos de cuaja también presentan diferencias (SIPPEL, HOLMES, CLAASSENS, 1995).

El efecto de la manipulación del periodo de cuaja en la producción es tal que en el periodo de cuaja temprana se produjo un 50% menos fruta que en los demás tratamientos. La mejor producción se obtuvo en el tratamiento de cuaja de agosto, seguido por el de septiembre. La manipulación del periodo de cuaja en paito "Pinkerton" tiene reales ventajas para los productores. En primer lugar permite saber la edad de los frutos que se encuentran en el árbol. En segundo lugar, los frutos que se obtienen son más uniformes en forma, tamaño y madurez, haciendo la cosecha y embalaje más fáciles. Inspeccionando los árboles regularmente y manipulando el periodo de cuaja, se puede esperar una mayor cosecha siempre que un periodo óptimo sea elegido. Un extendido, pero controlado periodo de cosecha puede también manipularse (SIPPEL, HOLMES, CLAASSENS, 1995).

Estudios en mango (*Mangifera indica* L.) realizados en India, demostraron que la remoción manual de inflorescencias en el cv. "Dashehari", estimulaba una segunda floración más tardía, lo cual permitió disminuir la incidencia de malformaciones causadas por el frío en panículas tempranas, coincidir en la fecha de floración con una época en que la actividad de los insectos polinizadores fuera satisfactoria y que la floración de este cultivar coincidiera con otros cultivares compatibles que normalmente florecen después, con un consecuente aumento en la producción. (SINGH et al, 1974).

Estudios realizados en Australia, también en mango, demostraron que mediante la remoción manual de inflorescencias en el cultivar "Kensingion Pride" se desplazó el tiempo de antesis a cinco semanas después, y que el promedio de inflorescencias subterminales desarrolladas por brote aumentó significativamente. Además se desplazó la madurez de los frutos en tres semanas, aunque no hubo un aumento significativo de la floración. El objetivo de esto era desplazar la floración para escapar de bajas temperaturas en el periodo normal en que ocurre y aspirar a un

mayor porcentaje de cuaja. La explicación dada por los investigadores es que esta respuesta de desplazamiento se presenta debido a que la remoción de la inflorescencia terminal provoca la liberación de los factores supresivos que controlan el crecimiento de las yemas subterminales (ISSARAKRAISILA y CONSONE, 1991).

Uno de los problemas de esta poda manual de inflorescencias en mango es que es una práctica laboriosa y de gran costo. La solución ideal sería encontrar un producto químico conveniente, que cuando fuera aplicado a las panículas cerca de plena flor, provoque abscisión floral permitiendo así la diferenciación de panículas en posición axilar. Se comparó el efecto de una remoción manual de inflorescencias, versus aspersión de Ethrel. En todos los tratamientos se obtuvo floración axilar, excepto en el testigo. La poda manual resultó en el mayor número de inflorescencias axilares. Además en todos los tratamientos se obtuvo mayor producción. Esto se explica por las mayores temperaturas durante la floración y la cuaja (GALÁN et al, 1993).

La poda química es una herramienta de uso factible en desplazamiento de floración. Aspersiones de productos químicos como cycloheximida (0,25 g/l), dinoseb (0,5 ml/l) y PCP ( 5 g/l) han sido comparados en su habilidad para destruir panículas apicales en mango y lograr una floración secundaria. Sin embargo dinoseb, aunque causa quemadura de flores puede causar severos daños en hojas y peciolo con la dosis postulada. PCP y cycloheximida tuvieron mejores resultados. (SHU, 1993).

## 2.8. Absorción foliar de nutrientes.

Según SILVA y RODRÍGUEZ (1995), la absorción foliar de nutrientes considera tres etapas. Después que los nutrientes son depositados en la superficie en una solución acuosa, las etapas en la absorción son las siguientes:

- Penetración de las cutículas y de la pared celular de la epidermis mediante un proceso de difusión.
- Adsorción en la superficie de las membranas celulares.  
Paso a través de las membranas celulares y entrada al citoplasma.

Según SILVA y RODRÍGUEZ (1995), la limitante más importante para la absorción foliar de los nutrientes es la cutícula. Su capa exterior está formada por una cubierta que en su superficie tiene ceras. La capa interior está compuesta por celulosa y sustancias pécticas y está incrustada por cutina. Esta última es hidrófila debido a los grupos polares que atraen agua mediante puentes de hidrógeno. Otros componentes de la cutícula, como sustancias pécticas y proteínas, también pueden absorber agua, y de esta forma sirven como caminos polares para el agua y los solutos. Por su parte, las ceras epicuticulares son el componente más hidrofóbico.

La penetración de los nutrientes a través de la cutícula se realizaría a través de las microfibrillas de polisacáridos cuya continuidad desde la superficie exterior hasta la pared celular permitiría un transporte polar. Otra entrada de los nutrientes es a través de los estomas, lo que no significa evitar la barrera de la cutícula, sino más bien, el efecto de la cutícula se ve disminuido al favorecerse un flujo de masas de los nutrientes asperjados en los estomas. Los tricomas también constituyen una puerta de entrada a los nutrientes. La importancia de estos últimos depende de su densidad, forma y grado de cutinización que es función de la madurez de las hojas de las distintas especies frutales. Por otra parte, las ceras son una barrera efectiva para los canales cuticulares a través de los cuales penetran los iones (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

La penetración de las sustancias a través de la cutícula corresponde a un proceso de difusión influenciado por la temperatura y, especialmente por un gradiente de concentración. La penetración de los cationes está relacionada con el radio del ion hidratado en el siguiente orden:  $K > Na > Mg > Ca$ . La cutícula es 10 a 20 veces más

permeable a la úrea que a los iones inorgánicos, quizás debido a la estructura no polar de su molécula (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

SCHÖNHERR y HUBER (1977) señalan que el punto isoelectrico se encuentra alrededor del pH 3. Sobre pH 3 la cutícula desarrolla una carga negativa y es permeable a los cationes, mientras que bajo un pH 3, tiene una carga positiva y es más permeable a los aniones. Las cargas positivas están dadas por los aminoácidos básicos y las cargas negativas por el ácido poligalacturónico y por los grupos carboxílicos no estratificados del polímero de cutrna.

La penetración a través de la pared celular de las células de la epidermis, no presenta una gran limitación, ya que su naturaleza celulósica es una débil barrera para la absorción. Se postula la existencia de estructuras permeables denominadas "ectodesmos" en la pared celular, que sería la vía de difusión de los solutos. Las moléculas que han penetrado la pared celular sólo pueden en un principio ser adsorbidas en la superficie de la plasmalema. Después son incorporados al citoplasma a través de la membrana plasmática por un proceso que requiere de energía. La energía requerida para una absorción activa puede derivarse del metabolismo de la respiración o de los procesos de la fotosíntesis (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1. Localización geográfica del ensayo.

El presente estudio se realizó en el cuartel n° 6 del huerto de paltos del cultivar Hass del fundo La Palma, perteneciente a la Universidad Católica de Valparaíso. Este fundo se encuentra ubicado en el valle de Aconcagua en la provincia de Quillota (32° 50' LS), V Región, Chile.

El valle posee un clima templado cálido con lluvias invernales, que dan un promedio de 400 mm anuales; las fechas probables para la ocurrencia de heladas varían entre el 16 de mayo y 13 de agosto. El promedio de horas frío es de 546 horas con temperaturas inferiores a 7°C. La temperatura media en periodo estival fluctúa entre 18° y 23°C. (NOVOA et al, 1989).

#### 3.2. Antecedentes técnicos del huerto.

El ensayo se realizó en 36 árboles de palto del cv. Hass de 6 años de edad injertados sobre patrón franco cv. Mexícola, plantados a 6x6.

El huerto es regado con el sistema de microaspersión, con un caudal individual de 36 lt/hr. Este sector es regado en los meses de marzo, abril y mayo tres veces por semana durante cuatro horas. En junio, julio y agosto la frecuencia de riego es de dos veces por semana con un tiempo de riego de ocho horas. En septiembre y octubre son tres riegos por semana durante 4 horas y en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero los riegos son diarios y de 4 horas de duración.

La fertilización nitrogenada consiste en 2 kg de urea por árbol, parcializados en enero y febrero (50% y 50%), aplicados mediante riego, una vez a la semana.

La cosecha se realiza en forma parcializada, desde agosto hasta marzo. En esta última fecha sólo se obtienen paltas para mercado interno. El calibre de los frutos obtenidos corresponde a 60% de fruta de primera (exportable), 30% de fruta de segunda y 20% de fruta de tercera.

### 3.3. Material vegetal.

#### 3.3.1. Selección de árboles.

Los árboles fueron seleccionados y marcados en marzo de 1998. En total se eligieron 36 árboles, los cuales debían presentar baja carga frutal en ese momento, esperando que en la primavera del presente año se presentara una alta floración en aquellos árboles. La selección de los árboles se basó en varios criterios, entre los cuales cabe destacar:

- Sanidad: árboles sin síntomas visuales de *Phytophthora cactorum* y libres de plagas y otras enfermedades.
- Nivel de carga: se eligieron los árboles según apreciación visual.
- Vigor: árboles homogéneos en cuanto a vigor, con follaje de color uniforme.
- Daño por heladas: árboles sin síntomas de haber sido afectados por heladas en temporadas anteriores.
- Luminosidad: árboles completamente iluminados.

### 3.4. Descripción del método:

#### 3.4.1. Tratamientos.

Corresponden a aplicaciones de una mezcla de sales minerales compuesta por ácido bórico, sulfato de cobre hidratado, sulfato de zinc, sulfato de manganeso, hidróxido de potasio y ácido fosfórico. Esta mezcla se aplicó en tres fechas (17/6, 5/8, 1/10) y en tres concentraciones diferentes (10%, 4%, 0,5%).

Los tratamientos finalmente quedaron de la siguiente manera:

T1: EODO: 17/6, testigo

T2: EOD1: 17/6, mezcla diluida al 10%

T3: EOD2: 17/6, mezcla diluida al 4%

T4: EOD3: 17/6, mezcla diluida al 0,5 %.

T5: E1 DO: 5/8, testigo

T6: E1D1: 5/8, mezcla diluida al 10%

17: E1D2: 5/8, mezcla diluida al 4%

T8: E1D3: 5/8, mezcla diluida al 0,5 %.

T9: E2DO: 1/10, testigo

T10: E2D1: 1/10, mezcla diluida al 10%

T11: E2D2: 1/10, mezcla diluida al 4%

T12: E2D3: 1/10, mezcla diluida al 0,5 %.

### 3.4.2. Diseño experimental.

Método a usar: Se analizaron los datos mediante un diseño multifactorial 3x4 llevado como Diseño Completamente al Azar con submuestreo, para los siguientes parámetros medidos:

- Daño total de yemas apicales y subíerminales.
- Número de yemas subtemninales que florecen en "peak" de floración.
- Cantidad total de flores por brote.
- Número de frutos cuajados por brote.
- Días de desfase entre plena flor de los testigos y plena flor de los tratamientos.

