

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTALES

TALLER DE TITULACION

APROXIMACION AL CICLO FENOLOGICO DEL PALTO
(*Persea americana Mill*), CULTIVAR FUERTE,
PARA LA ZONA DE QUILLOTA. V REGION

EDMUND JOSEPH HORACE CALVERT SANHUEZA

QUILLOTA CHILE

1993

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Distribución y mercado internacional
 - 2.3. Distribución y mercado nacional
 - 2.4. Exportaciones chilenas
 - 2.5. Fisiología del árbol
 - 2.5.1. Características generales del árbol
 - 2.5.2. Sistema radicular
 - 2.5.3. Sistema vegetativo
 - 2.5.4. Desarrollo reproductivo.
 - 2.5.4.1. Floración
 - 2.5.4.2. Cuaja y caída de frutos
 - 2.5.4.3. Desarrollo del fruto
 - 2.6. Ciclo fenológico
 - 2.7. Requerimientos hídricos
 - 2.8. Fertilización
 - 2.9. Control de enfermedades
3. MATERIAL Y MÉTODO
 - 3.1. Ubicación
 - 3.2. Definición de la zona de ensayo
 - 3.2.1. Clima
 - 3.2.2. Suelo
 - 3.2.3. Agua
 - 3.3. Material vegetal
 - 3.4. Desarrollo vegetativo
 - 3.5. Desarrollo reproductivo
 - 3.6. Desarrollo radicular
 - 3.7. Variables del ensayo
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
 - 4.1. Desarrollo vegetativo
 - 4.2. Desarrollo radicular
 - 4.3. Desarrollo reproductivo

- 4.3.1. Comportamiento floral diurno
- 4.3.2. Comportamiento floral nocturno
- 4.3.3. Ciclo típico de apertura floral

- 4.4. Aproximación fenológica floral
- 4.5. Cuaja y caída de frutos
- 4.6. Desarrollo del fruto
- 4.7. Determinación del modelo fenológico

- 5. CONCLUSIONES

- 6. RESUMEN

- 7. LITERATURA CITADA

- 8. (ANEXOS)

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie de gran interés a nivel nacional y mundial por parte de los productores, dado que los consumidores buscan cada día productos naturales, con mayor valor nutritivo y sin colesterol. Siendo la palta uno de los pocos productos hortícolas capaces de disminuir los niveles de colesterol en el ser humano, es por ello que la demanda por esta fruta y el conocimiento de su cultivo son de principal interés.

El cultivar Fuerte, fue en el pasado la variedad más extensa a nivel nacional, ocupando en la actualidad el segundo lugar y representando una superficie de importancia en los huertos industriales. Se ha caracterizado por producciones bianuales y bastante pobres comparadas con las de otros cultivares, por ello es necesario seguir investigando su comportamiento bajo diferentes condiciones de clima y buscar alternativas de manejo que hagan más rentable su producción.

Las buenas producciones del palto, son producto de una interrelación de diversos factores propios de la planta como también del medio en que ésta se desarrolla, jugando

un rol importante la fisiología y morfología de la planta y su interrelación principalmente con el clima. El mayor conocimiento y comprensión de todas estas interrelaciones, llevan en la práctica a mejores manejos de los huertos y con ello a una mayor rentabilidad del cultivo.

El ciclo fenológico describe los patrones de desarrollo morfológicos detalladamente y éstos, juntos al conocimiento fisiológico, se transforman en la principal herramienta de manejo. Además, la fenología exhibe los patrones cíclicos de crecimiento que se dan en los árboles anualmente, permitiendo también reconocer las interacciones competitivas entre los diferentes componentes del mismo.

El objetivo de esta investigación es obtener una aproximación al ciclo fenológico del palto cultivar Fuerte, bajo las condiciones de la Estación Experimental La Palma, Quillota, V región. Chile, a fin de lograr un mayor conocimiento que permita un perfeccionamiento de las técnicas de manejo de huerto.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2.

1 Introducción:

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

Al parecer, es originario de la altiplanicie volcánica del centro sur de México, donde hace 13000 años comenzó a recibir la atención del hombre (MALO, 1986). No es posible decir que las variedades de palto cultivadas, conocidas hoy bajo el nombre de *E- americana*. hayan descendido todas de una especie original sin hibridación, dado que ha' sido cultivado, por lo menos como árbol de adorno, desde hace mucho tiempo (CHANDLER, 1961). En su ambiente ancestral mexicano el palto goza de suelos volcánicos muy friables y recientes, por lo tanto ricos en potasio y elementos menores como el hierro. Durante su evolución el clima parece haber sido muy abrigado y más húmedo que el actual. Por eso, la mayoría de las formas rústicas e incluso los paltos mexicanos muy anisados de altura son susceptibles a temperaturas de congelamiento que duren varias horas. Asimismo, sufren decaimiento con temperaturas superiores a 40°C si la

humedad relativa baja a menos de 30% (MALO, 1986).

Las producciones de los huertos de palto con bajas cuando se comparan con las de manzanos, duraznos y cítricos. Mientras que esto se debe en parte al alto costo energético asociado con la producción de aceite almacenado en la fruta con una gran semilla, también es un reflejo del origen del árbol en la selva lluviosa, la reciente domesticación, compleja floración y comportamiento de polinización (WHILEY et al. , 1988).

2 .2 Distribución y mercado internacional;

Los principales países productores de palta en el mundo son México con un 75,3%, Estados Unidos 11,5%, Sudáfrica 4,4%, Israel 4,0%, Chile 3,2% y España 1,7%, principalmente (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

Según FAO (1991) los países con mayor participación dentro del mercado internacional de las paltas son México y Estados Unidos, con el 20,5% y 19,5% del total, respectivamente. Sud América participa con 20% del total, destacándose la producción de Brasil (8,4%). Chile participa tan solo con el 1,8% del total. En Europa, la totalidad de la producción viene de España

(1,8%). En Asia (9,7%), los mayores productores de palta son Israel e Indonesia y en África (9,7%) lo son Sudáfrica, Camerún y Zaire (ESPINOZA, 1991).

En cuanto a las exportaciones, la época en que realizan éstas los países preponderantes en el mercado son para California desde febrero hasta agosto; México desde septiembre hasta enero; Chile desde septiembre a diciembre; Sudáfrica desde abril a agosto e Israel y España lo hacen desde septiembre hasta enero (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

2.3 Distribución y mercado nacional:

La superficie cultivada con paltos en Chile ha crecido aproximadamente en 200 ha al año, llegando a 8265 ha en la temporada 1990/1991. La producción a su vez, alcanzó en la temporada 1990/1991 a 39000 ton, y ha mantenido un crecimiento sostenido desde hace cinco años (FUNDACIÓN CHILE, 1993). Por otro lado. Chile es el segundo país consumidor de paltas en el mundo con un consumo por habitante al año de 2,5 kilos (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

Por otra parte, la producción nacional se concentra principalmente entre las regiones V, R.M y VI, donde en

la temporada 1990/91 la V Región presentaba una superficie de 4700 ha con una producción de 19800 ton, la Región Metropolitana con una superficie de 1928 ha y una producción de 10850 ton y la VI Región con una superficie de 1033 ha y una producción de 6110 ton (FUNDACIÓN CHILE, 1993) .

El mercado interno continúa siendo el principal destino de la producción nacional, sobrepasando el 85% del total. El fuerte aumento de las exportaciones ha ocasionado una menor disponibilidad de paltas en el mercado interno, con la consiguiente alza en los precios mayoristas (ESPINOZA, 1991).

2.4 Exportaciones chilenas:

En general. se puede decir respecto a la producción y consumo mundial, que el importante aumento registrado en los últimos años en las exportaciones de Chile y de otros países se deben en gran parte a la menor producción registrada en Estados Unidos, y también a una tendencia creciente del consumo. Se estima que la demanda seguirá creciendo tanto para consumo fresco como para la industria. Japón es un ejemplo aunque crece lentamente, lo mismo Estados Unidos, y también Europa especialmente

Francia.

Por otro Lado la situación de México y BU posible entrada al mercado de Estados Unidos es determinante en el comportamiento mundial del mercado de esa fruta, por ser este país el principal productor y exportador.

Para Chile esta situación es relevante, ya que coinciden ambos países en la época de exportación y los volúmenes exportados por México son muy superiores a los que maneja Chile (FUNDACIÓN CHILE. 1991). Hasta ahora esta ventaja ha sido anulada por la alta demanda interna existente en ese país, la baja calidad del producto y prohibiciones a las exportaciones mexicanas de paltas al mercado de Estados Unidos por razones de índole fitosanitarias (ESPINOZA. 1991).

Por lo tanto, el impacto más importante en el mercado se produciría si hubiera una entrada de México al mercado norteamericano. Esta situación permitiría ingresar volúmenes crecientes al mercado norteamericano y por lo tanto se produciría un deterioro de los precios, y muchos productores chilenos y americanos deberían retirarse del negocio (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

Según antecedentes de la asociación de exportadores de Chile, y considerando cifras desde septiembre de un año a agosto de otro, en 1991/92 las exportaciones de paltas alcanzaron a 1.270.709 cajas aumentando en un 33% respecto de la temporada anterior (FUNDACIÓN CHILE, 1993).

Las exportaciones según región de destino son las siguientes: Estados Unidos/Canadá con un total de 1.230.715 cajas, de las cuales 313.706 son recibidas en la costa este y 917.000 cajas en la costa oeste, con un 24,7% y 72,2% del total respectivamente. El segundo mercado de importancia es Latino América con 24.598 cajas que representan el 1,9%. Finalmente a Europa se envió un total de 15.'396 cajas que corresponden un 1,2% (FUNDACIÓN CHILE, 1993).

La variedad Hass representa el 80% del volumen de exportaciones, luego la variedad Fuerte con un 16%. Estas exportaciones se realizan entre septiembre y diciembre.

Un aspecto importante de considerar en las exportaciones de paltas es el transporte, debido a que esta especie requiere para su almacenaje temperaturas diferentes a las

de otras frutas, y en una época de bajo flujo de barcos (ESPINOZA, 1991).

Es importante destacar que estudios del mercado consumidor de paltas en Estados Unidos, han determinado que las ventas aumentan un 30% cuando las paltas están con la madures adecuada para el consumo. En base a estos antecedentes de preferencias del consumidor, se ha puesto en marcha en este país, un amplio programa nacional de tratamiento con etileno a nivel de supermercados, promovido por el California Avocado Commission (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

2.5 Fisiología del árbol

Se reconocen tres razas o variedades botánicas en que se agrupan los paltos. Según su zona de origen son: Mexicana (a la que pertenecen las llamadas "paltas chilenas"), Guatemalteca y Antillana (que podría proceder de la parte norte de Sudamérica) existiendo además híbridos entre esas razas. En Chile se cultivan variedades Mexicanas y Guatemaltecas e híbridos de ambas (GARDIAZABAL y ROSENBERG. 1991).

Los árboles de la raza mexicana tienden a tener olor a

anís en las hojas; el fruto suele" madurar seis a ocho meses después de la floración, y tiene una piel fina y lisa, es ésta una raza de zonas altas, probablemente con condiciones que hacen necesaria cierta resistencia al frío, y los árboles tienen más resistencia que los de las otras razas (CHANDLER, 1962).

Los árboles de la raza guatemalteca tienden a producir frutos más grandes, que necesitan más tiempo para desarrollarse totalmente a partir de la floración, y que tienen la piel más gruesa, más dura y más rugosa que los de la raza mexicana. Los árboles son menos resistentes al frío que los de la raza mexicana. Las variedades cultivadas de esta raza no tienen olor a anís en las hojas (CHANDLER, 1962).

Los árboles de algunas variedades de la raza Antillana producen frutos pequeños y los de otras variedades frutos muy grandes. La piel del fruto tiende a ser un poco más delgada y lisa en la raza guatemalteca (CHANDLER, 1962).

2.5.1 Características generales del árbol:

El cultivar Fuerte, proviene de una yema tomada en 1911 de un árbol nativo de Atlixco, México y tiene

características intermedias entre las ranas mexicana y guatemalteca, considerándosele; un híbrido natural de estas dos razas. El árbol es muy vigoroso, con tendencia a crecer más en forma horizontal con ramas pegadas al suelo que a crecer hacia arriba. Su fruto es piriforme a oblongo, el peso medio varía entre 180 a 420 gr, con una piel de 1 mm de espesor, ligeramente áspera, algo cueruda. que se separa con facilidad de la pulpa. El contenido de aceite varia entre 18 a 22% (GARDIAZABAL y ROSE.NBERG. 1991).

Su cosecha en Chile, se realiza desde agosto a octubre, ocurriendo nueve a trece meses después de la floración, presentando un largo periodo de comercialización y un excelente sabor.

Por otra parte, el árbol presenta una resistencia al frío de -2.7°C . El comportamiento de la variedad en Chile ha resultado completamente errático con una marcada tendencia al añerismo incluso en las zonas donde produce bien como Quillota y La Ligua (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.5.2 Sistema radicular:

Según WHILEY et al. (198R), los sistemas de raíces son superficiales, relativamente ineficientes para la absorción de agua y susceptibles a pudrición de raíces por Phytophthora cinnamomi. Los árboles de palto no forman pelos radiculares visibles. Aparentemente, la absorción se realiza casi en su totalidad a través de los tejidos de los extremos de muchas ramificaciones secundarias, cuyos nuevos crecimientos activos son blancos. Un poco atrás de la punta, las raíces tienen una cubierta suberosa de color oscuro (CHANDLER, 1962; GREGORIOU y KUMAR, 1982).

Existen diferencias entre la distribución radical de los árboles en función del número, diámetro e inclinación de las raíces principales, lo cual tiene características muy diferentes que se explican por las características heredadas de cada patrón. Estas definen el sistema radicular de resistencia mecánica a vientos u otras fuerzas que actúan sobre la base tallo-raíz (SANDOVAL y BORYS, 1984; FLORES-MESA, VITE-CISNEROS y BORYS, 1988).