El modelo matemático corresponde a:

$$Y_{ijk} = \mu_0 + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + d_{ijk} + E_{ij}$$

Donde  $Y_{ijk}$  : valor observado en cada unidad experimental

$\mu_0$ : efecto de la media sobre cada tratamiento

$\alpha_j$ : efecto del factor época sobre cada observación

$\beta_k$ : efecto del factor dosis sobre los datos

$\alpha\beta_{jk}$ : efecto combinado de los dos factores

$d_{ijk}$ : efecto del submuestreo

$E_{ij}$ : efecto del error experimental

Hipótesis del tratamiento:  $H_0: \alpha_j = 0$

$H_0: \beta_k = 0$

$H_0: \alpha\beta_{jk} = 0$

El análisis se realizó mediante test de Fischer, con un 95% de confianza.

Se analizaron datos mediante un Diseño Completamente al Azar con submuestreo, para los siguientes parámetros medidos:

Diámetro polar y ecuatorial de las yemas al momento de la aplicación. Número de flores quemadas después de la última fecha de aplicación de sales.

El modelo matemático corresponde a:

$$Y_{ijk} = \mu_0 + T_i + d_{ijk} + E_{ij}$$

Donde  $Y_{ijk}$ : valor observado en cada unidad experimental

$\mu_0$ : efecto de la media sobre cada tratamiento

$T_i$ : efecto del tratamiento sobre cada observación

$d_{ijk}$ : efecto del submuestreo sobre los datos

$E_{ij}$ : efecto del error experimental

Hipótesis del tratamiento:  $H_0: \mu_{TMT1} = \mu_{TMT2} = \dots = \mu_{TMT12}$

$H_1: \mu_{TMT1} \neq \mu_{TMT2} \neq \dots \neq \mu_{TMT12}$

Hipótesis del submuestreo:  $H_0: d=0$

$H_1: d \neq 0$

El análisis se realizó mediante test de Fischer, con un 95% de confianza.

Unidad experimental: el árbol.

Número de repeticiones: 3 árboles por tratamiento.

### 3.4.3. Fabricación de la mezcla de sales.

La mezcla de sales se compone de los siguientes compuestos:

- Acido bórico 107,29 gr
- Sulfato de Cu hidratado 0,383 gr
- Sulfato de Zn 1,85gr

- Sulfato de Mn 1,05 gr
- KOH 630 gr
- Ácido fosfórico (app. 1 lt) hasta alcanzar un pH de 5,5.

La mezcla se realizó tres veces de la siguiente manera:

- 1) 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 1000 ml
- 2) 107,29 gr de ác. bórico se agregan al agua
- 3) Se agregan 500 ml más de agua y se pone a hervir. Además se somete a agitador para acelerar la disolución.
- 4) Se agregan 0,383 gr de sulfato de Cu hidratado, 1,85 gr de sulfato de Zn, 1,05 gr de sulfato de Mn.
- 5) Se agregan 330 ml más de agua.  
Se completa 1 lt de solución.
- 6) A esto se le agrega 2 lt de agua destilada.
- 7) Se agrega 630 gr de KOH + 100 ml más de agua destilada.
- 8) Se agrega el Ácido fosfórico.

Finalmente se obtuvo 2920 ml de mezcla cada vez, de color rojizo, consistencia viscosa, con una CE de 155,5 y un pH de 5,55.

Posteriormente se hicieron varias diluciones con el fin de formular las proporciones que dieran como resultado soluciones de CE de 10, 8 y 0,8 o cercanas a ellas, basándose en el hecho que una conductividad eléctrica de 10 podría provocar algún grado de fito toxicidad a nivel de follaje, con el fin de lograr un daño a nivel de yema sin perjudicar el resto del follaje.

Las diluciones utilizadas fueron las siguientes:

- 10 ml de caldo en 100 ml de solución: pH:6,38 CE: 15,38
- 4 ml de caldo en 100 ml de solución: pH: 6,47 CE: 6,8

- 0,5 ml de caldo en 100 ml de solución: pH: 6,54 CE: 1,11

#### 3.4.4. Aplicación.

En todos los estados de desarrollo de yemas, las aplicaciones fueron hechas en días despejados y en la tarde, desde las 4 pm hasta las 6 pm app donde se presentó algo de viento. Se utilizó una bomba de espalda con capacidad de 10 lt. perteneciente a la Estación experimental.

El volumen de mojamiento calculado por árbol correspondía a 3 lt. Pensando en esto y considerando que eran tres árboles por tratamiento, el volumen de mojamiento correspondería a 9 lt. Finalmente se hizo la dilución para un volumen total de 10 lt. Por lo tanto, para T2 (EOD1) se hizo la mezcla con 9000 ml de agua +1000 ml de caldo.

Para T3 (EOD2): 9600 ml de agua + 400 ml de caldo.

Para T4 (EOD3): 9950 ml de agua + 50 ml de caldo.

#### 3.4.5. Parámetros medidos.

##### 3.4.5.1. Diámetro ecuatorial y polar de las yemas apicales al momento de la aplicación.

Cabe destacar que para confirmar diferencias en el estado de diferenciación que presentan las yemas entre dos fechas de aplicación, se hizo un muestreo de yemas el día anterior a la aplicación. Se tomaron cinco brotes por árbol y se midió el diámetro polar y ecuatorial de la yema apical con un pie de metro digital.

##### 3.4.5.2. Necrosis de yemas apicales y subterminales.

Quince días después de los tratamientos de la primera y segunda fecha, se tomaron cinco brotes al azar de cada una de las repeticiones (árboles), lo cual corresponde a la submuestra. Cabe destacar que todos los brotes marcados presentaban largo y diámetro homogéneos.

A cada uno de estos brotes se le realizó un corte transversal a la yema apical y a tres yemas subterminales, y se observó por medio de una lupa entomológica con aumento 2x, la existencia de necrosis. Luego se calculó el porcentaje de yemas con algún grado de necrosis, para cada submuestra.

#### 3.4.5.3. Número de flores quemadas después de la aplicación de sales.

Después de quince días luego de la tercera fecha de aplicación (10 de octubre), se contaron las flores quemadas por brote, en los mismos brotes muestreados anteriormente en el conteo de flores en pie de floración. El conteo se hizo con un contador manual.

#### 3.4.5.4. Número de yemas subterminales que florecen en pie de floración.

Se eligieron nuevamente al azar cinco brotes por árbol, lo que correspondió a la submuestra. Se contó el número de panículas subterminales por brote, con lo que se llegó a un promedio por submuestra. Este conteo se realizó en el "peak" de floración.

#### 3.4.5.5. Cantidad total de flores por brote.

A los mismos brotes se les contó el número de flores totales por brote, también en el "peak" de floración. El conteo se realizó con un contador manual.

El "peak" de floración se determinó mediante la observación del estado de floración de todos los árboles, lo cual se hizo una vez a la semana entre el 29 de septiembre y el 2 de noviembre.

Al observarse árboles en estados más avanzados de floración (panícula expuesta), se calculó el porcentaje de panículas expuestas en la copa. Cuando la proporción era igual o superior a 50%, se procedía a contar el número total de flores por brote y número de inflorescencias subterminales por brote, al día siguiente.

El método para determinar porcentaje de panículas expuestas consistió en el conteo de brotes con yema apical cerrada, brotes con yema apical hinchada, brotes con presencia de panículas en estado de coliflor y número de brotes con panícula expuesta, dentro de un cuadrante de 1 mt x 1 mt. Luego se dividía el número de brotes con panícula expuesta por el total de brotes dentro del cuadrante. Este conteo se realizó para todos los árboles en la cara norte y cara sur, y luego se promediaron los resultados. Como se señaló anteriormente, al igualar o superar el 50% se procedía a contar flores totales y número de inflorescencias subterminales por brote.

#### 3.4.5.6. Porcentaje de cuaja por brote.

A los mismos brotes se les hizo un conteo del número de frutos cuajados, después de la primera caída de frutos, dentro de la tercera semana de diciembre. A partir de esto se calculó el porcentaje de cuaja.

#### 3.4.5.7. Número de días de desfase entre plena flor de los testigos y plena flor de los tratamientos.

Mediante el método del cuadrante descrito anteriormente, se identificó la fecha de plena flor para todos los tratamientos, con el fin de medir número de flores totales por brote y número de panículas subterminales por brote. La fecha de plena flor para cada árbol, es decir, cuando éstos se encontraban en por lo menos 50% de

copa en estado de panícula expuesta, se registró, con el fin de mostrar en un diagrama las fechas entre las cuales se encontró plena flor para todos los tratamientos, y ver si existió desfase entre la plena flor de éstos y de los testigos.

#### 3.4.5.8. Seguimiento de floración para una muestra del 10% de la población total de árboles.

Se registró fecha y temperaturas mínimas, medias y máximas en el periodo entre el comienzo de floración (0% de la población muestra con a lo menos 50% de los brotes en estado de panícula expuesta) y fin de floración (100% de la población muestra con a lo menos 50% de los brotes en estado de panícula expuesta). El método para determinar porcentaje de brotes en estado de panícula expuesta fue el del cuadrante, descrito anteriormente. El conteo se realizó una vez por semana, desde el 8 de septiembre hasta el 10 de noviembre, en todos los árboles de la población muestra.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Efecto de la época de muestreo sobre el diámetro polar y ecuatorial de las yemas apicales al momento de la aplicación.

Tanto para el diámetro polar como ecuatorial de las yemas, existe efecto de la época de la toma de muestras sobre el diámetro polar y ecuatorial de las yemas. Los datos obtenidos y análisis estadístico se muestran en los Anexos 1 y 2.

Según CARRILLO (1995), no se ha podido encontrar un modelo estadístico que permita relacionar estado de desarrollo de las yemas y su largo con respecto a la fecha de muestreo. Sin embargo, los resultados y análisis estadístico del presente ensayo muestran que existe efecto de la época de muestreo (día siguiente a la aplicación de sales), sobre el diámetro polar y ecuatorial de las yemas. Esto podría significar que la aplicación de solución salina en diferentes fechas efectivamente se realizó en diferentes estados de diferenciación de las yemas.

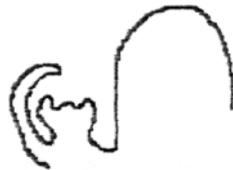
Según la clasificación realizada por CARRILLO (1995), se realizó un gráfico de distribución, en porcentaje, de las cinco clasificaciones de estado de desarrollo de las yemas apicales, a través del tiempo, según lo observado bajo microscopio óptico. A partir de esta clasificación y distribución de estados de desarrollo de yemas apicales en el tiempo, se eligió como primera y segunda fecha de aplicación (EO y E1), el 17 de junio y el 5 de agosto, estimando que el estado de desarrollo de las yemas sería un factor importante en el efecto que pudiera tener la aplicación de sales. En las Figuras 1 y 2, se aprecia el diagrama de clasificación de estados de desarrollo de yemas y el gráfico de distribución de estados según época, respectivamente.



1) Meristemas axilares en estado vegetativo.



2) Meristema axilar iniciando la diferenciación.



3) Estados iniciales en el desarrollo de los ejes de la inflorescencia.



4) Meristema con inicio de desarrollo de flores.



5) Desde el inicio de la diferenciación de estructuras florales en adelante.

FIGURA 1: Diagrama de clasificación de yemas de palto cv. Hass según estado de diferenciación. Categorías 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. (CARRILLO, 1995).

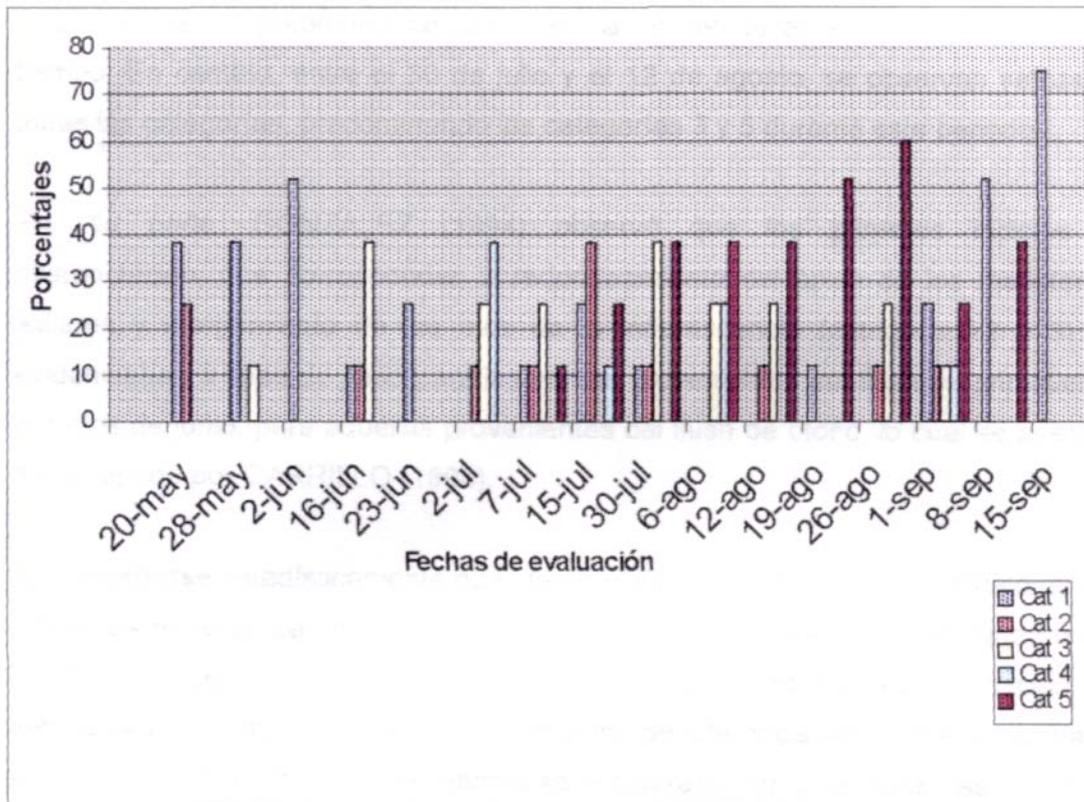


FIGURA 2: Gráfico de distribución porcentual de los 5 estados de diferenciación según época.

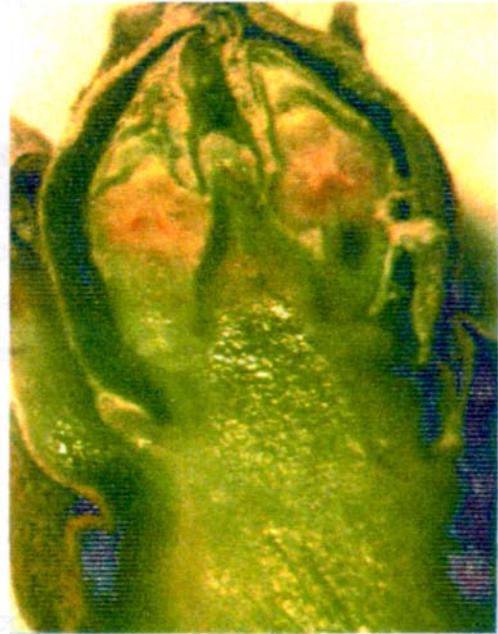
El gráfico de distribución de los estados de diferenciación según época, muestra que entre el 2 de junio y el 23 de junio sólo pueden apreciarse yemas en las categorías 1, 2 y 3, siendo predominante la presencia de yemas en estado 1 durante este tiempo. En cambio, entre el 30 de julio y el 12 de agosto, se observan yemas en todas las categorías, predominando las categorías 3 y 5 durante este periodo.

Por su parte, GONZÁLEZ (1994) observó que los primeros indicios de diferenciación, que corresponden a redondeamiento del ápice de los meristemas axilares y alargamiento de los ejes de la inflorescencia (categorías 2 y 3), se evidenciaban a fines de junio para las yemas provenientes del flush de primavera y a inicios de junio, para aquellas provenientes del flush de otoño, lo cual se asemeja a lo obtenido por CARRILLO (1995).

Al demostrarse estadísticamente que, tanto el diámetro polar como el ecuatorial son diferentes entre ambas fechas y que las medias son mayores en la segunda fecha de muestreo de yemas, se puede pensar que en la primera fecha de aplicación, las yemas se encontraban en un estado temprano de diferenciación (entre categorías 1 y 3), mientras que en agosto las yemas se encontraban en un estado más avanzado (entre 3 y 5).

Según lo descrito por SCHROEDER (1951) Y SCHOLEFIELD (1985), se puede ver que las yemas tienen un crecimiento polar y ecuatorial, siendo el crecimiento ecuatorial el más acentuado, de acuerdo al patrón de transformación de las yemas desde vegetativas a florales que sufre el palto, donde la formación de varios ejes secundarios rodeando al principal, provocaría un crecimiento transversal de las yemas. (Figura 3).

a)



b)

FIGURA 3: Corte longitudinal de yemas diferenciadas.

a): Yema con una panícula determinada.

b): Yema con una panícula indeterminada.

Observación: en ambos tipos de yemas se observa un crecimiento ecuatorial dado por el desarrollo de ejes secundarios.

I = 1 mm

Aumento: 2x

Fecha: 28/8/98

Sería interesante establecer la relación entre el diámetro de las yemas y el estado de diferenciación de éstas. Si bien ya se han hecho gráficos que relacionan época con estado de diferenciación, es sabido que las condiciones climáticas tienen una estrecha relación con el estado de diferenciación, y que las condiciones son variables entre un año y otro. De encontrarse esta relación entre diámetro y estado de diferenciación, se facilitaría el reconocimiento del estado de desarrollo de las yemas, con lo cual habría mayor seguridad al momento de elegir la época de aplicación de productos como el de este ensayo u otros, siguiendo un "índice de aplicación", dado por el diámetro de las yemas.

#### 4.2. Necrosis de yemas apicales y subterminales:

Cabe destacar que durante el tiempo transcurrido entre las aplicaciones y la toma de muestras, los árboles sólo mostraron una acumulación visible de sales y cierta quemadura de las hojas en las dosis mayores, y un casi imperceptible decaimiento del follaje, pero sin presentar caída de este.

##### 4.2.1 Necrosis de yemas apicales después de la 1° y 2° fecha de aplicación de sales.

De acuerdo a los datos analizados, ni la época de aplicación ni la dosis utilizada tuvieron efecto necrosador de yemas apicales. Tampoco existió efecto de la acción combinada de época y dosis salina en necrosis de yemas apicales. Los datos obtenidos y se muestran en el Anexo 3.

En un ensayo anterior en que se probaba la capacidad de aumentar cuaja con un producto que presentaba todos los compuestos descritos en la solución usada para el ensayo presente, más aminoácidos, existió un error al probar el producto sin aminoácidos (por lo tanto el mismo producto usado en este caso), aplicándolo en forma concentrada, con un pH de 5,5 y una CE de 155 mmhos/cm, en estado de panícula expuesta. Esto provocó en aquella ocasión que las panículas y las hojas de

los brotes asperjados resultaran dañados. A partir de esto se pensó que disminuyendo la concentración y aplicando en yemas, se podría obtener un efecto cáustico en las yemas apicales y con esto eliminarlas y favorecer una floración subterminal, sin afectar otras estructuras.

Aunque en este caso la acción de las sales debería tener un efecto directo sobre el tejido en contacto con ellas, existe mayor información en cuanto a la acción que éstas ejercen a nivel de tejido radicular.

Según RAZETO (1992), la salinidad tiene como uno de sus efectos más directos la dificultad por parte de las plantas de absorber agua desde un suelo con estas características. Una alta concentración de sales en el agua del suelo hace aumentar el potencial negativo de ésta y con ello más difícil su paso al interior de las raíces. Desde este punto de vista, la acción de un elevado nivel de sales a nivel de las yemas podría tener como efecto la salida de agua desde las células de los tejidos, debido al aumento del potencial negativo en el exterior de la yema, lo que provocaría la salida de agua desde los medios con menor concentración de solutos. Esto podría provocar la deshidratación de los meristemas, con su consecuente muerte.

Una elevada salinidad también puede causar daño directo sobre los tejidos radiculares, limitando su crecimiento y capacidad de absorción. Sin embargo, especialmente en árboles frutales, el detrimento mayor por efecto de la salinidad se encuentra en la toxicidad específica de algunos iones, en particular cloruro, sodio y boro, que pueden ser absorbidos y transportados hacia la parte aérea acumulándose en el follaje hasta provocar lesiones en los tejidos (RAZETO, 1992).

Lo mencionado anteriormente lleva a pensar que la solución de sales utilizada podría provocar daño debido al efecto fitotóxico directo del boro, que en este caso se encuentra en una gran cantidad. Según RAZETO (1992), el palto es una especie que encontrándose en una condición de CE de 2,0 mmhos/cm, a 25°C disminuye su

producción en un 10%. Esto quiere decir que es una especie poco tolerante a la salinidad, presentando susceptibilidad a los cloruros, sodio, y boro.

Sin embargo, los resultados obtenidos muestran que la solución salina que provocó daño de tejidos, asperjada a menores concentraciones, las cuales fueron 10%, 4% y 0,5%, no tuvo efecto en necrosar yemas apicales.

Lo anterior podría deberse a que las concentraciones utilizadas fueron muy bajas, por lo cual los tejidos no se vieron afectados. Sin embargo, podría deberse también a que los estados de diferenciación en que se encontraban las yemas eran muy tempranos, y la actividad metabólica interna de las yemas todavía no se encontraba en un periodo de aumento, por lo cual el cambio de pH del medio y el supuesto estrés hídrico que debería provocar la solución salina, no afectaría a las yemas. También podrían haber sido estas dos razones en conjunto lo que provocara que no se vieran afectadas las yemas.

Hay que tomar en cuenta además, que las yemas, aunque poseen un meristema pequeño y delicado en su interior, poseen una serie de barreras, ya que el meristema es sólo una pequeña parte de la yema, y todo lo demás es un sistema de protección de este tejido. Según VERDUGO (1995)\* y ESAU (1985), en plantas leñosas una yema está formada por varias hojas embrionarias, un punto de crecimiento y una envoltura de escamas protectoras externas; en algunas especies estas escamas, que son hojas modificadas, van cubiertas por una secreción cérea o presentan una capa pilosa densa que aumenta la protección. Las hojas dentro de las yemas pueden encontrarse bastante desarrolladas, al punto que se distingue bien su forma definitiva o en otros casos son rudimentos no reconocidos.