El desplazamiento ondulante (*formación-muerte-regeneración-muerte*) de raíces finas pueden formar el mecanismo base del continuo volumen de exploración de suelo. Así, el continuo movimiento "ondulante" puede ser

visto como una elasticidad fenotípica del sistema radicular del palto, como un mecanismo adaptativo a los constantes cambios de las condiciones de suelo. El poder regenerativo de raíces es probablemente genéticamente dependiente (FLORES-MESA, VITE-CISNEROS y BORYS, 1988).

La falta o muy bajos niveles de luz también podrían ser tomados en cantidad como un posible factor que favorece el crecimiento radicular (BORYS, 1991). Al comparar las cantidades de raíces de diámetro mayor de 2 mm con las de diámetro menor de 2 mm se ve claramente, que dominan las raíces finas sobre las más gruesas. En cuanto a la distribución de raíces en la superficie, la mayor cantidad de ellas cuyo diámetro es menor a 2 mm (81%), se encuentra entre los 30 y 150 cm del tronco del árbol. El 81% de las raíces mayores de 2 mm de diámetro se encuentra entre los 30 y 110 cm, siendo la distancia de 30 a 70 cm, en la que se halla más raíces de éstas (56%). Es interesante de notar que las raíces finas se distribuyen horizontalmente en una manera más homogénea que las raíces de grosor mayor (SANDOVAL y BORYS, 1984).

La distribución de las raíces en profundidad muestra que el 80% de las raíces se desarrolla en los primeros 50 cm y el 20% restante va de los 40 a 60 cm de profundidad.

De los 60 a los 85 cm no se observa desarrollo radicular (PALMA. 1991).

De igual forma, HERNÁNDEZ (1991) y WOLSTENHOLME (1987) indican que el 80% de las raicillas se distribuye entre 0 y 30 cm de profundidad y el 20% entre 30 y 60 cm, es decir, el desarrollo resulta ser superficial.

WHILEY et al, (1987) indica que la mayor masa de raíces es distribuida en los primeros 45 cm de suelo, donde la raíz es vulnerable a rápidos cambios ambientales. Debido a ésto el crecimiento de las raíces es significativamente suprimido a temperaturas bajas, menores a 13°C, y aumenta a temperaturas entre 18°C y 23°C. El crecimiento del brote es mayor a las más altas temperaturas de raíz, con una reducción significativa al ocurrir los 13°C. Debido a esto el crecimiento de la raíz en plantas de palto es reducido durante el invierno, cuando la temperatura de la zona de las raíces cae por debajo de 18°C.

En cambio, el crecimiento radicular, aunque disminuye a un tercio de la velocidad máxima durante el invierno, continúa durante todo el año, para los cultivares Lula y Simmonds injertados sobre Waldin en las condiciones de Florida (PLOETZ et al. 1991).

2.5.3 Sistema vegetativo

El palto es un árbol que puede adquirir un tamaño considerable, llegando las plantas adultas a tener un ancho variable de 10 a 12 m y una altura de 8 a 10 m (RODRÍGUEZ, 1982). Las hojas son alternas persistentes, coriáceas, de color verde con forma elíptica o elíptico lanceoladas, glabras de 10 a 40 cm de largo y glancescentes en la cara inferior (PARODI, 1959).

La dominancia apical es marcadamente débil en el palto, desarrollándose yemas axilares anticipadas que evolucionan al mismo tiempo que la terminal (RODRÍGUEZ, 1982). En primavera, poco después del período álgido de la floración, se inicia un largo periodo de crecimiento, más pronto en los árboles de raza mexicana que en los de otras rasas. Estos brotes suspenden ocasionalmente su crecimiento, y sus yemas terminales quedan protegidas por algunas escamas (CHANDLER, 1962: DEVENPORT, 1982). En primera instancia, la actividad vegetativa comienza con la hinchazón de las yemas, y las escamas y brácteas protectoras se separan produciendo el llamado desborre (RODRÍGUEZ, 1982).

El palto crece en flushes periódicos, resultando en una

canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencia. Sin embargo, los brotes tienen un periodo largo que va desde una fase de importación neta a otra de exportación neta de carbohidratos. Hasta el día 42 hay hojas que aún están importando carbohidratos para su crecimiento, existiendo una pérdida neta de energía para el crecimiento de ese brote. Las hojas también pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los periodos de demanda (WHILEY, 1990a; CAMBRÓN, MUELLER y WALLACE, 1952).

El árbol está predispuesto a un crecimiento vegetativo mejor que para la producción de fruta. Las razones para esto son el alto recambio de hojas, ya que son de relativamente corta vida cuando se comparan a las de otros frutales de hoja persistente y a las del palto bajo condiciones de luz competitivas en la selva lluviosa (WHILEY et al, 1988).

Según SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) las bajas producciones del palto son un problema en la mayoría de las áreas de producción. El problema a menudo aparece como un ciclo de producción bianual, donde la cosecha alta de un año es seguida por una pobre producción al año siguiente.

Las producciones alternadas en el palto parecen estar estrechamente relacionadas al nivel de carbohidratos en la planta. Inviernos en los que se produce una alta acumulación de almidón llevarán a altas producciones de fruta en la temporada, producto de ello los niveles de almidón serán bajos durante el año siguiente a la temporada de alta carga (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

El peak de concentración de almidón durante la estación de dormancia podría ser un índice cuantitativo de la producción potencial de la siguiente temporada, asumiendo que no hay influencia climática y un buen nivel de manejo (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989; WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). Por' otra parte, hay marcadas diferencias entre las altas concentraciones reconocidas para el almidón en el tronco de paltos en la zona templada de Australia (18%), donde hay un extenso verano (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985) y en el norte subtropical de Australia (8,5%) donde el crecimiento puede ocurrir aún a comienzos del invierno (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

Además, SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) indican que los niveles de almidón se incrementan al mismo tiempo que el azúcar. Durante todo el año, el azúcar varía

menos que el almidón, indicando que el azúcar no es un mayor almacén de carbohidratos, pero constituye un pool para uso inmediato dentro de la planta. Los mismos autores señalan que la iniciación floral ha ocurrido en un tiempo de mínimo contenido de carbohidratos en las ramas principales. Por lo tanto, parece improbable que el nivel de carbohidratos cause la iniciación floral. Mejor dicho, niveles bajos de carbohidratos pueden causar un cese en la actividad vegetativa y este hecho puede estar más relacionado a la iniciación floral.

2.5.4 Desarrollo reproductivo:

2.5.4.1 Floración:

La flor del género *Persea* es actinomorfa, hermafrodita. El cáliz está compuesto de seis sépalos tomentosos, unidos en la base. Posee nueve estambres fértiles, los externos son anteras introrsas, están desprovistas de glándulas; los externos de anteras extrorsas glandulosas. Posee además tres estaminoides adyacentes al gineceo. El ovario es sésil, con estilo alargado y estigma capitado. La fórmula floral del palto corresponde a $P_{3+3} A_{6+3} G_1$. Las flores se agrupan en panículas, las que corresponden a una inflorescencia de tipo compuesta, es decir, que

alguno o la mayoría de los pedúnculos se ramifican, formando un racimo de racimos (PARODI, 1959).

El sistema de yema frutal en el palto es derivado de yemas terminales y subterminales del crecimiento de la temporada previa a su formación (SCHROEDER, 1944) aunque también en los brotes del mismo año (RODRÍGUEZ, 1982). Ordinariamente las yemas son mixtas y contienen primordios florales y vegetativos. Concurrente con la elongación del brote las ramas laterales o brotes secundarios empiezan de nuevo como estructuras de ramas altas o simples sobre las que nacen flores individuales. La porción terminal del promedio de los ejes permanece vegetativa. Sistemas de yemas florales de este tipo, que son características del palto, son llamadas indeterminadas. Ocasionalmente, se han encontrado tipos de brotes que terminan en una yema floral que no permite que se produzca crecimiento. Tal tipo de inflorescencias son llamadas determinadas (SCHROEDER, 1944).

Una característica notable de los árboles de la mayor parte de las variedades de palto, especialmente en la raza mexicana y sus híbridos, es el enorme número de flores que forman (CHANDLER, 1962). Según BEKEY (1986) un palto tiene alrededor de un millón de flores, pero

sólo necesita que se polinicen cinco mil para obtener una producción comercial de 50 kilos por árbol. Esto corresponde sólo al 0,02% del número total de clores.

El periodo y duración de la floración varia entre cultivares. Algunos cultivares están en floración por siete a ocho meses, mientras que otros sólo por uno a dos meses, pero para la mayoría de los cultivares la duración de la floración es de tres meses (PAPADEMETRIOU, 1976).

BERGH (1969) reportó que el palto presenta un comportamiento floral único que puede ser definido como dicogamia protogínea de sincronización diurna. Tomando esto en orden, la dicogamia indica que las partes femeninas y masculinas maduran a distinto tiempo. El comportamiento es sincronizado, así la apertura de todas las flores en el árbol son femeninas y masculinas a distintos tiempos. La sincronización es diurna. pero 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 el pistilo madura antes que los estambres.

Durante el primer período de apertura de la flor los estambres permanecen aplastados contra las partes del

perianto y el pistilo en posición erguida y separado. En este estado el estigma es blanco y brillante, dispuesto para recibir el polen, en cambio. los estambres no derraman el polen.

En el segundo período de apertura los estambres son largos, verticales y prominentes. Los 3 internos en posición erguida en el medio de la flor, alrededor del pistilo. Los otros 6 en posición de un ángulo de cerca de 40 a 50 grados. En este período los estambres derraman el polen. pero el estigma usualmente no es receptivo (PAPADEMETRIOU, 1976) apareciendo de un color café y deshidratados durante esta apertura (DAVENPORT, 1989) .

Los paltos están comprendidos en dos grupos principales respecto a su comportamiento floral. En las variedades del grupo A, las flores de un grupo abren primero o apertura femenina en la mañana. Estas flores cierran durante el mediodía y permanecen cerradas hasta la próxima tarde cuando ellas abren por segunda vez o apertura masculina. Con la sucesión de grupos día tras día, la planta entera funciona como una hembra en la mañana y como un macho en la tarde (STOUT, 1932), así su ciclo total de apertura dura aproximadamente 36 horas o

un poco menos (BERGH, 1969).

Para las variedades B, las flores de un grupo abren para la primera apertura o estado femenino en la tarde y para la segunda o estado masculino en la siguiente mañana, o si el tiempo es frío, en la mañana del segundo día. La planta entera funciona como un macho en la mañana y como una hembra en la tarde (STOUT. 1932) y el ciclo completo cubre aproximadamente 24 horas (BERGH. 1969).

Según observaciones de BERGH (1969) en relación al comportamiento floral del palto establece que la dicogamia es dependiente del calor, la sensibilidad a la temperatura varía con el cultivar, pero cuando las temperaturas del día y la noche son inferiores a 25°C y 15°C, respectivamente, el comportamiento floral podría no ser igual al descrito por STOUT (1932).

Es posible que la temperatura de la noche o el alto promedio de temperaturas diurnas sea más importante que la máxima diaria (SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER, 1985). BUTTROSE y ALEXANDER (1978) observaron que se forman flores si las temperaturas son del orden de 20°C o más bajas, inhibiéndose la formación de flores con temperaturas de 25°C a 30°C por una hora en el día, lo

cual concuerda con SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER (1985) quienes sugieren una falta de carbohidratos en las plantas, posiblemente debido a una alta tasa respiratoria dentro de la canopia bajo condiciones de temperatura. Esto seria la causa de un anormal desborre de las yemas.

La definición convencional de clase A y clase B de las variedades son probablemente sólo válidas a ciertas temperaturas, que en algunas localidades son la excepción mas bien a la regla (LESLEY y BRINGHURST. 1951).

SEDGLEY y ANNELLS (1981) han demostrado que en la variedad Hass con temperaturas máximas y mínimas de 33°C y 28°C, respectivamente, las flores abren en la mañana en estado femenino y posteriormente en la tarde del día siguiente en estado masculino (ciclo floral típico de una variedad A). En cambio, con temperaturas máximas y mínimas de 17°C y 12°C, respectivamente. las flores abrieron en la tarde en estado femenino cerrándose a las 21:00 h. y se inició la reapertura en el estado masculino dos días después durante la tarde, permaneciendo abiertas toda la noche y comenzando a cerrarse alrededor de las 11:00 h de la mañana siguiente. Con temperaturas de 33/28°C y 25/20°C el largo del ciclo floral fue de 36 h y a 17/12°C este fue de 72 h, concordando estos resultados

en forma general con lo observado por BEKEY (1986); BRINGHURST (1951); HERNÁNDEZ (1991) y LESLEY y BRINGHURST (1951).

El comportamiento floral de la variedad Fuerte observado por SEDGLEY (1977a) para temperaturas similares a las del caso anterior 33/28; 25/20; 17/12°C indica que en el caso de las dos primeras las flores abrieron en la tarde como femeninas y luego la mañana siguiente como masculinas (ciclo floral tipo B). En el caso de 17/12°C muy pocas flores tenían un estado femenino, la mayoría abrieron una vez solamente como masculina. La duración del período de floración decreció con el aumento de temperatura, como también el número total de flores abiertas, de igual forma a lo descrito por LESLEY y BRINGHURST (1951); PALMA (1991) y SEDGLEY (1977b).

Existe una gran cantidad de información que se ha reunido a través del tiempo señalando que el traslape de flores masculinas y femeninas dentro de un mismo árbol es posible, indicando que el ciclo natural de doble apertura no es absoluto para cualquier grupo de cultivares de palto en distintas condiciones de temperatura (PALMA, 1991; HERNÁNDEZ, 1991; SEDGLEY y ANNELLS, 1981; BRINGHURST, 1951; SEDGLEY y GRANT, 1983; ISH-AM y

El SIKMWITCH, 1991) .

El ciclo floral es dependiente de la temperatura, siendo más sensibles los cultivares tipo B que aquellos con ciclos tipo A. Cuando la temperatura máxima del día cae bajo 20°C y la temperatura mínima bajo 15°C. se interrumpen los ciclos florales de los cultivares tipo B y muchas flores pueden abrir sólo funcionalmente como masculinas. Las temperaturas óptimas para cultivares tipo B durante floración son 25C como máxima diaria y mas de 10°C como mínima nocturna. Los cultivares tipo A se adaptan a máximas diarias de 20QC y mínimas nocturnas de 10°C sin interrupción de su ciclo floral (WHILEY et al., 1988).

Registrando el período de floración de un cultivar en un distrito y relacionándolo con las temperaturas medias, máximas y mínimas durante este período, la viabilidad comercial del cultivar en cualquier área estudiada puede predecirse (WHILEY et al., 1988). Bloques compactos de variedades pueden ser plantados sin considerar la polinización cruzada, cuando se tiene una relación compatible de floración con temperatura. Huertos de una sola variedad son preferidos por facilitar los manejos culturales de los huertos (WHILEY y WINSTON, 1987).

2.5.4.3 Cuaja y caída de frutos:

Es esencial que el polen de una flor sea transmitido al estigma receptivo de otra para que prospere la fertilización y producción de frutos (SCHOLEFISLD, 1982). Si la polinización es adecuada y muchos granos de polen son depositados en el estigma, no habrá problemas en el crecimiento del tubo polínico y por ende en la producción de fruta, pero en circunstancias donde sólo uno o pocos granos de polen son depositados en el estigma la polinización será inadecuada, decreciendo la producción del cultivo (PAPADEMETRIOU, 1975).

SEDGLEY (1979) establece que la penetración de los óvulos no significa necesariamente que se produzca fertilización y cuaja consiguientemente. Además, sugiere que el genotipo del polen no es de primera importancia en la producción de frutas del palto (SEDGLEY, 1977b). Por otra parte, la cuaja y periodo temprano de caída de frutas es el estado más crítico del ovario en desarrollo desde el punto de vista del crecimiento (LOVATT, 1990) .

Los frutos del palto que fracasan en la cuaja pueden ser divididos en dos categorías (i) frutos en los cuales ocurrió la polinización, pero la subsecuente

fertilización fracasó y (ii) frutos resultantes de flores en las cuales la polinización y fertilización ocurrieron, resultando en un embrión normal y semillado (LOVATT, 1990).

La producción irregular del palto en varias partes del mundo, fue atribuida a las condiciones de temperatura durante el periodo de floración. De cualquier manera, la alta caída de flores y frutos observada después de la floración cuando las condiciones presentes son convenientes para la polinización y desarrollo del embrión (25°C máxima y 20°C mínima) indican que algunas funciones anormales de los procesos de cuaja pueden también estar contribuyendo a una baja producción (SEDGLEY, 1977a). Al aumentar las temperaturas en noches frías o aumentar el nivel de carbohidratos en la planta pueden llevar a un considerable aumento en la productividad de un huerto (ZAMET, 1990).

El crecimiento del tubo polínico en el pistilo es muy variable, dependiendo principalmente de la temperatura y la variedad, pero en todos los casos el crecimiento inicial es muy rápido (SEDGLEY y GRANT, 1983: SEDGLEY, 1977a). Si la tasa de crecimiento del tubo polínico es constante, se requieren aproximadamente 28,5 horas para

la efectiva fecundación siguiendo a la polinización, bajo las condiciones de Los Angeles (SCHROEDER, 1944) por el contrario, PAPADEMETRIOU (1975) observó que el tubo polínico penetró dentro del ovario en tan solo una hora, bajo condiciones tropicales de Trinidad con temperaturas de aproximadamente 32,5°C.

El crecimiento del tubo polínico y la penetración del óvulo ocurre a todas las temperaturas (33/28, 25/20 y 17/12°C, máximas y mínimas, respectivamente) siendo más rápido a 33/23°C pero los pistilos pierden la habilidad para soportar dicho crecimiento a la segunda semana, debido a que dichas temperaturas reprimen el desarrollo reproductivo en favor del crecimiento vegetativo. Una baja proporción de los óvulos a 17/12°C tuvo penetración en el saco embrionario por el tubo polínico, resultando en la falta de desarrollo del embrión. La temperatura más conveniente para el régimen del crecimiento del tubo polínico y desarrollo del embrión es de 25/20°C. temperatura a la cual el polen germina rápidamente y penetra el ovario en cerca de dos a cinco horas (SEDGLEY y ANNELLS. 1981; SEDGLEY, 1977a).

Sólo el 1.8% de los ovarios de la variedad Fuerte presenta un tubo de polen dentro del saco embrional en comparación

con el 64% de ovarios dé Hass. a las 24 horas. Otro 48% mas de ovarios Fuerte tenían un tubo de polen en el tegumento o el nucelo, pero sin penetrar el sinérgido. En la variedad Fuerte esta mala función puede explicar los bajos rendimientos (SEPGLEY, 1979).

SEDGLEY (1980) indica que la alta incidencia en la abscisión de flores y frutos del palto se debe a un problema fisiológico que no está relacionado con anormalidades anatómicas en el óvulo o alguna interrupción de los procesos de fertilización. Frutitos con embriones y endosperma anatómicamente normales presentan detención del desarrollo, degeneración del contenido celular, seguido por la abscisión de los frutitos. Esto sugiere que la distribución ineficiente de agua y nutrientes a los frutitos es particularmente la responsable de la detención del crecimiento.

Durante las primeras semanas después de la antesis la mayoría de las flores no fueron fertilizadas. Menos del 20% de las flores fueron anormales y la transferencia pobre de polen fue identificada como la principal razón para esta caída temprana, los frutitos caídos habían cesado su desarrollo cayendo la mayoría de ellos dentro de los 14 días siguientes a la polinización (SEDGLEY,

1980: SEDGLEY, 1987).

Una mayor proporción de frutitos de Fuerte que de Hass se desprende durante los primeros días siguientes a la polinización. Los frutitos desprendidos son probablemente aquellos con el saco desorganizado al segundo día, ya que se encuentra muy pocos sacos en esta condición del tercer día en adelante (SEDGLEY, 1979).

Durante temporadas de fuerte caída de frutos, los paltos tienen la última oportunidad de ajustar su carga durante el segundo flush vegetativo a mediados de verano. Condiciones de stress en este tiempo pueden llegar a hacer perder sobre 400 frutos por árbol lo que puede alcanzar un 10 a un 40% de la masa final (WOLSTENHOLME et al., 1985).

No se ha observado ninguna razón anatómica para la alta proporción de fruta abortada y se sugiere que los efectos de la competencia pueden ser responsables de la abscisión. Hay competencia no sólo entre frutos en desarrollo, sino que también entre los frutos y el flush vegetativo en crecimiento. Es posible que esta situación de competencia pueda ser al menos en parte responsable de la alta proporción del aborto temprano de frutos

(SEDGLEY, 1987). Además, WHILEY y WOLSTENHOLME (1990) sugieren que las reservas de almidón caen rápidamente durante la floración y cuaja, llegando a la ruar, baja concentración durante la caída de fruta de verano, posteriormente aumentan para llegar al máximo en el invierno.

2.5.4.3 Desarrollo del fruto:

El fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea. Durante toda la temporada hay un proceso de división y elongación celular, a diferencia de las especies de hoja caduca en las cuales la división celular cesa en un cierto punto y el crecimiento posterior es por elongación celular exclusivamente (CHANDLER, 1962; WOLSTENHOLME et al., 1985).

PALMA (1991) observó que el crecimiento de frutos de la variedad Fuerte tiende a estabilizar su diámetro polar a mediados de abril, manteniendo siempre su crecimiento. Por otra parte, el crecimiento ecuatorial muestra una relativa estabilización a partir de mayo, obteniéndose curvas de tipo simple sigmoideas.

Algunos frutos del palto se desarrollan sin embrión.

Estos frutos nunca llegan a ser tan grandes como los normales y son cilíndricos, pareciendo pepinillos, y éstos toman al madurar tan buen sabor como los normales. Al observar la cavidad de la semilla, algunos de éstos tienen semillas rudimentarias, que sugieren que el desarrollo inicial del embrión y el aborto ocurren en un estado tardío (CHANDLER, 1962; PAPADEMETRIOU, 1976).

2.6 Ciclo fenológico:

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

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

Los paltos de la variedad Fuerte, bajo las condiciones de Palmwoods. Queensland, Australia (lat 27°S) presentan dos flush principales vegetativos, en una temporada de

crecimiento completa: el primero se extiende entre finales de julio y los últimos días de noviembre, observando un peak a inicios del mes de septiembre. El segundo, ocurre desde diciembre hasta abril, con un peak a fines de febrero. Durante los meses de mayo y junio no se observa actividad vegetativa. El crecimiento radicular también presenta dos flush, el primero se inicia a mediados de septiembre, al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo del primer flush desciende. El peak ocurre a fines de noviembre, momento en que la actividad vegetativa es baja, y finaliza en los últimos días de diciembre, cuando se inicia el segundo flush vegetativo. El segundo flush radicular se extiende desde febrero hasta abril con un peak a fines de marzo. El crecimiento reproductivo empieza después de un corto período de semidormancia en el árbol, con el desarrollo de la yema floral seguido por la floración y cuaja. La floración y cuaja ocurren entre mediados de junio y octubre, observándose la mayor intensidad en el mes de septiembre. La floración, cuaja y brotación son eventos que se desarrollan simultáneamente. Existen dos fechas de caída de frutos, la primera de menor intensidad (en base a peso seco) ocurre entre septiembre y octubre, y la segunda entre diciembre y enero (WHILEY et al., 1988).

Según PALMA (1991) paltos cultivar Fuerte que crecen en Quillota. (Chile) (lat 32,50°S); muestran en el crecimiento vegetativo y radicular dos flush de desarrollo bien marcados y alternados en su ocurrencia, manifestándose primero el desarrollo vegetativo hasta mediados de diciembre, con un segundo flush desde mediados de enero a fines de mayo, siendo de mayor intensidad el primer flush. El desarrollo radicular se extiende, para su primer flush, desde mediados de octubre a fines de marzo, y desde principios de abril para el segundo flush, el cual tiene menor intensidad que el primero. Se observa una curva de desarrollo floral, que alcanza su máximo peak el 31 de octubre, llegando a su término el 11 de diciembre. Posterior a la floración se presentan dos peak de caída de frutos, siendo el primero mucho más intenso que el segundo.

Por otra parte, HERNÁNDEZ (1991) trabajando con el cultivar Hass en la localidad de Quillota. Chile (lat 32,50°S) señala que el desarrollo vegetativo presentó dos flush de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera (8 de octubre al 25 de diciembre) y otro de menor intensidad en verano y otoño (29 de enero al 5 de junio). El desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo

flush de crecimiento. La floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, paralelamente al flush de crecimiento vegetativo de primavera y un escaso desarrollo radicular. El peak de desprendimiento de frutos ocurrió entre el 20 de noviembre y el 8 de enero, es decir, aproximadamente un mes después de la floración.

PLOETZ et al. (1991) señalan para los cultivares Lula y Simmonds que crecen al sur de Florida, que aunque las proporciones de crecimientos individuales de brotes y raíces variaron considerablemente entre los árboles, visibles flushes de crecimiento de raíces y brotes son evidentes, ya que proporciones significativas de crecimiento de brotes y raíces se sobreponen todo el tiempo. Los flushes de crecimiento vegetativo y de raíces son sincronizados y alternados en ciclos de 30 a 60 días. El crecimiento de brotes virtualmente se detiene tarde en el otoño y el invierno, aunque el crecimiento radicular continúa, disminuye a un tercio de la velocidad máxima durante estas estaciones. El ciclo de crecimiento fonológico en el palto, suministra una representación visual general del constante cambio de la competencia entre fuentes y sinks en un aspecto del árbol (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

La floración parte casi al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo de primavera, este es un periodo de traslape y intensa competencia por los nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y fuentes de agua del árbol. Esto puede por lo tanto, ser necesario para el control del vigor del flush de primavera, especialmente en los cultivares vigorosos como el Fuerte, para mejorar la energía del sink de ajuste de flores y de frutos que no se caen, así son mas retenidos y la abscisión es menor (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989). El próximo evento principal del crecimiento reproductivo, es la segunda caída de frutos, temprano en verano. Por otra parte, está asociado con un flush vegetativo principal resultando en una competencia entre las dos formas de crecimiento por las reservas del árbol. Esto remarca la identidad de los dos periodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afectan directamente la productividad. El manejo del crecimiento de los flushes y la retención de la fruta se logra con fertilización cuidadosa y con prácticas de riego, y la mantención de un sistema radicular sano (WHILEY et al., 1988).

2.7 Requerimientos hídricos:

Los paltos son 90% agua, 9% carbohidratos, 0,9% proteínas

y 0,1% de grasas, ácidos nucleicos, y otros componentes (LOVATT, 1987) y presentan un sistema o red vascular muy limitado, lo cual significa que la tubería que conduce el agua dentro de las hojas es limitada, así es que los paltos tienden a estresarse mas fácilmente que otros frutales (WHILEY. 1990a). El déficit de agua (stress) causa el cierre estomático, previniendo de este modo que ocurra fotosíntesis. En condiciones normales, el agua en las células individuales ejerce presión y sirve como una fuerza conductora para la expansión celular llevando de este modo a la elongación de brotes y expansión de hojas. Por el contrario, cuando el agua es limitante el crecimiento cesa (LOVATT, 1987).

Además, la -cantidad de agua que necesitan los paltos es menor durante el periodo invernal de semiactividad cuando las funciones de crecimiento son mínimas. Sin embargo, con los cultivares de maduración tardía, por ejemplo Hass, aún hay crecimiento, por lo que no se debería olvidar el agua (WHILEY et al., 1988; WHILEY, 1990a).