Considerando que las escamas tienen por función la protección de la yema, y que son hojas modificadas, es importante tomar en cuenta el mecanismo de absorción

---

\* VERDUGO, G., 1995. Ing. Agrónomo, Profesora de Cátedra de Fundamentos de Horticultura, UCV, Comunicación Personal.

de solutos a través de la vía foliar descrito por SILVA y RODRÍGUEZ (1995). Según lo descrito por estos autores, y considerando que las escamas de las yemas poseen en este caso una gran secreción cerosa, parte exterior de la cutícula, y que éstas son hidrofóbicas, podría pensarse que la aplicación de solución salina en este caso, podría tener poco efecto dada la baja capacidad de penetración de esta solución a través de la cutícula. Por otra parte, los tricomas presentes en las escamas podrían ser la vía de acceso de la solución salina, si su grado de cutinización fuera apreciable, ya que como se dijo anteriormente, la cutina es un compuesto hidrofílico. Los estomas también podrían ser otra vía de acceso.

La eficiencia de las soluciones asperjantes depende de factores internos y externos. Como factores internos, las características de las soluciones asperjantes tienen gran importancia, ya que puede afectar la absorción de los nutrientes, o bien, producir fitotoxicidad. En las soluciones asperjantes se debe considerar:

- solubilidad de las sales de los nutrientes
- concentración de las soluciones -
- polaridad de la solución asperjante -
- mezcla de distintos compuestos -
- "surfactantes" - pH de la solución

Entre los factores externos que influyen en la eficiencia de las aspersiones foliares están la disponibilidad de agua en el suelo, la temperatura, la humedad relativa y el viento. La planta, con adecuada disponibilidad de agua en el suelo, mantiene turgentes sus células favoreciendo la penetración foliar de los nutrientes. Cuando la planta comienza a marchitarse, la absorción foliar disminuye drásticamente. Por esto, no se deben hacer aspersiones foliares en las horas de más calor, cuando el árbol entra en un periodo de marchitez incipiente. En cuanto a la temperatura, el valor del coeficiente de temperatura ( $Q_{10}$ ) para la absorción foliar para la mayoría de los nutrientes es alrededor de 2. Sin embargo, en condiciones de alta

temperatura y baja humedad relativa, la evaporación de agua de la solución asperjada puede ser excesiva, elevando la concentración de sales a niveles fitotóxicos. La absorción foliar se ve favorecida por una alta humedad relativa porque mantiene la cutícula hidratada, atenúa la evaporación rápida de la solución, conservándola sobre la hoja por más tiempo y permitiendo una mejor distribución sobre la hoja. La intensidad del viento también afecta la absorción foliar, ya que dificulta una distribución uniforme de la solución en las hojas. Además, se incrementa el secado de las hojas, dificultando la penetración de la solución. (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

Analizando algunos de estos factores en la solución de sales utilizada en este ensayo, tal vez la concentración de la solución podría ser uno de los factores más importantes en que no se presentara el efecto esperado. Considerando que la dosis más alta tenía una concentración del 10% de la solución madre, y que anteriormente se había causado quemaduras de tejidos con la solución madre pura, 10 veces más concentrada que la dosis mayor utilizada en este ensayo, es posible que no tuviera efecto sobre las yemas, dado que la solución al 10% tiene una menor concentración salina y por ende ejerce un menor efecto en la salida de agua desde las células, o bien, que la menor cantidad de boro, Cu, Zn y Mn, no tuviera efectos fitotóxicos como en el caso de la solución concentrada. Aunque se observó cierto grado de quemadura en las hojas, y se apreció claramente que las sales se acumulaban en éstas, no se observaron yemas con estas características a simple vista, y en laboratorio tampoco se observó necrosis en los cortes de las yemas apicales. (Figura 4).



**FIGURA 4:** Hojas con acumulación de sales, 15 días después del tratamiento E1D1.

Es posible que las yemas realmente sean órganos más resistentes a la solución salina aplicada externamente al follaje que las hojas, debido a las escamas protectoras y su cantidad de ceras. Sin embargo siempre hay que tomar en cuenta que el punto de crecimiento dentro de las yemas siempre está activo, y por lo tanto necesita agua constantemente, por lo que se ve muy afectada con el efecto por ejemplo, de una helada, cuyo modo de acción se trató de imitar (desde el punto de vista de la deshidratación causada por este fenómeno).

Otra posible causa que la aplicación no tuviera efecto podría ser la no utilización de algún producto surfactante que ayudara a una mejor distribución y/o adhesión de la solución sobre la superficie mojada.

Analizando los factores externos, existe una ambigüedad en cuanto a las razones que podrían implicar el fracaso del efecto necrótico de la solución. Por una parte, las aplicaciones fueron hechas en la tarde (4:00 PM), por razones de fuerza mayor. Este factor pudo haber afectado el éxito de la aspersion tomando en cuenta que a esa hora podría haberse presentado una marchitez incipiente de los tejidos debido a la falta de turgor de las células. La falta de humedad relativa y la presencia de viento también podrían haber sido factores en contra, afectando la distribución del producto. Sin embargo, la temperatura, que a estas horas era alta, podría considerarse como un factor positivo desde el punto de vista de los propósitos de esta aplicación, ya que debería haber provocado una mayor concentración y por lo tanto lograr un mayor daño en los tejidos. No obstante, tomando en cuenta los resultados obtenidos, es probable que los factores en contra del éxito de la aplicación hayan preponderado por sobre los factores que aumentarían el daño de las yemas apicales.

#### 4.2.2. Necrosis de yemas subterminales después de la 1° y 2° fecha de aplicación de sales.

De acuerdo a los datos analizados, no existió efecto de la época en la necrosis de yemas subterminales. Por el contrario sí existió efecto de la dosis y de la acción combinada de época y dosis salina en la necrosis de yemas subterminales. Los datos obtenidos y su análisis se muestran en el Anexo 4.

CUADRO 1: Separación de medias.

Factor E	Factor D			
	D0	D1	D2	D3
E0	0 a	0 a	4,46 ac	0 a
E1	0 a	8,33 bc	0 a	0 a

La tabla de separación de medias muestra que el efecto de los tratamientos EODO, EOD1, EOD3, E1DO, E1D2, E1D3 y EOD2 es el mismo (efecto nulo). A su vez, indica que el efecto del tratamiento EOD2 es igual al del tratamiento E1D1, los cuales tienen efecto.

Analizando estos datos, es justificable el efecto del tratamiento T6, ya que el estado de desarrollo de las yemas es más avanzado que en el estado EO, además la dosis de la solución salina es la mayor, y ya se explicó anteriormente que el efecto combinado de ambos factores podría provocar un daño a nivel de tejidos. Sin embargo, es extraño que se considere igual el efecto de este tratamiento con el del tratamiento T3, donde la aplicación de sales ocurrió en periodo en que las yemas deberían tener una menor actividad metabólica comparado con el estado E1, y además la dosis utilizada es mucho menor. Una explicación de este hecho podría ser que la solución no se haya adherido bien a la superficie de la yema apical, arrastrándose por gravedad hacia las yemas inferiores. De hecho pudo observarse cierta acumulación de sales en las yemas subterminales, sobre todo en aquella que se encuentra inmediatamente por debajo de la apical.

Se supone que por ubicación y por actividad, la yema apical podría afectarse en mayor grado. Aunque yemas subterminales también están inducidas y diferenciándose, se encuentran retrasadas con respecto a la apical. Esto se puede apreciar a simple vista con la comparación de los diámetros de las yemas apicales con respecto a las subterminales. El estado adelantado de la yema apical podría deberse a la dominancia apical.

La dominancia apical debe considerarse como un aspecto paradormante, es decir, la reacción inicial de control se origina en estructuras distintas del blanco, cuya señal específica se explica por fenómenos ambientales o la producción de factores inhibidores. El efecto principal de la dominancia apical es la inhibición del desarrollo de yemas laterales o adventicias, provocado por el ápice caulinar. Los grados de dominancia son función de:

- material genético de la especie
- factores ambientales : Luz (producción de carbohidratos, asociado a producción de reguladores del crecimiento, relacionado con el transporte hacia el sink).  
Procesos fisiológicos (sustentabilidad en la relación brote/raíz, para el intercambio de substratos respirables, nutrientes inorgánicos y reguladores de crecimiento, etc.)
- Edad de la planta (tejido juvenil- transición- adulto). (CAUTÍN, 1998) \*.

Una explicación del fenómeno de dominancia apical lo da la "Teoría de la Autoestimulación", donde se involucran brotes apicales de ramillas y de raíces. Según esta teoría, el brote apical produce gran cantidad de auxinas, y aunque los brotes inferiores también producen esta hormona no se expresa su crecimiento, debido probablemente a que la gran cantidad de auxinas producidas por la yema apical tienen un efecto inhibitorio en las otras yemas. Las auxinas tienen dirección

---

- CAUTÍN, R. 1998, Ing. Agr. Profesor de Cátedra de Fundamentos de Horticultura, Tópicos de Fisiología Frutal. Facultad de Agronomía. UCV. Comunicación personal.

basipétala y se transportan a la zona del cuello, llegando a los ápices de las raíces. En las raíces existe una gran cantidad de ápices, una gran producción de citoquininas y una gran cantidad de giberelinas que se activan en este nivel. Las citoquininas suben por flujo xilemático llegando hasta el brote apical, con lo cual aumenta la tasa de división celular, realizándose la condición de sink, por lo cual pide más nutrientes, agua y carbohidratos, aumentando así el metabolismo y produciendo más auxinas. (CAUTÍN, 1998)\*.

Según esto, la necrosis de las yemas subterminales no tendría una causa clara, ya que la dominancia apical implica una mayor actividad metabólica y por lo tanto una mayor susceptibilidad a los cambios. Por lo tanto, sólo existe una explicación en el arrastre de solución salina hacia yemas subterminales, lo cual pudo afectar los tejidos de las yemas. Cabe destacar que el daño se apreció dentro de las yemas pero no a nivel de meristema, según lo que se pudo observar a través de la lupa.

#### 4.3. Número de flores quemadas después de la aplicación de sales:

Según los resultados y su análisis estadístico, no existe efecto de la aplicación de sales en la tercera fecha (estado de panícula expuesta) sobre el número de flores quemadas. Los datos obtenidos y su análisis se muestran en el Anexo 5.

De acuerdo a esto, se afianza la idea que la concentración utilizada no era lo suficientemente alta como para dañar tejidos. Las dosis aplicadas no dañaron visualmente los tejidos de las flores, que son mucho más delicados que el tejido de las escamas de las yemas, lo cual significa que realmente el producto no tenía la concentración de sales suficiente como para eliminar órganos como flores, y mucho menos yemas.

---

\* CAUTÍN, R. 1998, Ing. Agr. Profesor de Cátedra de Fundamentos de Horticultura, Tópicos de Fisiología Frutal. Facultad de Agronomía. UCV. Comunicación personal.

Sin embargo, podría esperarse cierta respuesta en cuanto al porcentaje de cuaja, ya que aunque no se vieron afectados sépalos y pétalos, sí podrían haberse afectado estambres y pistilos, con lo cual disminuiría el porcentaje de cuaja de las panículas asperjadas, portante, sería la respuesta contraria a la esperada.