Los requerimientos de agua aumentan sustancialmente durante la floración reflejando tanto la incrementada superficie susceptible a pérdida de agua como un mayor stress ambiental impuesto durante la primavera (WHILEY et

al., 1988: WHILEY, CHAPMAN v 3ARANAH, 1988: WHILEY, 1990a). El manejo del agua en el huerto durante la floración puede ser crucial para la formación de frutas. Cuando el agua es limitada, las panículas de flores son las primeras en percibir el stress.

Hacia fines de la primavera, el manejo de agua no es tan esencial. Sin embargo, no se debería permitir que los árboles lleguen a una situación de stress excesivo, ya que se puede afectar la calidad final del fruto. Un efecto de este tipo a esas alturas es irreversible.

La segunda etapa de la caída de fruta en el ciclo de crecimiento es el período más crítico para la administración de agua. Esta es una etapa de ajuste de la plantación durante el verano, donde pueden ocurrir días de stress extremo. Si bien un buen riego durante este período no evita la caída de la fruta, un suministro de agua adecuado aminora el impacto del ajuste de la carga en el momento final.

Durante el último período de crecimiento y maduración rápida, un riego efectivo reduce la caída del fruto y aumenta el tamaño final del fruto. Este efecto es particularmente importante en los cultivares de

plantaciones densas, como por ejemplo Hass (WHILEY et al., 1988: WHILEY, 1990a).

2.8 Fertilización:

El desarrollo de estrategias de manejo nutricional está basado en una comprensión de la fisiología y fenología del árbol más que en la relación N P K tradicional (WHILEY. 1990b).

CAMBRÓN, MUELLER y WALLACE (1952) indican que la mitad o más del nitrógeno de las hojas del palto retorna a la planta antes de ser abscionada la hoja. Además, mencionan que alrededor del 57% del fósforo, 25% del potasio y 33% del azufre retornan a las plantas antes de la caída de las hojas. Por otra parte, el calcio, fierro y magnesio aparentemente no son traslocados desde las hojas antes de la abscisión.

El crecimiento vegetativo y reproductivo son particularmente separados aún en el tiempo y espacio. No obstante, esto es ciertamente crítico en fases donde la competencia es mayor. En el palto esto ocurre durante la

primera caída de frutos y se puede extender a mediados de verano. Si el árbol es excesivamente vigoroso, el brote indeterminado competirá vigorosamente con la cuaja de los frutos, resultando en una fuerte caída de éstos. Esto también reduce el movimiento de calcio dentro del fruto cuajado durante las críticas primeras 6 a 8 semanas, haciendo predisponente al fruto a desórdenes fisiológicos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

La época de fertilización estará de acuerdo a los ciclos de crecimiento fenológicos del árbol. El programa de fertilización por tanto será flexible. Para reconocer las tres etapas de crecimiento del árbol, principalmente crecimiento radicular, de brotes y reproductivo, es necesario implementar un programa de fertilización que alcance ganancias en productividad (SAAGA, 1990).

Los nutrientes para los paltos en términos de crecimiento vegetativo y productividad, pueden clasificarse como reguladores y no reguladores del crecimiento. El nitrógeno es el único regulador, mientras que el resto es no regulador y tiene un amplio margen de rango óptimo, por lo cual su época de aplicación no es crítica (SAAGA, 1990: WHILEY, 1990b: WOLSTENHOLME Y WHILEY, 1990).

El nitrógeno debería aplicarse después que haya ocurrido la caída de frutas en enero-febrero. Aplicaciones más tempranas causarán un incremento del crecimiento vegetativo, lo que podría resultar en una mayor caída de frutos. El manejo nutricional del flush de verano es vital para la productividad futura del árbol (WHILEY et al., 1988).

El análisis de tejido de hojas, constituye una herramienta esencial para monitorear los programas nutricionales aplicados. Las hojas deben ser tomadas en febrero *marzo*, correspondiendo a hojas maduras jóvenes y completamente expandidas, de brotes que no presenten frutos ni crecimiento, y obtenidas desde todos los lados de la planta (EMBLETON y JONES, 1966).

Investigaciones realizadas en California, Sudáfrica y Australia reportan que la concentración de nitrógeno en las hojas del cultivar Fuerte no debe exceder el 2% en árboles muestreados en otoño. Esto es aplicado principalmente en los climas calurosos, más subtropicales con suelos más profundos y altos en materia orgánica. El ideal para los cultivares vigorosos es probablemente 1,6 a 1,8%, árboles con niveles más bajos recibirán mayor fertilización con nitrógeno. La variedad Hass necesita

alto contenido de nitrógeno en las hojas para altas producciones. Niveles óptimos para las hojas en Sudáfrica son de 1,9 a 2,2%. En el sudeste de Queensland (Australia) altos niveles en las hojas tales como 2,5 a 2,7% en Hass y Wurts no han reducido las producciones (WOLSTENHOLME y WHILEY. 1990).

Entre los elementos no reguladores destaca el boro el que está estrechamente relacionado con la división celular y la actividad del meristema y es particularmente importante durante la polinización (COETZER y ROBERTSE, 1987) y el desarrollo temprano del fruto. WHILEY (1990b) indica que existe una rápida e intensa movilización desde las hojas maduras a las panículas de flores en desarrollo durante el invierno. Por lo tanto, se debe aprovechar los meses de verano para ajustar los niveles de boro en los árboles, aplicándose este elemento al suelo en Australia. De manera similar al boro, las concentraciones de zinc en la hoja también descienden durante el desarrollo de las panículas. En tejidos florales. los niveles pueden ser entre un 80 a 100% superiores durante la antesis que en las hojas adyacentes. Las correcciones de este elemento han presentado algún éxito mediante la aspersión foliar a hojas en expansión.

2.9 Control de enfermedades:

La pudrición de raíces causada por *Phytophthora cinnamomi* permanece como la mayor amenaza a la producción en la mayoría de las áreas donde el palto crece. El entendimiento entre el árbol, patógeno y el medio llevan a un programa de manejo más efectivo, usando como base el ciclo de crecimiento (WHILEY et al., 1988).

Este es un microorganismo que sobrevive bien a temperaturas medias, su temperatura óptima de crecimiento oscila entre los 21°C y los 27°C, no sobrevive bajo 6°C y tampoco a las temperaturas superiores a 34°C-35°C (BESOAIN, 1990). El patógeno causa la mayoría del daño en los meses de verano cuando se encuentran estas condiciones de crecimiento y hay abundancia de raíces absorbentes disponibles para la alimentación.

Los primeros síntomas que presenta un árbol enfermo es la pérdida del brillo de las hojas y el marchitamiento parcial al medio día. aún cuando los niveles de agua en el suelo sean adecuados (WHILEY et al. , 1986). Síntomas más avanzados son las necrosis de raíces, fuerte caída de hojas, muerte de ramas pequeñas, hojas tornándose de color verde pálido a amarillo, flushes débiles de

crecimiento, quemadura de hojas por cloruros, poca cuaja y mucha abscisión de frutos, aumento de frutos quemados por el sol y baja producción de frutos de calidad. Los síntomas de infección severa son la aparición de canchros en las ramas más bajas, pérdida total de hojas y finalmente la muerte total del árbol (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991: WHILEY et al., 1986: WHILEY et al., 1987, WHILEY, 1990c).

El mejor control de Phytophthora es impedir su introducción en el huerto, comprando plantas en viveros confiables y plantar en suelos bien drenados. Se debe evitar regar con agua proveniente de las zonas infectadas, evitar el exceso de agua en el suelo. Se debe tener en cuenta que un árbol enfermo sólo requiere la cuarta parte de agua que un árbol sano. Usar patrones resistentes como las selecciones Duke y G6 (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Las inyecciones al tronco de fosfonatos o las aplicaciones al suelo de fungicidas deben aplicarse en la época adecuada para proteger la principal actividad de crecimiento radicular tarde en primavera y verano. Las inyecciones se realizan en cuanto madura la hoja de primavera y se repite cuando madura la hoja del flush de

verano (WHILEY, 1990c) coincidiendo con el comienzo del flush de raíces de primavera y verano. Idealmente, las inyecciones de las plantas deben realizarse entre las 6 AM y las 11 AM, cuando la tasa de transpiración es alta (PICCONE. WHILEY y PEGG, 1987).

Además, WHILEY et al., (1987) señala que en árboles inyectados con fosfito basado en los tratamientos con fosetil de aluminio y ácido fosforoso se encuentran apreciables residuos de ácidos en los tejidos de paltas después de cuatro meses del tratamiento.

3. MATERIAL Y MÉTODO.

3.1 Ubicación:

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental La Palma, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en el sector de La Palma, provincia de Quillota, V Región, Chile ($32^{\circ}50'$ latitud sur, $71^{\circ}13'$ longitud oeste).

3.2 Definición de la zona de ensayo: 3.2.1

Clima:

El clima de Quillota, corresponde al tipo mediterráneo y se ubica en la región de los valles transversales que se caracterizan por tener veranos secos y cálidos bien definidos, influidos por vientos alisios¹ o por vientos subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos debido a la acción del frente polar. De acuerdo a la clasificación de Koeppen (MARTÍNEZ, 1981) Quillota está dentro de la notación Csb1, que corresponde a clima templado cálido con estación seca prolongada (7 a 8 meses), con temperatura media mensual superior a 10°C

por más de cuatro meses.

El régimen térmico de esta zona, se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C, con una máxima inedia del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 5.5°C. El período libre de heladas aprovechable es de nueve meses, desde septiembre a mayo. La suma anual de temperaturas, base 5°C, es de 3700 grados día y a 10°C, 1900 grados día (NOVOA et al., 1989).

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm. siendo el mes de junio el más lluvioso con 125 mm. La evaporación media llega a 1361 mm anuales, con un máximo mensual en diciembre de 219.3 mm y un mínimo en junio con 36,1 mm (NOVOA et al., 1989).

En la zona de Quillota se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTÍNEZ, 1981).

La humedad relativa en la zona es más bien alta, siendo uniforme a lo largo del año y presentándose en forma

mensual más alta en los meses de invierno y durante las primeras horas de la mañana (MARTÍNEZ, 1981).

3.2.2 Suelo:

El suelo de la Estación Experimental de La Palma, pertenece a la serie La Palma, cuyo signo cartográfico es M, según estudio agrológico realizado por el Departamento de Conservación de Suelo y Aguas del Ministerio de Agricultura en 1966.

El suelo es sedimentario, profundo, de origen coluvial, formado a partir de sedimentos graníticos de la formación granítica de los cerros ubicados al este del predio. De textura superficial franco arcillosa, de color pardo y de textura arcillosa de color pardo rojizo oscuro en profundidad. Substratum constituido por gravas y piedras con material intersticial del suelo. Suelo de permeabilidad moderada y buen drenaje. Topografía plana, en posición de plano inclinado y microrrelieve ligeramente acentuado (MARTÍNEZ, 1981).

3.2.3 Agua:

La Estación Experimental posee derechos sobre el Canal

Ovalle, el cual es abastecido por el río Aconcagua. Este, de régimen típicamente nival, durante el invierno recibe en la primera zona (Los Andes-San Felipe), las precipitaciones fundamentalmente en forma de nieve, las cuales escurren principalmente en la primavera, cuando aumenta la temperatura.

El agua de riego de la Estación Experimental La Palma no presenta peligro de sodificación, salinización ni cloruros que puedan significar una limitación en su uso (MARTÍNEZ. 1981).

3.3 Material vegetal:

El estudio se realizó en 10 árboles de palto cultivar Fuerte injertados sobre un patrón de semilla Mexícola, plantados en 1976 a una distancia definitiva de 12 x 12 m.

En estas plantas se realizaron observaciones y mediciones de los diferentes eventos fenológicos. A fin de lograr una muestra homogénea, se realizó una evaluación de todos los árboles que formaban el cuartel considerándose como parámetros: vigor de las plantas medido como diámetro del tronco a 50 cm del suelo, estado sanitario, productividad

medida como carga frutal de los árboles al iniciarse el ensayo y tamaño medido como altura y diámetro aproximado de la planta. De entre todos los árboles que contaron con condiciones óptimas se escogieron al azar los 10 árboles para el ensayo. Los árboles fueron cosechados en los meses de julio y agosto de 1992.

El sistema de riego del cuartel en ensayo es presurizado, con dos microaspersores por planta de 120 l/hr cada uno, dispuestos cada 6 m. Se contó con dos tensiómetros ubicados a 30 y 60 cm de profundidad. Las tensiones fueron leídas y registradas diariamente a las 8:00 hrs. Las tensiones recomendadas para el riego, fueron de 25-30 durante primavera-verano y 30-35 cb en otoño-invierno.

Una estación meteorológica fue instalada en el cuartel en ensayo. En ella se registró la temperatura máxima y mínima, y la humedad relativa medida a las 9:00 y 15:00 hrs; la temperatura del suelo bajo la canopia se tomó a una profundidad de 15 y 30 cm, y fue medida a las 9:00 y 15:00 hrs. Además, a partir de la estación agrometeorológica de la Facultad de Agronomía se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas.

3.4 Desarrollo vegetativo:

En los árboles seleccionados, en julio de 1992. se escogió y marco una ramilla de similar vigor de cada punto cardinal (4 ramillas/árbol), las cuales fueron identificadas con cintas plásticas ubicadas en la base de cada una de ellas. De cada ramilla se eligió la yema apical y una yema lateral, los cuales fueron medidos en longitud con pie de metro al comienzo y posteriormente con una huincha a intervalos semanales. En forma paralela se realizaron observaciones de la brotación general del huerto, para tener una visión globalizada de los eventos. Al momento de iniciar las mediciones, a finales de agosto, los árboles no presentaban brotación y las yemas presentaban un desarrollo promedio de 1,2 cm.

3.5 Desarrollo reproductivo:

Las mediciones y observaciones del hábito de floración y cuaja, se realizaron sobre las mismas ramillas elegidas para el estudio del desarrollo vegetativo. Se determinó para cada panícula (8 por planta) durante el período de floración el número de flores totales, en forma diaria; el número de flores abiertas abiertas del total, número de flores abiertas al estado masculino y número de flores abiertas al estado femenino en forma diaria a las 9:00, 13:00 y 17:00 hrs. Además, durante tres noches se

realizaron estas mediciones en las mismas panículas, a las 22:00 y 02:00 hrs. En forma paralela se observó la floración general del huerto, para de este modo tener una visión general del evento.

Para cuantificar el ciclo total de apertura y la duración de cada estado, se marcó con una lana una flor de cada panícula en estudio, a las cuales se les hizo un seguimiento desde que abrieron por primera vez hasta que cerraron para no abrir nuevamente.

Para cuantificar la magnitud de la caída de flores y frutos, se instaló bajo la canopía de 5 de los árboles en ensayo 4 contenedores (caja de 40 x 30 cm) uno en cada punto cardinal. La cuantificación del número de flores se realizó en base a su peso seco, siendo recolectadas dos veces por semana. Por otra parte, los frutos se contabilizaron en forma semanal, determinándose el número y su peso fresco.

3.6 Desarrollo radicular:

Debido a que esta especie presenta la característica de crecimiento radicular superficial, se realizó su estudio, utilizando malla raschel, geotextil y vidrio, ubicados

directamente sobre la superficie del suelo a una distancia de dos metros del árbol y cubiertos por la hojarasca característica de esta especie, utilizándose para cada tratamiento tres plantas. Las dimensiones del área en observación fueron de 40 x 80 cm con un área de 3200 cm². Se realizó una evaluación quincenal del número de raicillas activas y su longitud dentro del área limitada. Los materiales usados fueron cubiertos después de cada medición con el mulch de hojas característico de esta especie. Se seleccionaron estos materiales, dado que en estudios anteriores realizados por HERNÁNDEZ (1991) y PALMA (1991), en que usaron láminas de periódicos bajo el mulch, resultaron no ser un método eficiente.

La evolución del comportamiento del sistema radicular en profundidad fue observada utilizando una estación de medición de raíces (rizotrón) ubicada en la zona donde se concentra el mayor crecimiento de raíces (1,5 rn del tronco aproximadamente), que se encontraba instalada en el huerto. El rizotrón consiste en una calicata de 1 m³. cuyo costado más próximo al tronco se cubre con un vidrio triple a través del cual es posible visualizar las raíces. Con el fin de evitar la incidencia de la luz en el crecimiento y la pérdida de humedad del suelo, se

cubrió el vidrio con una cortina de polietileno negro, así como el resto de las paredes de la calicata y en la parte superior se tapó con una plancha de madera, para lograr una bóveda oscura. Las mediciones del sistema radicular en profundidad, fueron realizadas a intervalos semanales.

3 . 7 Variedades del ensayo:

Las mediciones de las variables se efectuaron a intervalos regulares, en un período comprendido desde agosto de 1991 hasta mayo de 1992. Para el estudio de las variables, se consideró el promedio respecto a cada árbol y fecha de medición. Por otra parte, la tasa de crecimiento se estableció a partir de la diferencia entre la última medición y la medición anterior.

Variables de crecimiento vegetativo:

-Longitud de brotes por árbol.

Variables de crecimiento radicular: -

Superficie: Longitud.

Número. -

Profundidad: Longitud.

Número. Variables del

comportamiento reproductivo:

-Flores: Número de flores abiertas femeninas a las 09:00,

13:00, 17:00, 22:00 y 02:00 hrs. Número de flores abiertas masculinas a las 09:00, 13:00, 17:00, 22:00 y 02:00 hrs. Número total de flores abiertas a las 09:00,

13:00, 17:00. 22:00 y 02:00 hrs. Número total de flores (diario). Flores marcadas. - Frutos: Número de frutos cuajados.

Número de frutos caídos en cajones.

Variables abióticas:

-Temperatura ambiental (máxima y mínima). -Temperatura de suelo a 15 cm a las 09:00 y 15:00 hrs.

-Temperatura de suelo a 30 cm a las 09:00 y 15:00 hrs.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Desarrollo vegetativo:

Las observaciones para el crecimiento vegetativo se realizaron a partir de agosto de 1992, cuando aún no se iniciaba el desarrollo de los brotes.

El crecimiento partió con un primer flush la última semana de agosto, con un desarrollo explosivo desde el 31 de agosto hasta fines de octubre, donde alcanzó su peak entre el 26 de octubre y el 2 de noviembre de 1992. Posteriormente, la tasa de crecimiento cae rápidamente hasta el día 7 de diciembre, desde este momento la tasa de crecimiento continúa decayendo mucho más lento para dar fin al primer flash, llegando la tasa de crecimiento a cero, a mediados de enero de 1993 (Figura 1).

La detención del crecimiento vegetativo ocurrió por un plazo relativamente corto, el que se extendió desde mediados de enero a principios de marzo, cuando tornó lugar un segundo flush de crecimiento vegetativo.

Este segundo flush, es de menor intensidad que el primero, y ocurre desde los primeros días de marzo hasta

mediados de abril. En una primera etapa. La tasa de crecimiento aumenta en forma acelerada para alcanzar el peak de este flush desde el 15 hasta el 22 de marzo, momento en el cual la tasa de crecimiento se mantuvo relativamente estable, con posterioridad la tasa de crecimiento decrece rápidamente para llegar a cero el 12 de abril, finalizando así el desarrollo vegetativo de la temporada (Figura 1).

Ha sido observado por HERNÁNDEZ (1991), PALMA (1991) Y TAPIA (1993) en forma concordante con los resultados aquí expresados, que existe en los paltos de la variedad Fuerte y Hass dos flush de crecimiento vegetativo: un primer flush o flush de primavera de mayor intensidad que el segundo flush o flush de verano otoño. SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985) trabajando con la variedad Fuerte sobre portainjerto mejicano en Australia, obtuvieron resultados similares.

Contrario, a los resultados aquí expresados, WHILEY et al., (1988) trabajando con el cultivar Fuerte en Australia, señalan que éste presenta dos flush de crecimiento vegetativo, pero el flush de primavera presenta una magnitud similar al flush de verano otoño.

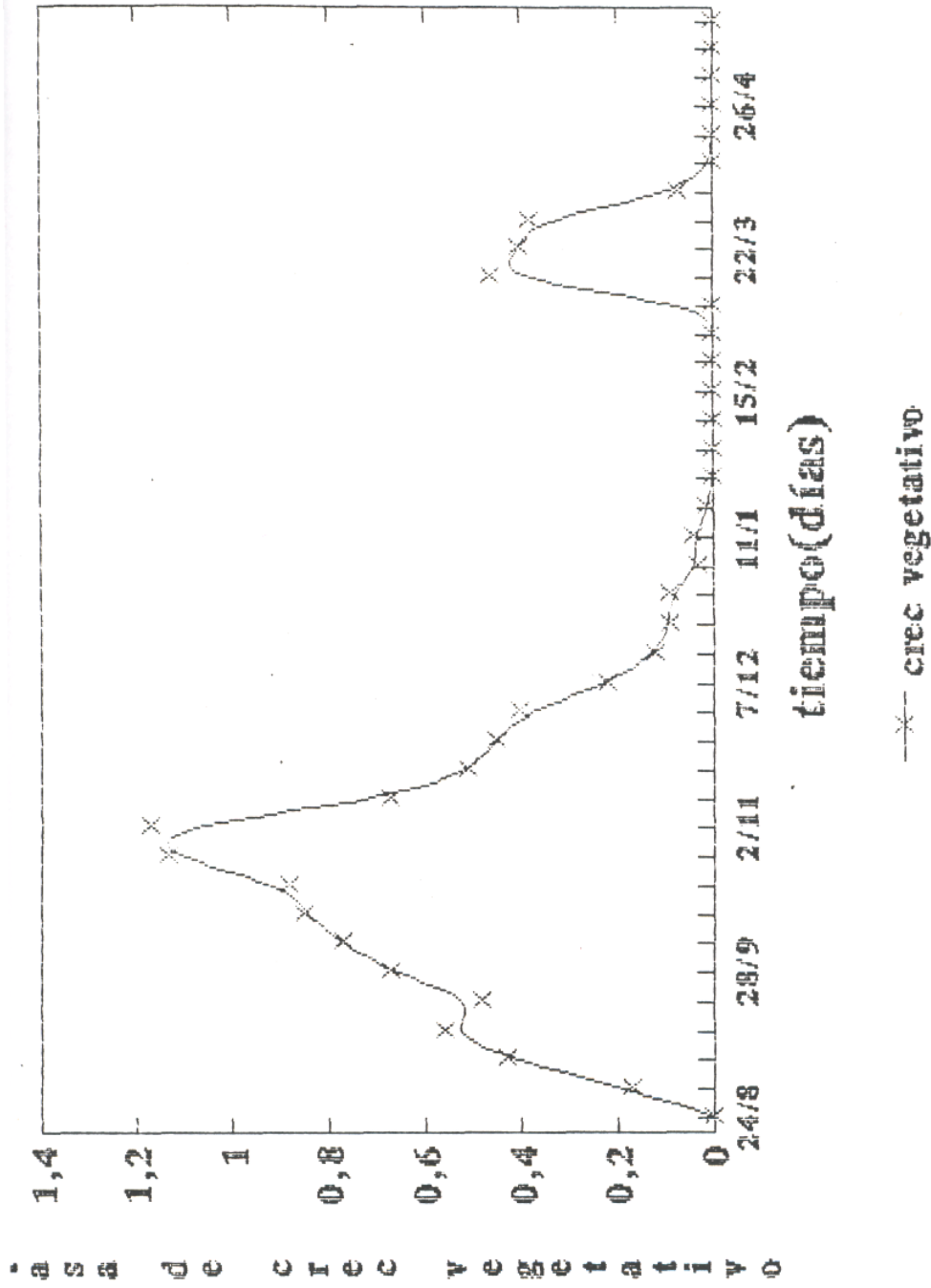


FIGURA 1. Ciclo de crecimiento vegetativo de palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

El crecimiento vegetativo, presentó una tasa de crecimiento más constante en el primer flush y con un leve establecimiento hacia mediación de octubre, momento en el cual se producía la floración.

A diferencia de estos resultados, PALMA (1991) trabajando con el cultivar Fuerte, en el mismo huerto, observó una leve caída en la tasa de crecimiento vegetativo a mediados de octubre, cuando se producía la floración.

Este descenso en la tasa de crecimiento vegetativo, cuando ocurre la floración, también fue observado en el cultivar Hass, en la zona de Quillota, Chile (HERNÁNDEZ, 1991 y TAPIA, 1993).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) y WHILEY et al., (1988) señalan que el flush vegetativo de primavera coincide con el final de la floración.

Al observar la tasa de crecimiento vegetativo, obtenida desde el anexo 1, se ve claramente que las tasas de crecimiento durante el primer flush son mucho mayores que las tasas de crecimiento del segundo flush. Por otra parte, cabe señalar que no todos los brotes iniciales (80 brotes) presentan crecimiento durante todo el período de

desarrollo vegetativo, presentando crecimiento sólo 58 brotes, lo que corresponde al 72,5% del total. SCHOLEFTELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), señalan que los flush de crecimiento varían escasamente en el tiempo de ocurrencia, y intensidad dentro y entre plantas, pero no todo los vástagos crecen durante todo el flush, lo que también coincide con lo observado por PALMA (1991).

En cuanto al tiempo, el primer flush se extendió por aproximadamente 16 semanas, mientras que el segundo flush se extendió por sólo 5 semanas. Si se consideran las temperaturas observadas en estos periodos (Anexo 2), el primer flush comienza cuando las temperaturas, tanto máximas como mínimas, empiezan a aumentar para mantener un promedio superior a los 25°C la máxima y superior a 10°C la mínima hasta marzo, momento en el cual comienzan rápidamente a caer ambas temperaturas.

El segundo flush se desarrolla de marzo a abril, momento en el que las temperaturas comenzaron a caer, lo que estaría explicando la menor intensidad y el menor desarrollo de este segundo flush.

HERNÁNDEZ (1991) trabajando con el cultivar Hass y PALMA (1991) trabajando con el cultivar Fuerte determinaron dos

flush donde el segundo se extendía en el tiempo casi tanto como el primero, pero las temperaturas presentes durante toda la temporada fueron mayores y comenzaron a caer más tarde en otoño.

La caída del flush de primavera que ocurre desde inicios de noviembre, puede explicarse por la falta de un sistema radicular capaz de satisfacer las demandas de agua y nutrientes de la parte aérea de la planta. Además, ello puede estar influido porque en esta época también ha ocurrido un descenso en las reservas de carbohidratos de la planta.

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) indican que los niveles de carbohidratos son más bajos después del flush vegetativo de verano, dado que una disminución en el nivel de carbohidratos, particularmente almidón, ocurren durante la floración, el crecimiento vegetativo y el desarrollo del fruto. WOLSTENHOLME y WHILEY (1990) muestran que los niveles de carbohidratos son más bajos después del segundo flush vegetativo y justo antes de la iniciación floral en otoño. Los niveles aumentan durante el invierno y llegan al máximo justo antes de la floración. Una rápida disminución en las reservas de carbohidratos, especialmente almidón, ocurren durante la

floración y el crecimiento vegetativo

4.2 Desarrollo radicular:

Fueron observados cambios en el comportamiento radicular, tanto en superficie como en profundidad. Sin embargo, sólo el comportamiento a través del perfil del suelo graficado al realizar la aproximación al ciclo fenológico.

Se debe destacar, que todas las plantas se encontraban sobre portainjertos de semilla mexicana, por lo que se puede esperar gran variabilidad en la respuesta radicular entre diferentes plantas.

SANDOVAL y BORYS (1984) señalan que las diferencias entre la distribución radical de los árboles está en función del número, diámetro e inclinación de las raíces principales de cada árbol, lo cual tiene características muy diferentes que se explican por las características heredadas de cada patrón.