Cabe destacar que la aplicación en estado de panícula expuesta se realizó con el ánimo de imitar las aplicaciones realizadas en mango, en las que se elimina panícula apical (ISSARAKRAISILA y CONSONE, 1991; SINGH et al., 1974; GALÁN et al., 1993). Sin embargo, el estado de panícula expuesta, para el caso de palto, no es el mejor momento para realizar esta aplicación, si es que se pretende eliminar panícula apical, ya que mientras la panícula apical está en estado de panícula expuesta, las panículas subterminales están en estado de yema hinchada o coliflor, pudiendo ser dañadas con la aplicación de un producto cáustico. Hay que tomar en cuenta que una aspersion foliar, aunque se realice en forma dirigida, igualmente puede llegar a hojas y yemas subterminales, con lo cual no se lograría el resultado esperado de eliminar panícula apical sin afectar a las otras inflorescencias.

#### 4.4. Número de yemas subterminales por brote que florecen en "peak" de floración.

Según los resultados y análisis estadístico no existe efecto de la época de aplicación, ni de la dosis, ni de la acción combinada de ambos factores, en el número de yemas subterminales que florecen en "peak" de floración. Los datos obtenidos y su análisis se muestran en el Anexo 6.

Considerando que no se vio efecto de las aplicaciones en la necrosis de yemas apicales, es congruente que no se hayan presentado variaciones en el número de panículas subterminales presentes por brote, con respecto a los testigos.

Se pensó que afectando a la yema terminal o bien la inflorescencia terminal, se podrían liberar los factores supresivos que limitan la diferenciación de yemas

subterminales, como lo indican ISSARAKRAISILA y CONSIDINE (1991) para explicar el efecto de la remoción de la inflorescencia terminal en mango. Esto, tomando en cuenta que los nutrientes, hormonas y compuestos carbonados dejarían de llegar al punto apical para distribuirse a las yemas que se ubican en una posición inferior y así lograr el desarrollo de aquellas yemas. Sin embargo, en este ensayo no se pudo necrosar los tejidos de las yemas apicales ni de panículas terminales, por tanto el efecto de aumentar el número de panículas subterminales no se logró.

No obstante, se pensó que quizás se podría lograr cierta intoxicación de la yema terminal que no presentara signos visuales, y que por esto se afectara el metabolismo de la misma lográndose la anulación de la yema apical, favoreciendo el desarrollo de las yemas subterminales. Sin embargo, tomando en cuenta los resultados obtenidos, se puede concluir que la aplicación de sales tampoco tuvo esta acción.

La eliminación de la yema apical o de la inflorescencia terminal favorecería del desarrollo de yemas subterminales, con el objetivo de desplazar la floración en palto Hass. Esto se debería a que las yemas subterminales, por el hecho de estar más atrasadas ontogénicamente, con respecto a la yema apical, terminarían su desarrollo más tarde en la temporada, y por lo tanto se lograría una floración más tardía y en consecuencia mejores temperaturas, lo que favorecería un mayor porcentaje de cuaja.

Sin embargo, no se logró un aumento del número de panículas subterminales por brote. Los resultados muestran además que tampoco existió una disminución del número de panículas subterminales con respecto a los testigos, lo cual apoya la postura que la necrosis de las yemas subterminales tampoco ocurrió, y que los resultados obtenidos inicialmente podrían haber sido producto de un error de interpretación.

#### 4.5. Cantidad total de flores por brote:

Según los resultados y análisis estadístico, no existe efecto de la época de aplicación, ni de la dosis aplicada, ni del efecto combinado de ambos factores en el número de flores por brote cuantificadas en el momento de "peak" de floración. Los datos obtenidos y su análisis se muestran en el Anexo 7.

Considerando que no existió efecto de las aplicaciones en necrosis de yemas apicales, ni en quemadura de flores en la aplicación en estado de panícula expuesta, y que tampoco se vio variación en el número de panículas subterminales por brote, era esperable que tampoco existiera variación en la cantidad de flores totales por brote.

Según lo observado, un brote tiene en promedio cerca de 350 flores, pudiendo llegar a tener más de 1000 flores, de las cuales por lo menos  $1/3$  se originan en la panícula terminal. La eliminación de la yema o de la panícula terminal debería afectar el número total de flores, el cual disminuiría bastante. Un estudio paralelo al de este ensayo se realizó en la actividad secundaria, donde se podaron yemas apicales con el fin de observar si esto provocaría desplazamiento de floración. También tuvo como objetivo la cuantificación de aspectos como el número de flores totales por brote. Se observó que la poda de yema apical sí tuvo efecto sobre el número de flores totales por brote, presentándose una considerable disminución, (Anexo 9).

El efecto de la pérdida de flores dentro de un brote podría acarrear beneficios si es que la competencia entre flores de un mismo brote disminuyera, y por lo tanto, existiera un aumento de la cuaja. Sin embargo no hay que olvidar que durante la floración y el periodo de cuaja, comienza el crecimiento vegetativo de primavera, lo cual constituye un factor de competencia de nutrientes, agua y carbohidratos entre brotes y flores, siendo estas últimas las más afectadas, viéndose como resultado una pérdida de flores y posteriormente de frutos recién cuajados.

No obstante esta brotación de primavera a partir del punto vegetativo de las panículas indeterminadas, es muy importante en la alimentación de los frutos en estados más desarrollados. Según WHILEY (1990), el desarrollo y maduración del fruto, junto con la floración y la cuaja, tienen una gran demanda de reservas del árbol, como son agua, nutrientes minerales y carbohidratos. El éxito de la formación de frutos los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de fotosintatos almacenados y de la fotosíntesis del momento a partir de hojas maduras en verano, más el tiempo de transición "sink"- "source" de los brotes del renuevo de primavera, todo lo cual es necesario para el desarrollo secundario del fruto del palto. Según GARDIAZÁBAL (1997)\*, además de la importancia que tiene el brote apical en la alimentación de los frutos, también es importante desde el punto de vista de la protección contra el golpe de sol. Sin embargo, WHILEY (1994), señala que la competencia es más intensa en los 40 días anteriores a que las nuevas hojas pasen de "sink" a "source" de asimilados, durante los cuales los árboles dependen de sus reservas y hojas más viejas que comúnmente se encuentran fotoinhibidas.

Desde este punto de vista, sería interesante encontrar un momento de aplicación para eliminar la panícula apical sin dañar las subterminales y sin eliminar el punto vegetativo de las panículas apicales indeterminadas. Según lo observado durante este ensayo, un momento adecuado podría ser cuando la inflorescencia terminal se encuentre en estado de "coliflor", ya que en este estado, las yemas subterminales todavía se encuentran en estado de yema hinchada, y el punto de crecimiento vegetativo apical se encuentra protegido por los ejes y flores de la panícula terminal. (Ver Figura 5).

Con esto podría lograrse un desfase de la floración lograr que el crecimiento vegetativo comience antes de la floración y lograr un desplazamiento del periodo

---

\* GARDIAZÁBAL, F. 1997. Ing. Agr. Profesor de Cátedra de Frutales de hoja persistente, Facultad de Agronomía. UCV. Comunicación personal.



a)



b)



c)



d)

FIGURA 5: Panículas en estado de coliflor. 21 de septiembre 1998.

crítico de competencia entre flores y/o frutos recién cuajados con el brote en expansión, como se ha obtenido con aplicaciones de giberelinas (LOVATT y SALAZAR-GARCÍA, 1995).

#### 4.6. Porcentaje de cuaja por brote.

Los resultados y análisis estadístico muestran que no existió efecto de la época de aplicación ni de la dosis aplicada, ni del efecto combinado de los dos factores en el porcentaje de cuaja por brote. Los datos obtenidos y su análisis se muestran en el Anexo 8.

Al no obtenerse un desplazamiento de floración a un periodo en que las temperaturas fueran más benignas, tampoco se pudo lograr una mejora en la cuaja. Por una parte, un desplazamiento de floración permitiría que ésta se presentara en alguna época en que las temperaturas día/noche fueran más cercanas a 25/20 °C en las cuales existe un mayor traslape de estados femenino y masculino, el ciclo floral se acorta, existe mayor apertura de flores; existe mayor apertura floral al estado femenino y se corre menos riesgo de apertura floral nocturna (SEDGLEY y ANNELS, 1981; SEDGLEY, 1987; SEDGLEY, 1977). Por otra parte, la actividad de las abejas, principal agente polinizador en esta especie, se vería favorecida (ISHAM y ESIKOWITCH, 1998); todo esto podría llevar a una mejora en la polinización, lo cual aumentaría la probabilidad de lograr una cuaja satisfactoria.

Por otra parte, la fecundación también se vería favorecida ya que la viabilidad del polen se vería aumentada, al igual que el porcentaje de germinación de éste y se ve favorecería el crecimiento del tubo polínico, con lo cual el periodo efectivo de polinización se vería aumentado, y por ende la cuaja. (SEDGLEY y ANNELS, 1981; SEDGLEY, 1987; SEDGLEY, 1977).

Además de mejorarse la polinización y la fecundación, el desplazamiento de la floración podría mejorar la cuaja desde el punto de vista de la disminución de la competencia al verse disminuido el número total de flores por brote y la competencia con el brote vegetativo, el cual presentaría un crecimiento anterior a la floración, como se explicó en el punto anterior.

Los tratamientos no tuvieron efecto y no se logró un aumento de la cuaja, porque el periodo de floración se presentó en forma normal. De hecho el periodo de plena flor de la población de árboles estudiada se presentó entre el 30 de septiembre y el 3 de noviembre de este año.

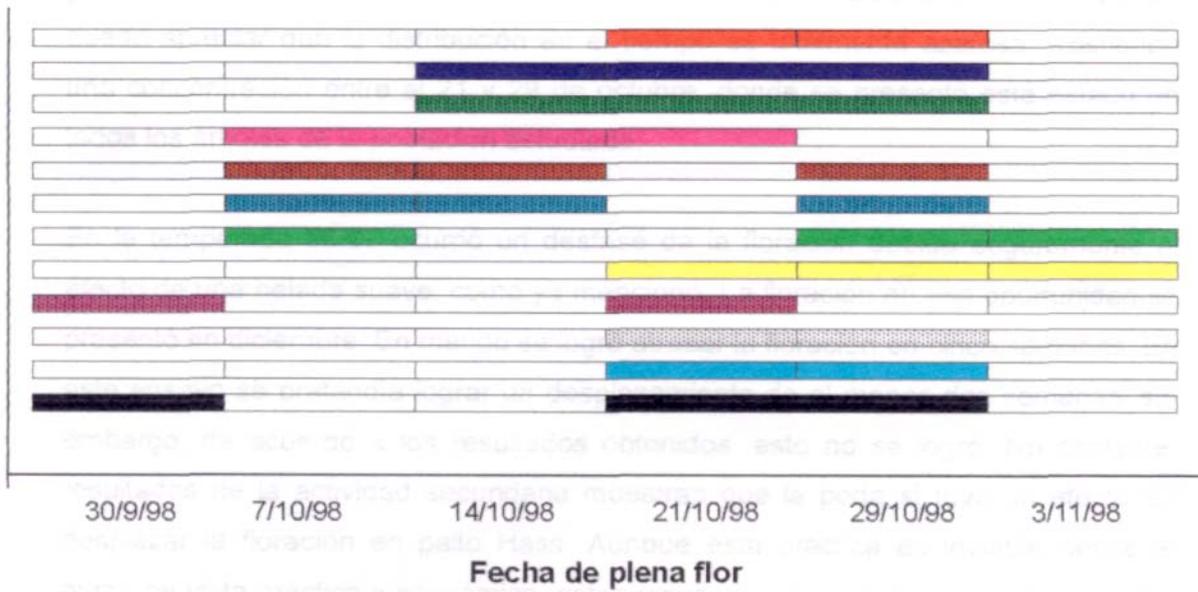
Al parecer, el supuesto efecto de la aspersion de sales a panículas, en cuanto al daño de estigmas y pistilos, tampoco se presentó, ya que no existió una variación en el porcentaje de cuaja de los árboles tratados con respecto a los testigos.

#### 4.7. Número de días de desfase entre plena flor de los testigos y plena flor de los tratamientos.

La fecha de plena flor para cada uno de los tratamientos se muestra en el cuadro 2 y Figura n° 6.

CUADRO n° 2: Fecha de plena flor para cada uno de los árboles tratados.

30/9/98	7/10/98	14/10/98	21/10/98	29/10/98	3/11/98
E2D0	E0D3	E0D1	E0D0	E0D0	E1D2
E2D0	E1D0	E0D1	E0D2	E0D0	
E2D3	E1D1	E0D2	E0D3	E0D1	
	E1D2	E0D3	E1D0	E0D2	
		E1D0	E2D0	E1D0	
		E1D1		E1D1	
			E0D1	E1D2	
			E0D2	E1D3	
			E2D3		
				E2D3	



Donde: E0D0 — E1D0 — E2D0 —  
 E0D1 — E1D1 — E2D1 —  
 E0D2 — E1D2 — E2D2 —  
 E0D3 — E1D3 — E2D3 —

FIGUR 6: Fechas entre las que se presenta plena flor de los testigos y tratamientos.

De acuerdo a lo observado en el diagrama de la Figura 6 y en el cuadro 2, no se presenta desfase del estado de plena flor entre árboles tratados y los testigos. Se puede apreciar que la distribución en el tiempo es totalmente azarosa, existiendo una concentración entre el 21 y 29 de octubre, donde se presentó este estado en todos los árboles de la población estudiada.

En la temporada 96/97 ocurrió un desfase de la floración debido seguramente al efecto de una helada suave, como ya mencionó. La floración en esa oportunidad se presentó en diciembre. En mango se logró atrasar la floración en cinco semanas. En este ensayo se pretendía lograr un desplazamiento de al menos dos semanas, sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, esto no se logró. No obstante, resultados de la actividad secundaria muestran que la poda sí tuvo un efecto en desplazar la floración en palto Hass. Aunque esta práctica es inviable desde el punto de vista práctico y económico, estos resultados demuestran que sí es posible desplazar la floración mediante la remoción de la yema apical.

#### 4.8. Seguimiento de floración para una muestra del 10% de la población total de árboles.

En el cuadro 3 se presenta el porcentaje de población con a lo menos 50% de copa en estado de panícula expuesta, según los grados día acumulados para cada fecha.

CUADRO 3: Variación del porcentaje de floración según el tiempo y ° días acumulados.

Tiempo	% población con a lo < 50% de copa con panícula expuesta	° Días acumulados
6/10/98	0	141,9
13/10/98	20	160,5
20/10/98	60	197,4
27/10/98	100	215,1
3/11/98	100	254,3
10/11/98	100	279,4

Cabe destacar que los grados día fueron acumulados a partir del 20 de mayo, donde la actividad vegetativa está en el mínimo. Se consideró un mínimo de 50% de panícula expuesta en la copa para clasificar el árbol en estado de plena flor.

En la Figura 7 se observa la variación del porcentaje de floración de una muestra del 10% del total de los árboles estudiados, versus el tiempo. Además se puede apreciar cómo es esta variación con respecto a los grados día acumulados.

En el Cuadro 3 presentado y en la Figura 7, se puede observar que el estado de plena flor se presenta para el 100% de la población muestreada el día 27 de octubre, con 215 grados día acumulados. Por lo tanto, se puede afirmar que el "peak" de floración se presentó en esta fecha para la población muestreada. En cuanto a los grados día acumulados se puede apreciar que la variación de éstos se presenta casi en forma paralela a la variación de la población que alcanza al menos 50% de la copa con panícula expuesta. Al *alcanzar* 215 °Día se presenta el "peak". Desde este momento en adelante se puede apreciar un aumento más notorio en los grados día acumulados.

Los resultados obtenidos coinciden con lo descrito por TAPIA (1993), quien afirma que el periodo de floración de Hass se observa entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre.

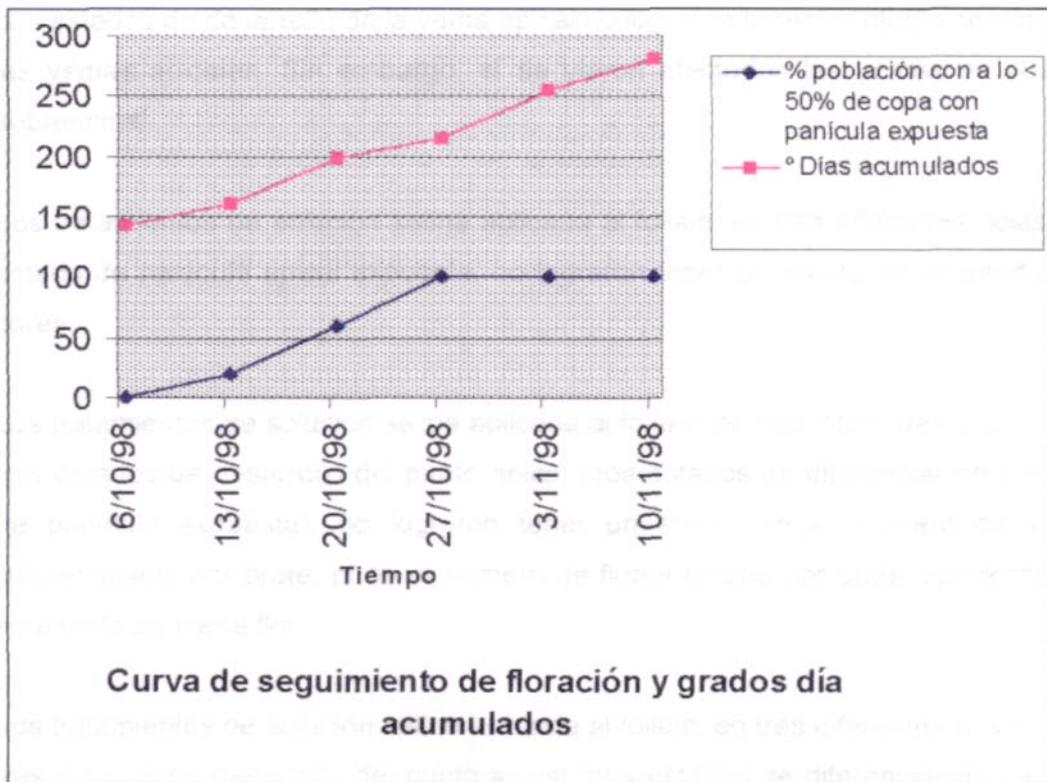


FIGURA 7. Curva de seguimiento de floración y grados día acumulados.

## 5. CONCLUSIONES

Los tratamientos de solución salina aplicada al follaje, en tres diferentes dosis y para dos estados de desarrollo de la yema apical no lograron tener un efecto necrótico en las yemas apicales. Sin embargo, sí se vieron afectadas las yemas en posición subterminal.

Los tratamientos de solución salina aplicada al follaje, en tres diferentes dosis y en estado de panícula apical expuesta, no lograron tener un efecto de quemadura de flores.

Los tratamientos de solución salina aplicada al follaje, en tres diferentes dosis y para tres estados de desarrollo del punto apical (dos estados de diferenciación y estado de panícula expuesta), no lograron tener un efecto en el número de yemas subterminales por brote, ni en el número de flores totales por brote que florecieron en estado de plena flor

Los tratamientos de solución salina aplicada al follaje, en tres diferentes dosis y para tres estados de desarrollo del punto apical (dos estados de diferenciación y estado de panícula expuesta), no lograron tener un efecto en el porcentaje de cuaja presentado por brote.

El momento de floración en árboles tratados no se presentó desfasado con respecto al momento de floración de los árboles testigos.

Finalmente, se puede concluir que la aplicación de sales minerales al follaje no logra desplazar la floración hacia una época en que existan mejores temperaturas para la floración, polinización, fecundación y cuaja.

## 6. RESUMEN

Este ensayo tiene por objetivo desplazar la floración del palto cv. Hass mediante la aspersión de sales minerales al follaje, y así alcanzar mejores temperaturas para la floración, polinización, fecundación y cuaja.

Este desplazamiento de floración se basa en la eliminación de la yema apical, con lo cual nutrientes, carbohidratos y otros compuestos que por dominancia apical se dirigen a este punto, se redistribuyan hacia yemas en posición subterminal, las cuales se encuentran inducidas pero menos desarrolladas que la apical, y muchas veces se mantienen vegetativas. Esta redistribución de compuestos permitirían que estas yemas completaran su diferenciación, alcanzando finalmente la floración, la cual, debido a la ontogenia de estas yemas, se presentaría en forma tardía.

El ensayo fue realizado en el fundo La Palma, en árboles de 6 años. Se aplicó una mezcla salina en tres diferentes concentraciones: 10%, 4% y 0,5% en tres fechas: 17 de junio, 5 de agosto y 1 de octubre, correspondiendo las dos primeras a fechas en que se presentarían diferentes estados de diferenciación de las yemas apicales, y la última a la época de plena flor. Los árboles tratados fueron comparados con los respectivos testigos. El ensayo se condujo como un diseño multifactorial de 3x4 llevado como DCA con submuestreo.

Lamentablemente, los resultados muestran que los tratamientos de solución salina asperjada al follaje no tuvieron efecto necrótico de las yemas apicales, aunque sí sobre las subterminales. Además no existió efecto necrótico en flores.

Los tratamientos tampoco lograron tener un efecto en el número de yemas subterminales por brote, ni en el número de flores totales por brote que florecieron en estado de plena flor, ni en el porcentaje de cuaja presentado por brote.

El momento de floración en árboles tratados no se presentó desfasado con respecto al momento de floración de los árboles testigos, por lo tanto se puede concluir que la aplicación de sales minerales al follaje no logra desplazar la floración hacia una época en que existan mejores temperaturas para la floración, polinización, fecundación y cuaja.

## 7. LITERATURA CITADA

- ARA YA, G. 1996. Caracterización de la floración del palto (*Persea americana* Mill.) en cv. Bacon, Edranol, Hass, Negra de la Cruz y Zutano para la zona de Quillota. Taller de Licenciatura, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77 p.
- BALDINI, E. 1992. Arboricultura general. Madrid. Ediciones Mundi Prensa. 379 p.
- BERGH, B. 1967. Reasons for low yields of avocados . California Avocado Society Yearbook51: 161-172.
- BLUMENFELD, A. and GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless avocado fruits. Journal of American Society Horticultural Science 99 (5): 442-448.
- CALABRESE, F. 1992. El Aguacate . Madrid, Mundiprensa. 249 p.
- CARRILLO, G. 1995. Efecto de la carga frutal sobre la inducción floral de yemas terminales de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, provenientes de diferentes flusn vegetativos . Taller de Titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 118 p.
- CAUTÍN, R. 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades. Cultivo del palto y perspectivas de mercado, Universidad de Chile. Publicaciones misceláneas Agrícolas N° 45. 15-30 p.
- CHALHUB, R. 1998. Efecto del ácido Giberélico en la fenología de la inflorescencia del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Bacon y Edranol. Taller de Titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 75p.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Editorial Hispanoamericana. 675 p.
- CRJSTOFFANINI, L. 1996. Caracterización de la floración en paltos (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte, Gwen, Whitsell y Esther. Taller de Licenciatura, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 75 p.
- CUTTING, J. and BOWER, J. 1990. Spring vegetative flush removal: The effect on yield, size, fruit mineral composition and quality. South African Avocado Growers Association Yearbook 13:33-34.
- DAVENPORT, T. 1982. Avocado growth and development. Proc. Fia. State Hort. Soc. 95: 92-96.