El estudio radicular superficial, por medio del uso de geotextil y vidrio, no presentaron resultados, sólo una planta con geotextil y una con vidrio presentaron unas

pocas raíces, las que murieron al poco tiempo después de aparecer. La causa de la muerte de las raíces no fue evaluada, pero al parecer, la razón de la baja eficiencia de estos dos métodos sería el exceso de humedad que se producía en la superficie del suelo bajo estos materiales, produciéndose condiciones de sobresaturación que podrían estar causando asfixia radicular.

Un problema semejante, fue observado por HERNÁNDEZ (1991) y PALMA (1991), al usar como método para el estudio de raíces superficiales, láminas de periódico sobre la superficie del suelo bajo el mulch de hojas.

Mejores resultados, fueron obtenidos con el uso de malla raschel, aunque también presentó limitantes para un estudio adecuado. En la Figura 2, se puede observar el comportamiento de las raíces en superficie, en base a la cantidad de raíces activas presentes, siendo muy difícil determinar la secuencia en longitud debido a la alta mortalidad de raíces. En la malla raschel las raíces comenzaron a aparecer desde principios de noviembre, para presentar al menos dos flush de crecimiento claros en el transcurso del ensayo. El primer flush ocurrió desde principios de noviembre hasta mediados de enero, para disminuir levemente hacia principios de febrero y

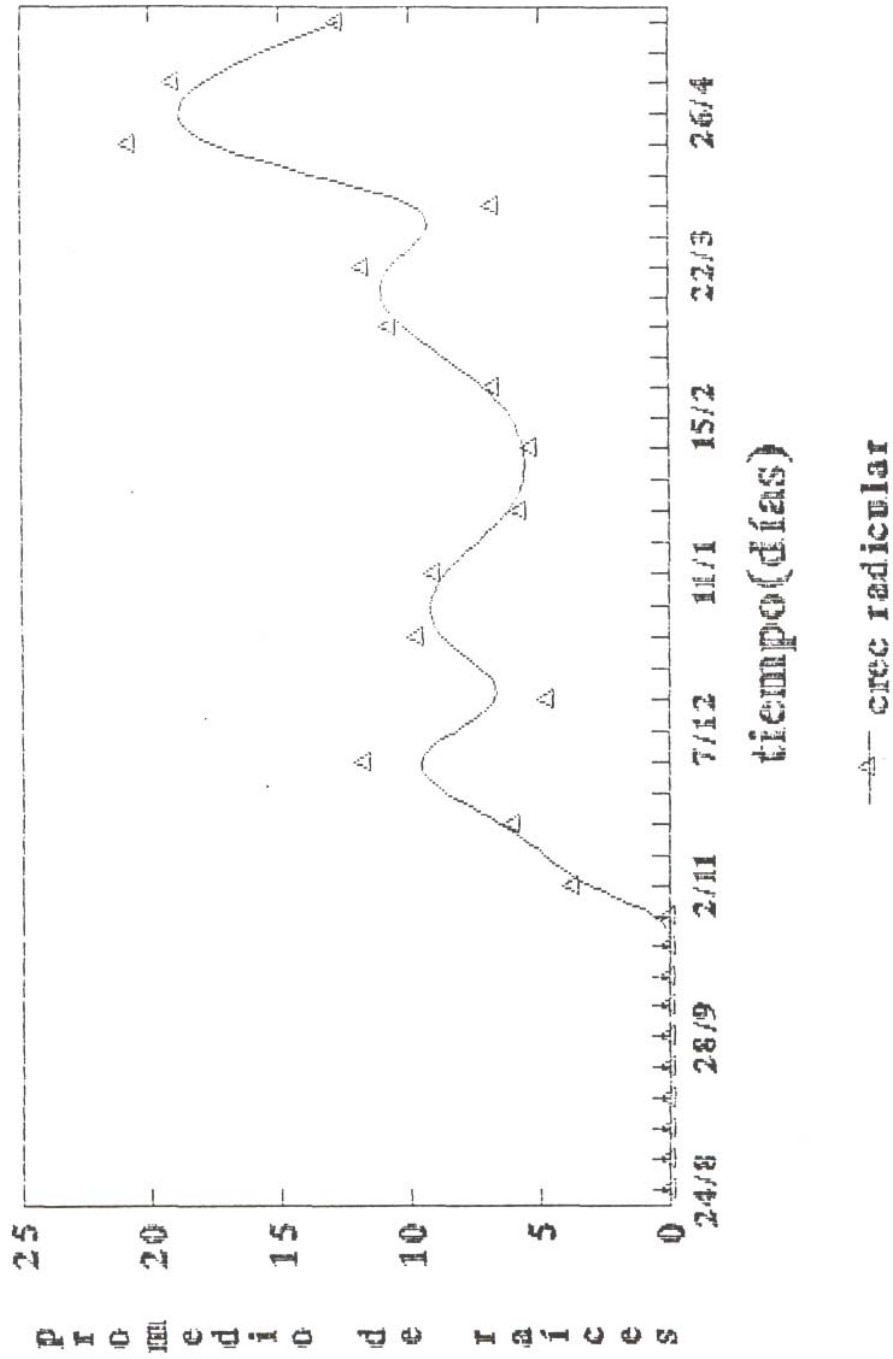


FIGURA 2. Ciclo de crecimiento de raíces superficiales de palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

continuar con la aparición de un segundo flush desde fines de febrero hasta mediados de mayo. Este segundo flush fue de mayor intensidad que el primero. El segundo flush presenta un notorio peak a mediados de abril (Anexo 3), a diferencia del primer flush que presenta dos alzas de similar intensidad.

El peculiar comportamiento de las raíces, ocupando este método, se puede explicar por la limitante que presentó la malla raschel, debido a que las raíces se enredaban en el tejido de la malla provocándose su ruptura al levantar la malla para realizar las evaluaciones. Por otra parte, en algunas oportunidades después del riego se produjo exceso de humedad en el suelo bajo la superficie de la malla por un par de días, con la consiguiente sobresaturación y posiblemente asfixia radicular.

Contrario a estos resultados fueron los obtenidos por PALMA (1991), quien trabajó con láminas de periódicos sobre la superficie y obtuvo sólo un gran flush radicular muy intenso que se extendió desde noviembre hasta febrero.

BORYS (1991) señala que la falta o muy bajos niveles de "Luz también podrían estar incidiendo como un posible

factor que favorece el crecimiento radicular.

En cuanto a la distribución de las raíces en profundidad, estas fueron observadas abarcando casi completamente el rizotrópico y se presentaron hasta los 90 cm de profundidad.

Los crecimientos de las raíces se caracterizaron en general por una raíz principal de mayor vigor, diámetro mayor a 2 mm, que se ramificaba en gran cantidad de raíces secundarias, éstas rara vez dieron origen a nuevas raíces terciarias. Las raíces de mayor vigor, constituyeron el 8.4% del total de raíces, mientras que las raíces finas (< 2 mm) corresponden al 91.6% restantes.

SANDOVAL y BORYS (1984) señalan que al comparar las raíces de diámetro mayor de 2 mm con las de diámetro menor de 2 mm. se ve claramente que dominan las raíces finas sobre las más gruesas.

La distribución de raíces activas en el rizotrópico, muestran que el 42,2 % de ellas se desarrollan dentro de los primeros 30 cm de suelo. Entre los 30 y 60 cm se encontró el 47,9% y a una profundidad mayor a 60 cm,

existe un menor desarrollo radicular que sólo alcanzó al 10,8% del total de las raíces. De acuerdo a ello, se observa que el desarrollo radicular en el palto es principalmente en las estratas superiores del suelo.

Concordante con estos resultados fue lo observado por HERNÁNDEZ (1991), PALMA (1991) y TAPIA (1993), quienes al trabajar con plantas sobre portainjerto de semilla mexícola señalaron que el desarrollo de raíces ocurre solamente en las primeras estratas del suelo, no penetrando más allá de los primeros 60 cm. A diferencia de esos trabajos, en este ensayo el rizotróon estaba ubicado en el huerto dos temporadas antes de iniciarse este trabajo.

La aproximación al ciclo de desarrollo radicular en profundidad (rizotróon), se caracterizó por presentar dos flush claros de desarrollo. El primer flush tuvo lugar entre el 2 de noviembre y el 11 de enero. Este flush se inició con una acelerada tasa de desarrollo (Anexo 4) y presentó dos peak (Figura 3), el mayor de ellos el 23 de noviembre, luego la tasa de crecimiento decae hacia mediados de noviembre. aumentando nuevamente para alcanzar un segundo peak, dentro del primer flush, a fines de diciembre. A continuación del segundo peak la

t a s a d e c r e c r a d i c u l a r

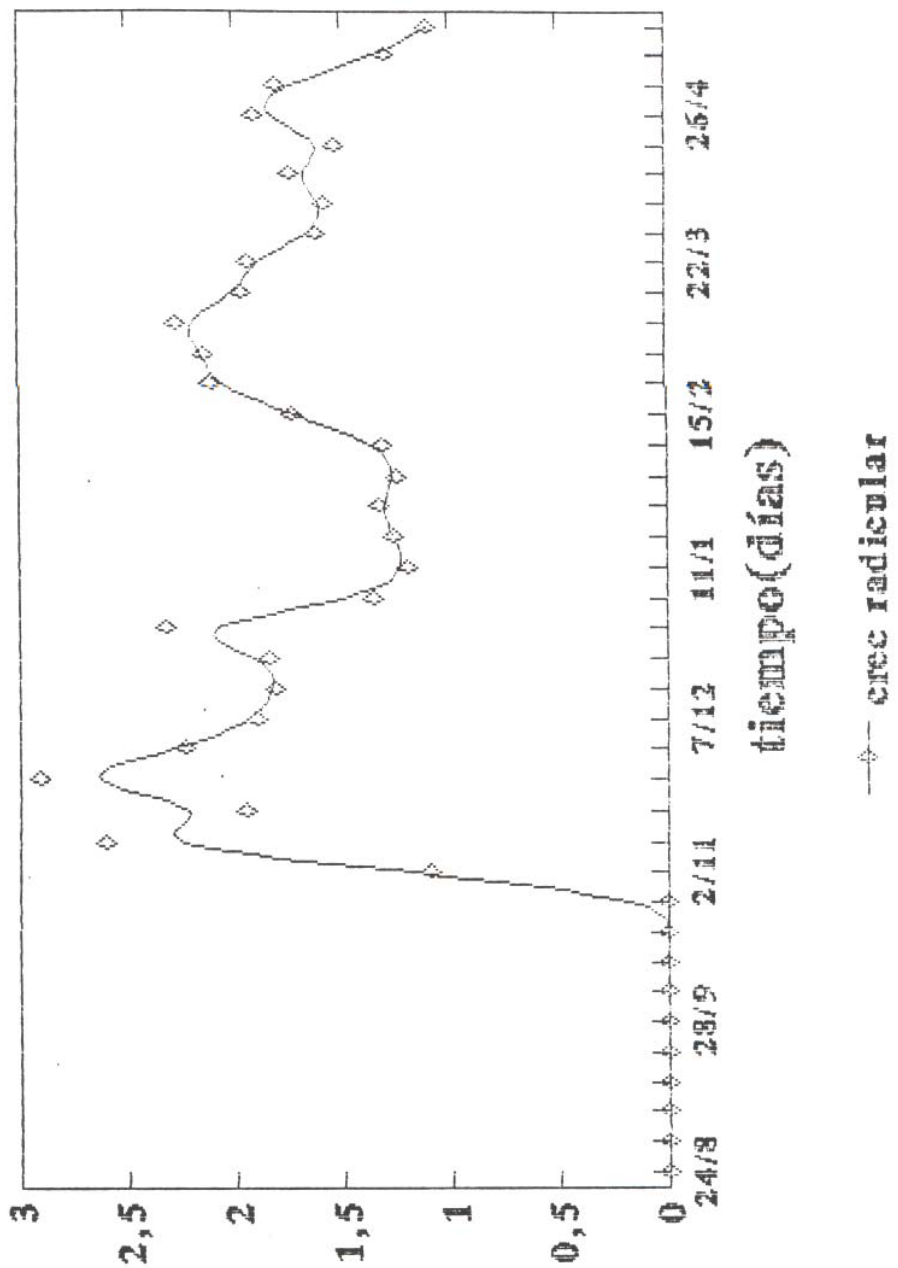


FIGURA 3. Ciclo de crecimiento de raíces en profundidad de paño cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

tasa de crecimiento cae rápidamente para estabilizarse por un periodo de cinco semanas entre principios de enero y principios de febrero. El segundo flush de desarrollo radicular se inició aproximadamente el 8 de febrero para finalizar a mediados de mayo. Este segundo flush presentó un peak de desarrollo la primera quincena de marzo y luego a mediados de abril presentó un alza para posteriormente comenzar a caer (Figura 3).

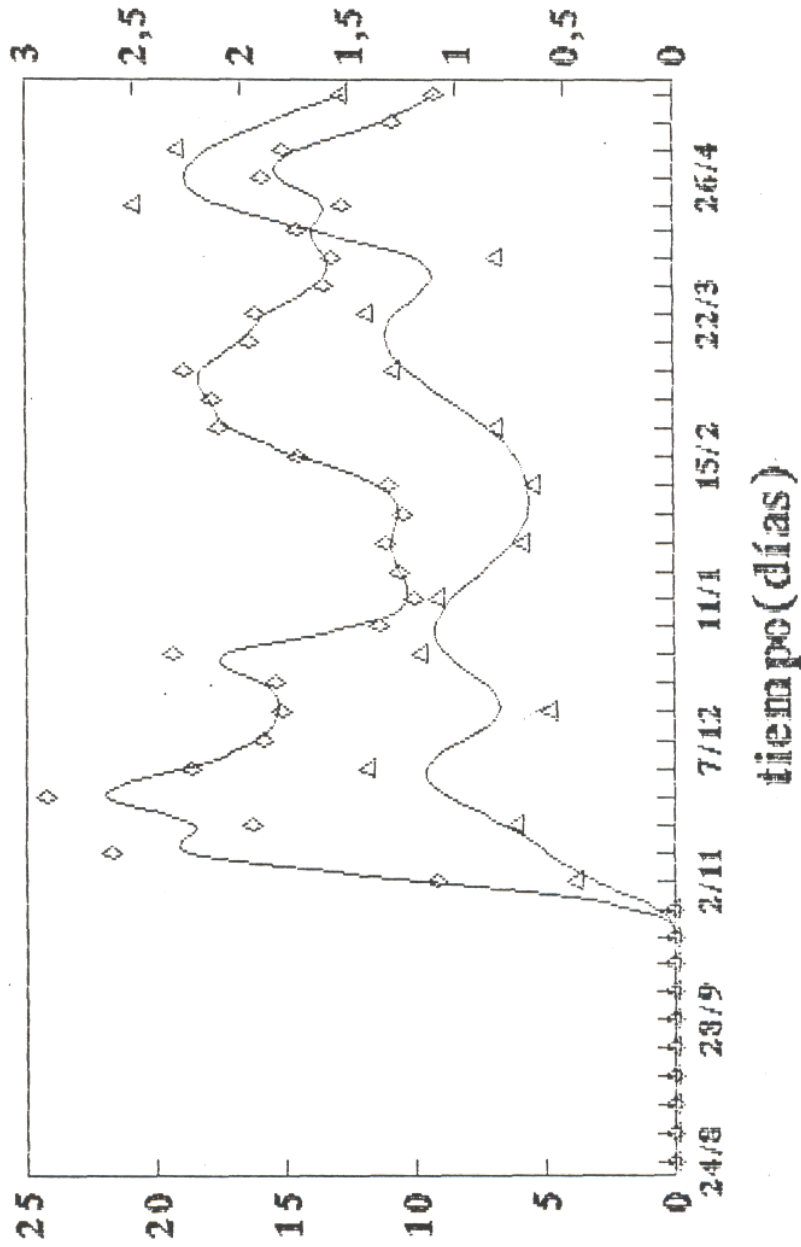
Un comportamiento similar ha sido observado por HERNÁNDEZ (1991), PALMA (1991) y TAPIA (1993) quienes trabajando en la misma área de este ensayo señalaron que el desarrollo radicular del palto presentaba dos flush.

WHILEY et al., (1988) trabajando en Australia, describieron un comportamiento similar para las raíces del palto, pero los dos flush ocurrían cerca de un mes y medio antes que lo descrito en este ensayo y ellos describen los dos flush como de similar intensidad.

Al comparar las curvas obtenidas para el desarrollo radicular en superficie y en profundidad (Figura 4) se observan diferencias en el comportamiento de ambas, las que se deben a las limitantes antes descritas que presentó el desarrollo de raíces en superficie.

Pr o m e d i o d e r a í c e s s u p e r f i c i e

t a s a d e c r e c e n p r o f u n d i d a d



◆ crec rad. en prof. ▲ crec rad. en sup.

FIGURA 4. Ciclo de crecimiento de raíces en superficie y profundidad, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

La temperatura del suelo es un factor que incide fuertemente en la actividad radicular. Las temperaturas observadas a mayor profundidad (30 cm) fueron siempre más estables que las más cercanas a la superficie (15 cm). En noviembre la temperatura a 30 cm ya bordeaba los 15°C a 16°C, mientras que a 15 cm sólo se observaban 13 a 14°C. Estas temperaturas son importantes agentes en la activación del desarrollo radicular, y el hecho que ellas hayan aumentado hasta cerca de 18 a 19°C son probablemente la causa de que se mantenga una alta tasa de crecimiento durante todo el verano (Anexo 4). La caída de la tasa de crecimiento radicular a finales del segundo flush de crecimiento coincide también con una caída en las temperaturas de suelo, las que se ubican a madiaclos de mayo en torno a los 12 a 13°C a 15 cm y en torno a los 15°C a 30 cm.

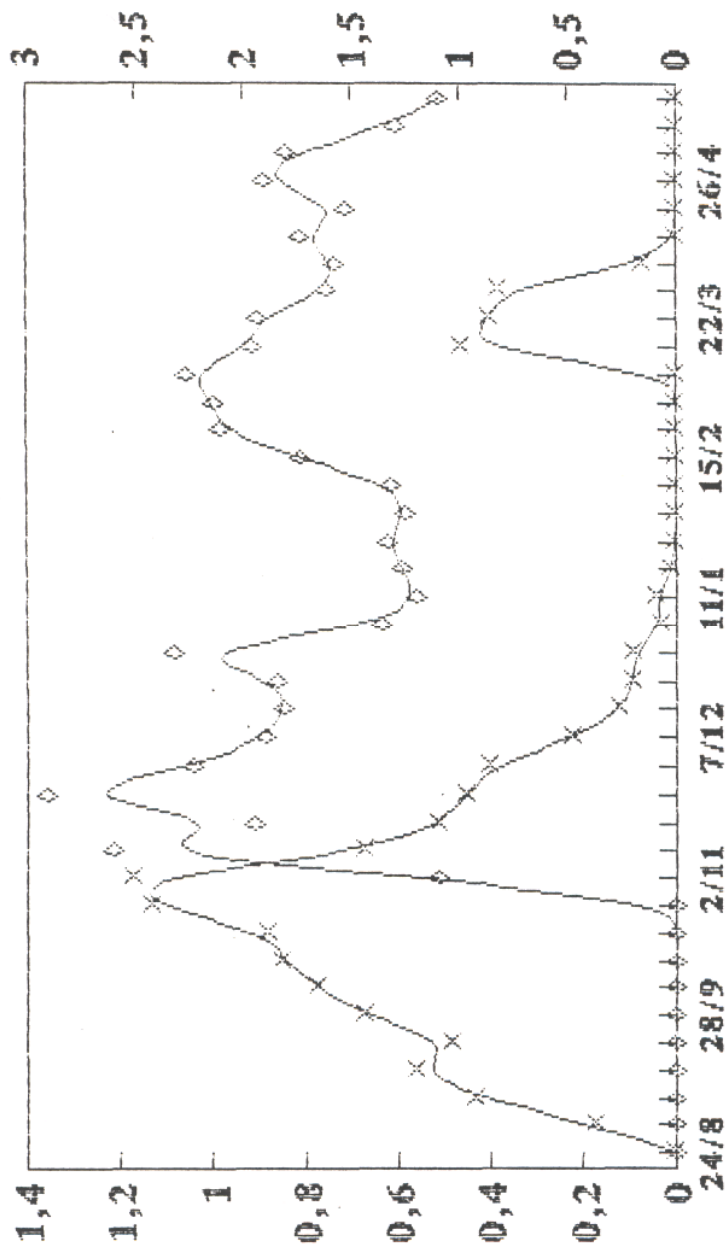
WHILEY et al. (1987) establecen que el crecimiento de las raíces es significativamente reducido en plantas de palto durante el invierno y a temperaturas bajas de suelo (13°C), con los mayores crecimientos radiculares a temperaturas que varían entre 18°C y 23°C en el suelo.

Por otra parte, el crecimiento radicular presenta una fuerte interacción con el crecimiento vegetativo, es así,

que el primer flush de crecimiento radicular se presentó cuando el flush vegetativo de primavera comenzaba a descender, cuando la tasa de crecimiento vegetativo ya es bastante baja se presenta el máximo peak del primer flush de raíces. Esto puede ser explicado porque el sistema radicular de la planta no es capaz de sostener un desarrollo vegetativo tan explosivo, provocando la caída en la tasa de crecimiento vegetativo. Además, la gran cantidad de brotes vegetativos nuevos están generando una gran cantidad de fotosintatos que permiten el desarrollo radicular del primer flush. Este comienza a crecer más lentamente cuando los fotosintatos comienzan a ser escasos como para mantener el desarrollo radicular y la nueva producción.

El segundo flush radicular tiene lugar cuando debido a la gran caída de frutos quedan nuevamente más fotosintatos disponibles a la raíz. El segundo flush vegetativo tuvo un inicio posterior al segundo flush de raíces, debido a que las condiciones de temperatura durante el mes de febrero no fueron suficientemente altas para provocar su estímulo, pero cuando se inició este flush vegetativo de inmediato se presenta una caída en la tasa de crecimiento radicular (Figura 5) y cuando termina el segundo flush vegetativo se origina un leve peak radicular. Por tanto,

t a s s a d e c r e c r a d i c u l a r



t a s s a d e c r e c v e g e t a t i v o

tiempo(días)

x — crec vegetativo ◇ — crec radicular

FIGURA 5. Ciclo de crecimiento vegetativo y radicular en profundidad, palto cv. Fuerte Quillota, V región, 1992/1993.

el desarrollo tardío del segundo flush explica las dos alzas que se presentaron en el segundo flush radicular.

PLOETZ et al. (1991) trabajando con los cultivares Simmond's y Lula sobre portainjerto Waldin, observaron que los flush de crecimiento vegetativo eran seguidos entre 30 a 60 días por flush de crecimiento radicular. El crecimiento radicular fue cíclico en concordancia con el crecimiento vegetativo, pero está altamente relacionado a la temperatura del suelo.

Resultados similares a los de este trabajo fueron obtenidos por WHILEY et al. (1.988), quienes señalan que el flush vegetativo de primavera es seguido por un flush radicular. Posteriormente ocurre el flush vegetativo de verano, el que es seguido por un nuevo flush radicular. HERNÁNDEZ (1991) y PALMA (1991) establecieron situaciones similares a las discutidas en este trabajo.

TAPIA (1993) encontró en el cultivar Hass una situación muy similar a la de este trabajo, en la que el segundo flush de raíces tenía lugar antes que comenzara el segundo flush vegetativo.

4.3 Desarrollo reproductivo:

El estudio del desarrollo reproductivo, es representado en el tiempo a través de una aproximación obtenida en base al número total de flores. Además, serán descritos una serie de fenómenos relacionados con el comportamiento floral del palto.

El período floral observado, se realizó desde que abren las primeras flores de las panículas marcadas, iniciándose el día 13 de octubre y se extendió hasta el día 6 de noviembre, momento en el cual abrían las últimas flores de las panículas marcadas.

4.3.1 Comportamiento floral diurno:

Para determinar el comportamiento sexual diurno, se observó la apertura floral a las 9:00 hrs, donde abrió el 30% de el total de las flores observadas durante el período; a las 13:00 hrs, fue el momento del día en que se presentó el mayor número de flores abiertas, lo que correspondió al 40% del total de las flores abiertas en el periodo y a las 17:00 hrs, abrió el 30% restante de las flores observadas.

Por el contrario, TAPIA (1993) trabajando con el cultivar Hass y realizando observaciones a las mismas horas de este ensayo, encontró que el mayor porcentaje de flores abría a las 17:00 hrs.

El comportamiento de la apertura floral a las 9:00 hrs (Figura 6), mostró que durante todo el período de floración, un 64,7% del total de las flores que abrieron a esta hora (2985) abrió al estado masculino y sólo el 35,3% restante abrió al estado femenino. Durante los 23 días observados, solamente en 16 de esos días la cantidad de flores abiertas al estado masculino superó a las flores abiertas al estado femenino.

PALMA (199.1) indica que para el cultivar Fuerte en esta zona, el número de flores masculinas sobrepasó largamente a las flores femeninas durante la mañana.

En el caso de la apertura floral a las 13:00 hrs (Figura 7), se observa que un 59,2% de las flores abre al estado masculino, sobre un total de 4024 flores (Anexo 5), mientras que el 40,8% restante abrió como femenino. Se debe destacar, que ésta fue la hora del día en que se encuentran más flores femeninas. Además, en solamente un 22,7% de los días se observó que el número de flores f

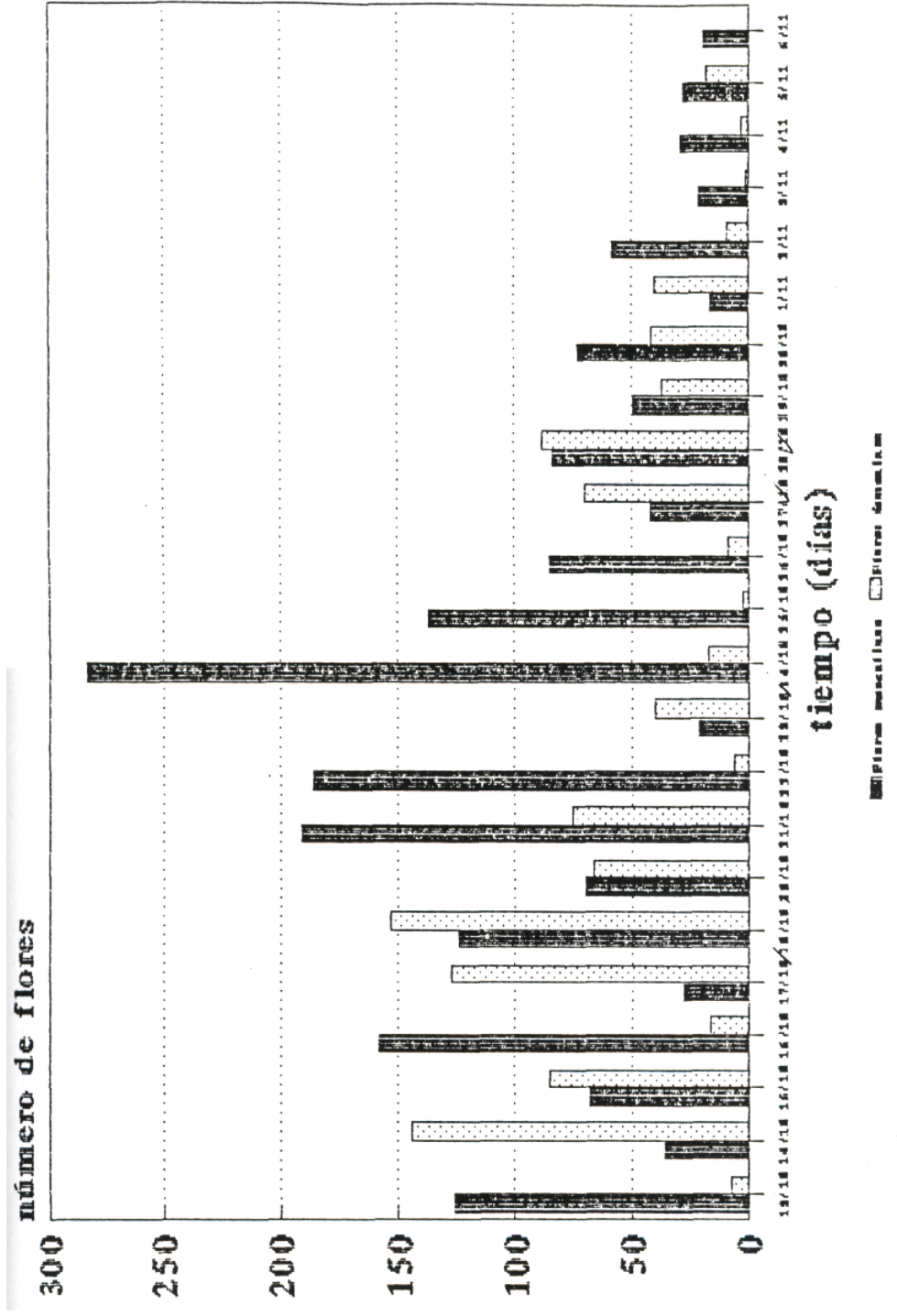


FIGURA 6. Número de flores masculinas y femeninas abiertas a las 09:00 hrs, palto cv. Fuerte Quillota, V región, 1992.