- DECANI, C., GOLDRING, A., GAZIT, S. and LAVI, V. 1986. Genetic selection during the abscission of Avocado fruitlets. *J. Horticultural Science* 21: 1187-1188.
- ESAU, K. 1985. *Anatomia vegetal*. Barcelona, Omega. 779 p.
- FAUST, M. 1990. *Physiology of temperate zone fruit trees*. New York, John Wiley. 338 p.
- GALAN SAUCO, V., FERNANDEZ GALVAN, D., HERNANDEZ DELGADO, P. y GARCIA, V. 1993. Comparison of manual and ethephon-induced deblossoming of mango cv. Keitt in the Canary Islands. *Acta Horticulturae* N° 341:248-253.
- GARCIA, M. 1997. Caracterizacion de la floracion del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivos Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther en Quillota. Taller de Titulacion, Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. 45 p.
- GARDIAZABAL, F. 1998. Floracion en paltos. Seminario Internacional de Paltos, Hotel Marina del Rey, 4-5-6 noviembre, Vina del Mar, 1998, 51-72 p.
- \_\_\_ y ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Universidad Catolica de Valparaiso. 201 p.
- \_\_\_ y GANDOLFO, S. 1996. Autopolinizacion y polinizacion cruzada en palto Hass. *Empresa y Avance Agricola*. Ano 5 (42): 18-20.
- GONZALEZ, A. 1994. Caracterizacion histologica y evaluacion de campo de apices terminales provenientes de diferentes flush de crecimiento vegetativo de palto (*Persea americana* Mill.) en los cv. Hass y Fuerte. Taller de Titulacion, Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia 103 p.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximacion al ciclo fenologico del palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass para la zona de Quillota, V region. Taller de Titulacion, Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia 99 p.
- HESS, D. 1975. *Plant physiology*. New York. Springer-Verlog. Pp.287-312.
- ISH-AM, G. and EISIKOWITCH, D. 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to its pollination. *Journal of Apicultural Research* 32 (3/4): 175-186.
- \_\_\_ and EISIKOWITCH, D. 1998. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel.

Journal of Horticultural Science and Biotechnology 73 (2) 195-204.

ISSARAKRAISILA, M. and CONSIDINE, J.A. 1991. Studies on induction of secondary inflorescences by deblossoming to delay flowering in mango trees. Acta Horticulturae N° 291: 198-206.

JAGANATH, I. and LOVATT, C. 1995. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocados in California. Proceedings of the Third World Avocado Congress.

KÖHNE, J.S. and SCHUTTE, J.M. 1991. Increasing Hass fruit size. South African Avocado Growers' Association Yearbook 14: 38.

KREMER-KÖHNE, S. y KÖHNE, J.S. 1995. Approaches to solving the Hass small fruit problem. South African Avocado Growers' Association Yearbook 18:59-60.

LOVATT, C. 1990. Factors affecting fruit set /early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook, 74: 193-199.

\_\_\_ 1995. Improving fruit set and yield of 'Hass'<sup>1</sup> avocado with a bloom application of Potassium Phosphate or Potassium Phosphite alone or in combination with Boron or Urea. California Avocado Society Yearbook 78: 175.

\_\_\_ 1995. Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with a spring application of boron and/or urea to the bloom. California Avocado Society Yearbook 78: 167-173.

\_\_\_ 1997. Pollination biology and fruit set in avocado. Australian Avocado Grower's Federation Inc. pp. 106-112 p.

\_\_\_, BERTLING, I. and BLANKE, M. 1995. Comparison of determinate vs. Indeterminate inflorescences to determine the roles of PGRs, carbohydrate, nitrogen, and other nutrients in fruit set of the 'Hass' avocado. California Avocado Society Yearbook 78: 183-186.

\_\_\_ and SALAZAR-GARCIA, S. 1995. Fruit set and yield of 'Hass' avocado can be increased by shifting the time of bloom or by proper timing of Nitrogen fertilization. California Avocado Society Yearbook 78, 179-181.

MAGDAHL, C. 1998. La industria de la palta en Chile. Seminario Internacional de Paltos. 1-13 p.

- MENA, F. 1997. Caracterización de la floración del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Zutano, Bacon, Negra de la Cruz y Edranol en Quillota, y determinación de la viabilidad del polen del parto cv. Hass a través de dos métodos. Taller de Titulación, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 68 p.
- MEYER, B. 1960. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Eudeba. 579 p.
- NOVOA, S. y VILLASECA C. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, Chile, INIA, Área Agroecológica, Programa de ecología y producción, proyecto agrometeorológico. 221 p.
- ODEPA. 1998. El mercado de las paltas. Chile Agrícola, Julio-Agosto. 113-115 P.
- ORTÚZAR, J. 1996. 1996. Situación actual y perspectivas del palto en el Mundo. Cultivo del palto y perspectivas de mercado, Universidad de Chile. Publicaciones misceláneas Agrícolas N° 45. 1-7 p.
- PAPADEMETRIOU, M. 1976. Percentage fruit set in avocados (*Persea americana* Mill.). California Avocado Society Yearbook (59) 135-142.
- PETERSON. P. 1956. Flowering types in the avocado with relation to fruit production. California Avocado Society Yearbook (40) 174-179.
- RAZETO, B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago de Chile, Vivarium. 303 p.
- \_\_\_\_\_ 1996. Situación actual del palto en Chile: Cultivo del palto y perspectivas de mercado, Universidad de Chile. Publicaciones misceláneas Agrícolas N°45. 9-13 p.
- RODRIGUES, J. and RYAN, G. 1960. The influence of season and temperature on carbohydrates in avocado shoots. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 76: 253-261.
- SALAZAR-GARCÍA, S., LORD, E. and LOVATT, C. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "On" and "Off" crop years. Journal of American Society Horticultural Science 123 (4):537-544.
- \_\_\_\_\_ and LOVATT, C. 1987. Use of Gibberellic Acid to manipulate flowering in the Hass avocado: a preliminar report. Australian Avocado Grower's Federation. New Zealand, 23-26 th september 1997. Pp 106-112.

- SCHOLEFIELD, P. B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango ". *Scientia Horticulturae* 16: 263-272.
- \_\_\_\_\_, SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado ". *Scientia Horticulturae* 25:99-110.
- SCHÓNHERR, J. and HUBER, R. 1977. Plasmolysed cells are polyelectrolytes with isoelectric points around three. *Plant Physiol.* 59:145-150.
- SCHROEDER, C. 1951. Flower bud development in the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 1951: 159-163 p.
- \_\_\_\_\_. 1944. The avocado inflorescence. *California Avocado Society Yearbook* 39-40 p.
- SEDGLEY, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the avocado . *Journal of Horticultural Science* 52: 135-141.
- \_\_\_\_\_. 1987. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* Vol. 10: 42-43.
- \_\_\_\_\_. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flower and fruitlets. *Annals of Botany* 46: 771-777.
- \_\_\_\_\_. and GRANT, W.J.R. 1982/83. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars . *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.
- \_\_\_\_\_. and ANNELS, C.M. 1981. Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar 'Hass'. *Scientia Horticulturae*, 14: 27-33.
- SHU, Z.H. 1993. Chemical pruning and induction of panicles in mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Horticulturae* N° 341: 199-203.
- SILVA, A. 1998. Evaluación económica del cultivo del palto. Seminario Internacional de Tucumán.
- SILVA, H. y RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de Plantaciones Frutales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago. 519 Pag.
- SINGH, R.N., MAJUMDER, P.K., SHARMA, D.K., SINHA, G.C. and BOSE, P.C. 1974. Effect of de-blossoming on the productivity of mango. *Scientia Horticulturae* 2:399-403.

- SIPPEL, A.D., HOLMES, M.A. and CLAASSENS N.J.F. 1995. Manipulation of fruit set period of the Pinkerton avocado and its effect on fruit and tree characteristics. South African Avocado Growers' Association Yearbook 18:77-79.
- \_\_\_\_\_, CONRADIE, W. y CLAASSENS, N. 1992. Growth rates of Pinkerton avocado fruit. South African Avocado Growers' Association Yearbook 15: 72-74.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V Región ". Taller de Titulación, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía 141 p.
- THORP, T., ASPINALL, D. and SEDGLEY, M. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Journal of Horticultural Science 68 (5) 645-651.
- VRECENAR-GRADUZ, M. And ELLSTRAND, N. 1985. The effect of planting design on outcrossing rate and yield in the "Hass" avocado. Scientia Horticulturae 27:215-221.
- VILLALOBOS, A. 1982. Biología floral y estructuras reproductivas. Cuadernos de Horticultura, UCV, Escuela de Agronomía. 42 p.
- WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Madrid, Mundiprensa. 461 p.
- WHILEY, A., 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Universidad Católica de Valparaíso. Curso internacional de producción, postcosecha y comercialización de paltas, 2-5 de Octubre, 1990. Viña del Mar, Chile. Pp.
- \_\_\_\_\_, 1994. Ecophysiological studies and tree manipulation for maximisation of yield potential in avocado (*Persea americana* Mill.). PhD. Tesis, University of Natal, South Africa.
- \_\_\_\_\_, CHAPMAN, K. and SARANAH, J. 1988a. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39: 457-467.
- \_\_\_\_\_, SARANAH, J., CULL, B. and PEGG, K. 1988b. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal 114:29-36.
- \_\_\_\_\_ and SCHAFFER, B. 1994. Avocado. Florida. Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops (2) 3-35.

- \_\_\_\_ and WOLSTENHOLME, B. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers' Association Yearbook 13:25-28.
- \_\_\_\_, RASMUSSEN, T., SARANAH, J. and WOLSTENHOLME, B. 1996. Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado in subtropical environments II. The early-maturing cv. Hass. Scientia Horticulturae 66 (1/2) 35-49.
- WOLSTENHOLME, N. 1986. Energy costs of fruiting as a yield-limiting factor with special reference to avocado. Acta Horticulturae 175: 121-126.
- \_\_\_\_ 1990. Some thoughts on flowering in avocado trees. Journal of the South African Avocado Growers Association 10: 3-4.
- \_\_\_\_ y WHILEY, A. 1995. Prospects for increasing Hass fruit size. A southern hemisphere perspective. Australian Avocado Growers. Federation Inc, Conference. Esplanade Hotel, FREMANTLE. 30 april- 2 may, 3. 1995: 83-102.
- \_\_\_\_, WHILEY, A. y SARANAH, J. 1990. Manipulating vegetative: Reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with Paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae, 41: 315-327.
- ZILKAH, S., WIESMANN, Z., KLEIN, I. and DAVID, I. 1996. Foliar applied urea improves freezing protection to avocado and peach. Scientia Horticulturae 66: 85-92.

## **ANEXOS**

ANEXO 1

Efecto de la época de muestreo en el diámetro polar de las yemas apicales.

Repet.	Subm.	F1 (18/6/98)	F2 (6/8/98)	SUMA/SUMA
A	b1	8,133	10,63	
	b2	7,943	10,9	
	b3	8,568	10,25	
	b4	8,658	9,625	
	b5	7,138	9,525	
<b>SUMA</b>		<b>40,44</b>	<b>50,93</b>	<b>91,37</b>
B	b1	8,953	11,81	
	b2	6,76	10,76	
	b3	7,76	11,3	
	b4	7,563	11,83	
	b5	8,338	13,4	
<b>SUMA</b>		<b>39,374</b>	<b>59,1</b>	<b>98,474</b>
C	b1	7,913	9,938	
	b2	9,053	11,13	
	b3	7,35	10,76	
	b4	7,728	9,813	
	b5	8,798	11,05	
<b>SUMA</b>		<b>40,842</b>	<b>52,691</b>	<b>93,533</b>
<b>SUMA/SUMA</b>		<b>120,656</b>	<b>162,721</b>	<b>283,377</b>

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
TMT	1	58,98	58,98	30,88
Submuestra	24	13,22	0,55	0,29
Error	4	7,62521907	1,91	
total	29	79,83		

FC 2676,75

Ft Sub 5,77 F calculado < Ft Sub.

Ft TMT 7,71 F calculado > Ft TMT.

ANEXO 2.

Efecto de la época de muestreo en el diámetro ecuatorial de las yemas apicales.

Repet.	Subm.	F1 (18/6/98)	F2 (6/8/98)	SUMA/SUMA
A	b1	5,3	5,4	
	b2	4,958	6,225	
	b3	6,223	5,65	
	b4	4,42	5,638	
	b5	4,508	5,775	
<b>SUMA</b>		<b>25,41</b>	<b>28,69</b>	<b>54,1</b>
B	b1	5,23	7,413	
	b2	5,173	6,9	
	b3	4,96	6,625	
	b4	4,038	7,235	
	b5	4,8	6,4	
<b>SUMA</b>		<b>24,201</b>	<b>34,57</b>	<b>58,771</b>
C	b1	4,758	5,938	
	b2	5,035	6,638	
	b3	3,853	5,675	
	b4	5,02	6,163	
	b5	5,025	6,8	
<b>SUMA</b>		<b>23,691</b>	<b>31,214</b>	<b>54,905</b>
<b>SUMA/SUMA</b>		<b>73,302</b>	<b>94,474</b>	<b>167,776</b>

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
TMT	1	14,94	14,94	15,73
Submuestra	24	6,06	0,25	0,27
Error	4	3,79229693	0,95	
total	29	24,79		

FC 938,29

Ft Sub 5,77 F calculado < Ft Sub.

Ft TMT 7,71 F calculado > Ft TMT.

ANEXO 3.

% yemas apicales necróticas después de 1° y 2° aplicación de sales.

Repetic.	TMTs								Suma repet
	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3	
A	0	0	0	0	0	15	0	0	15
B	0	0	0	0	0	0	0	16	16
C	0	0	0	0	0	0	0	20	20
<b>Suma TMTs</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	

	Factor D				Suma fact.E	
	0	1	2	3		
Factor E	0	1	4,8	15	10	30,8
	1	14,4	7,6	7,2	6,6	35,8
<b>Suma fact.D</b>		<b>15,4</b>	<b>12,4</b>	<b>22,2</b>	<b>16,6</b>	<b>66,6</b>

ANDEVA	gl	SC	CM	F
factor E	1	0,85667	0,86	0,03
factor D	3	8,22	2,74	0,08
E X D	3	312,923	104	3,13
Error	16	374	23,4	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>696</b>		

FC 185

Ft E            4,5    F calculado < Ft E  
 Ft D            3,25    F calculado < Ft D  
 Ft ExD        3,25    F calculado < Ft ExD

ANEXO 4

% yemas subterminales necróticas después de 1° y 2° aplicación de sales.

Repetic.	TMTs								Suma repet
	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3	
A	0	0	6,7	0	0	10	0	0	16,7
B	0	0	0	0	0	5	0	0	5
C	0	0	6,7	0	0	10	0	0	16,7
Suma TMTs	0	0	13,4	0	0	25	0	0	

	Factor D				Suma	
		0	1	2	3	fact.E
Factor E	0	0	0	13,4	0	13,4
	1	0	25	0	0	25
Suma fact.D		0	25	13,4	0	38,4

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
factor E	1	5,64667	5,65	1,94
factor D	3	72,6933	24,2	8,33
E X D	3	128,45	42,8	14,71
Error	16	46,5903	2,91	
Total	23	253,38		

FC 61,4

Ft E 4,5 F calculado < Ft E  
 Ft D 3,25 F calculado > Ft D  
 Ft ExD 3,25 F calculado > Ft ExD

Test de Tuckey

Tabla de datos: H0:  $\mu_0 = \mu_i$

Q (16:8): 4,9 HSD : 4,82

	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3
E0D0	x							
E0D1	0	x						
E0D2	4,46	4,46	x					
E0D3	0	0	4,46	x				
E1D0	0	0	4,46	0	x			
E1D1	8,33	8,33	3,87	8,33	8,33	x		
E1D2	0	0	4,46	0	0	8,33	x	
E1D3	0	0	4,46	0	0	8,33	0	x

Según test de Tuckey sólo existe diferencia estadística entre las medias de los tratamientos E1D1 y E0D0, E1D1 y E0D1, E1D1 y E0D3, E1D1 y E1D0, E1D2 y E1D1, E1D3 y E1D1. En estos casos existe evidencia para rechazar H0.

ANEXO 5

Nº de flores quemadas después de la 3ª fecha de aplicación de sales.

Repeticiones	Submuestra	TMTs.				SUMA/SUM A
		E2D0	E2D1	E2D2	E2D3	
A	b1	66	15	21	4	
	b2	39	7	27	2	
	b3	52	18	53	9	
	b4	26	4	40	0	
	b5	37	12	12	4	
<b>SUMA</b>		<b>220</b>	<b>56</b>	<b>153</b>	<b>19</b>	<b>448</b>
B	b1	15	14	28	49	
	b2	23	27	28	55	
	b3	0	12	0	39	
	b4	2	28	7	18	
	b5	11	14	10	42	
<b>SUMA</b>		<b>51</b>	<b>95</b>	<b>73</b>	<b>203</b>	<b>422</b>
C	b1	2	7	7	7	
	b2	8	31	10	4	
	b3	8	26	7	1	
	b4	3	5	5	2	
	b5	5	40	4	6	
<b>SUMA</b>		<b>26</b>	<b>109</b>	<b>33</b>	<b>20</b>	<b>188</b>
<b>SUMA/SUMA</b>		<b>297</b>	<b>260</b>	<b>259</b>	<b>242</b>	<b>1058</b>

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
TMT	3	107,53	35,84	0,03
Submuestra	48	5222,80	108,81	0,08
Error	8	10739,6	1342,45	
total	59	16069,93		

FC 18656,07

Ft Sub 3,03 F calculado < Ft Sub

Ft TMT 4,07 F calculado < Ft TMT

ANEXO 6

Nº panic. Subt/brote

TMTs													
Rep.	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3	E2D0	E2D1	E2D2	E2D3	S.rep.
A	1,8	2,4	4,2	4,4	6,2	3,4	4,4	6,2	7,2	7,8	8,4	1,4	57,8
B	3,8	4,6	1,6	5,4	6,6	6,6	3,6	2,2	5	2,8	2,6	5,2	50
C	2	2,8	6,8	3,8	1,4	5	6	4,6	7	5	5	3,4	52,8
S.TMT	7,6	9,8	12,6	13,6	14	15	14	13	19	15,6	16	10	

Factor D					Suma	
	0	1	2	3	fact.E	
Fact.E	0	7,6	9,8	12,6	14	43,6
	1	14	15	14	13	56,2
	2	19	15,6	16	10	60,8
S.fact.D		41	40,4	42,6	37	161

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
factor E	2	13,2	6,59	1,71
factor D	3	2,11	0,7	0,18
E X D	6	20,6	3,43	0,89
Error	24	92,7	3,86	
Total	35	129		

FC 716

Ft E 3,4 F calculado < Ft E  
 Ft D 3,01 F calculado < Ft D  
 Ft ExD 2,51 F calculado < Ft ExD

ANEXO 7

Nº flores totales/brote

	TMT												
Rep.	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3	E2D0	E2D1	E2D2	E2D3	S.rep.
A	93,4	121,4	704,4	357	425	252,2	174	512,6	666	433	467	109	4316,8
B	104	417,8	111,8	591	556	670	206	177	377	256	154	692	4312,2
C	104	291,2	797,8	172	42,8	435,8	588	381,4	477	191	465	188	4132,4
<b>S.TMT</b>	<b>301</b>	<b>830,4</b>	<b>1614</b>	<b>1120</b>	<b>1024</b>	<b>1358</b>	<b>968</b>	<b>1071</b>	<b>1520</b>	<b>880</b>	<b>1086</b>	<b>989</b>	

Factor D					Sum a	
	0	1	2	3	fact. E	
Fac. E	0	301	830,4	1614	1120	3865
	1	1024	1358	968	1071	4421
	2	1520	879,8	1086	989	4474
S.fac.D		2845	3068	3668	3180	1276
						1

ANDEVA	gl	SC	CM	F calc.
fact. E	2	19109,2	9555	0,20
fact. D	3	40456,8	13486	0,28
E X D	6	369769	61628	1,30
Error	24	1141923	47580	
Total	35	1571258		

FC 4523420

Ft E            3,4            F calculado < Ft E  
 Ft D            3,01            F calculado < Ft D  
 Ft ExD        2,51            F calculado < Ft ExD

ANEXO 8

Porcentaje de cuaja/brote

Rep..	TMTs												Sum repet
	E0D0	E0D1	E0D2	E0D3	E1D0	E1D1	E1D2	E1D3	E2D0	E2D1	E2D2	E2D3	
A	0,428	0,3295	0,823	0,5	0,8	0,555	0	0,27	1	0,69	0,21	0,37	5,9458
B	0,384	0,7659	0,895	1,25	1,87	0,896	0,1	1,47	1,6	1,56	0,13	0,26	11,174
C	0,193	0,4121	1,028	0,46	1,4	0,046	1,19	0,68	0	0,63	0,99	0,85	7,9316
Sum TMTs	1,005	1,5075	2,746	2,22	4,07	1,497	1,29	2,42	2,6	2,89	1,33	1,48	

	Factor D				Suma	
	0	1	2	3	fact.E	
Factor E	0	1,0053	1,508	2,75	2,22	7,479
	1	4,0716	1,497	1,29	2,42	9,28
	2	2,595	2,886	1,33	1,48	8,294
Suma fact.D		7,6719	5,89	5,37	6,12	25,05

ANDEVA	gl	SC	CM	F
factor E	2	0,1396	0,07	0,30
factor D	3	0,3313	0,11	0,48
E X D	6	2,4748	0,412	1,79
Error	24	5,5203	0,23	
Total	35	8,466		

FC 17,4

Ft E 3,4 F calculado < Ft E  
 Ft D 3,01 F calculado < Ft D  
 Ft ExD 2,51 F calculado < Ft ExD