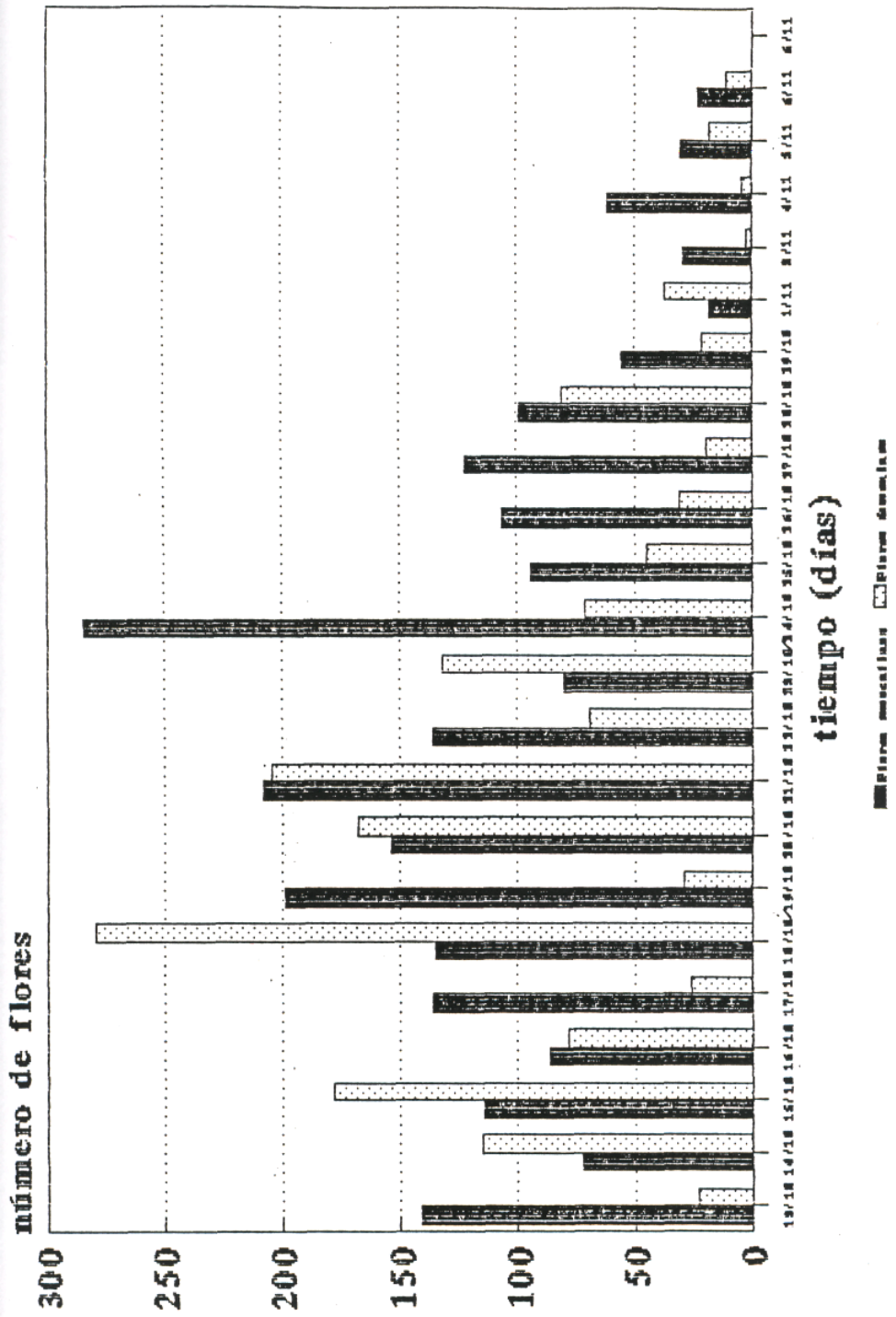


FIGURA 7. Número de flores masculinas y femeninas abiertas a las 13:00 hrs, palto cv. Fuerte Quillota, V región, 1992.

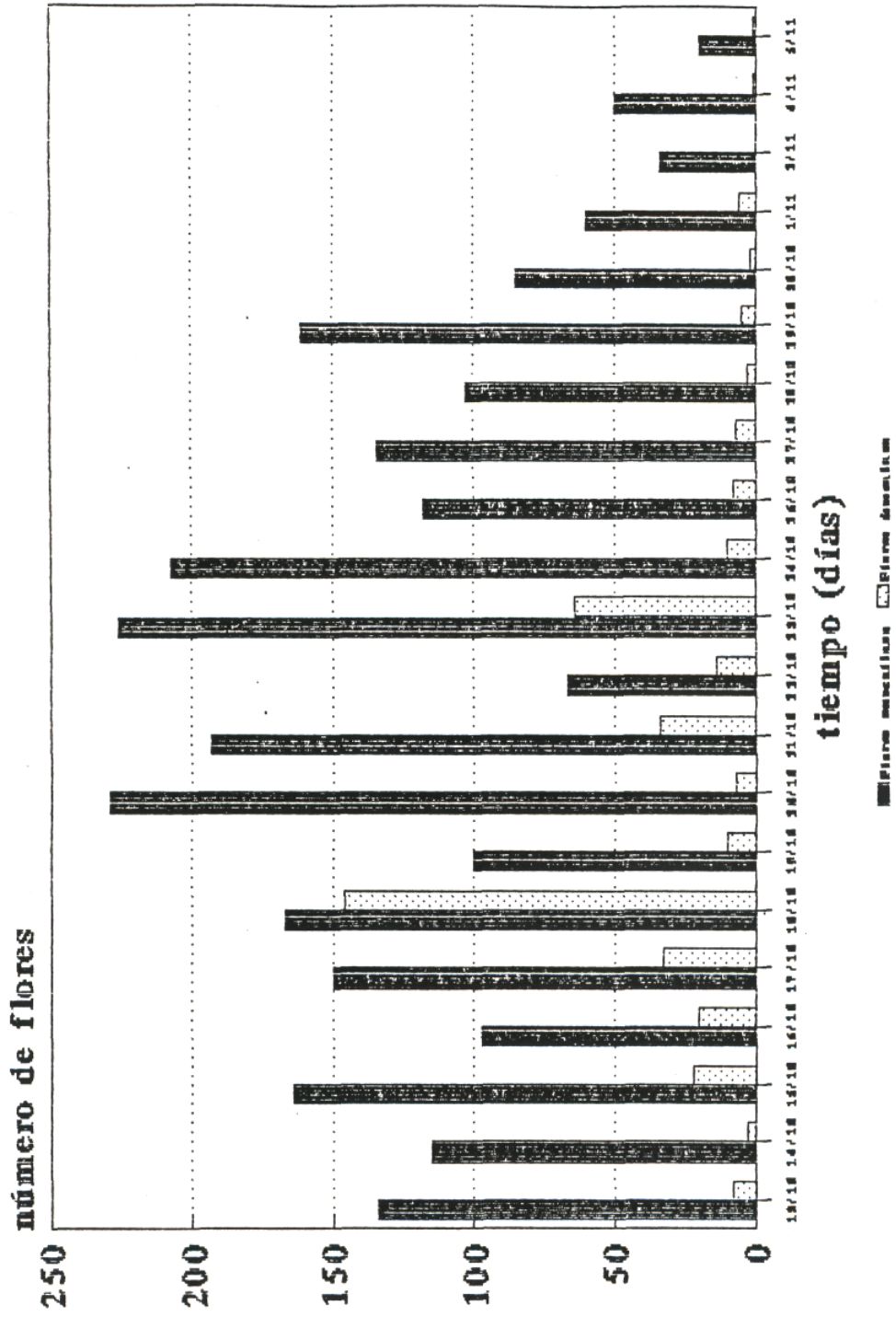


FIGURA 8. Número de flores masculinas y femeninas abiertas a las 17:00 hrs, palto cv. Fuerte Quillota, V región, 1992.

femeninas superara a las masculinas.

BRINGHURST (1952) señala que las flores al estado I aparecieron alrededor del mediodía durante períodos relativamente cálidos y hacia la tarde durante períodos relativamente fríos.

En la apertura de las 17:00 hrs (Figura 8), las flores masculinas superaron largamente a las femeninas, al representar las primeras un 86,6% sobre un total de 3018 flores abiertas (Anexo 5), mientras que las flores femeninas alcanzaron solamente aun 14% del total. Se debe señalar que a esta hora, en ningún día se dio el caso que las flores femeninas superaran a las masculinas, además esta fue la hora del día en que se encontró el mayor porcentaje de flores masculinas.

Este resultado es muy similar al obtenido por PALMA (1991), quien indica que en el cultivar Fuerte, en la tarde se presenta un 89,8% de flores masculinas y solamente el 10,2% restantes son flores femeninas.

STOUT (1932) señala que los paltos que presentan un patrón tipo B, se caracterizan por presentar flores que abren al estado I o femenino en la tarde de un día, para luego cerrar y abrir nuevamente al estado II o masculino

a la mañana del día siguiente.

Los datos obtenidos, reflejan claramente que el patrón tipo B no se cumple, dado que durante todo el día se encuentran flores abiertas en ambos estados. Además, el mayor número de flores masculinas se presenta en la tarde (17:00 hrs). Siendo que el patrón característico las presenta en la mañana. Las flores femeninas se concentraron hacia el mediodía, cuando por el contrario para aproximarse a un patrón tipo B, deberían haberse concentrado en la tarde.

Con el fin de determinar como afectan las temperaturas al estado sexual de la flor, se realizó una correlación de la temperatura máxima de la tarde anterior con el estado I y II en las diferentes horas del día. Se estableció también la correlación entre la temperatura mínima o nocturna con los diferentes estados florales en el transcurso del día.

CUADRO 1. Correlación entre el número de flores abiertas con temperaturas máxima y mínima

Condición	Temp. Máxima	Temp. Mínima
Femenino 09:00	0,1820	-0,0384
Masculino 09:00	-0,3294	0,4045
Femenino 13:00	-0,0603	0,2054
Masculino 13:00	-0,2315	0,2407
Femenino 17:00	0,1052	0,1624
Masculino 17:00	-0,1058	0,2908

Al observar el Cuadro 1, encontramos que todas las correlaciones resultan ser bajas, en base a ello habría una muy baja relación entre las temperaturas y la condición de las flores. En términos generales la correlación entre las temperaturas máximas y la condición floral resultaron negativas, mientras que la temperatura mínima presenta correlaciones positivas (exceptuando femenino a las 9:00 hrs) con las diferentes condiciones de apertura, por tanto, se podría esperar que mientras mayor sea la temperatura mínima, mayor cantidad de flores abrirán a cada estado a las diferentes horas del día.

Por otra parte, se observa que en aproximadamente en un 33% de los datos de temperatura máxima se superaron los 25°C. En el caso de las temperaturas mínimas, éstas superaron los 10°C solamente en un 37% de los datos, sin embargo, durante todo el periodo de floración nunca superaron los 12°C (Anexo 6). Además, sólo en un 12,8% de los días se observó que temperaturas mayores a 20°C en el día fueran seguidas por noches con temperaturas mayores a 10°C.

SEDGLEY (1977a y 1977b) señala que los paltos con patrón de comportamiento tipo B, presentan un ciclo característico, cuando la temperatura máxima no sea menor a 25°C y la temperatura mínima sea superior a 10°C. Además SEDGLEY (1987) indica que con bajas temperaturas, menos del 10% de las flores abren al estado femenino.

Cuando la temperatura máxima del día cae bajo 20°C y la temperatura mínima bajo 15°C, se interrumpen los ciclos florales de los cultivares tipo B. Las temperaturas óptimas para cultivares con este comportamiento, son 25°C como máxima diaria y más de 10°C como mínima nocturna (WHILEY et al., 1988). ZAMET (1990) establece que el cultivar Fuerte puede presentar buenas producciones a pesar de malas condiciones ambientales, si previamente ha

habido un periodo de 5 a 6 días al menos con temperaturas mínimas sobre 10°C.

Por otra parte, PALMA (1991) indica que probablemente las bajas temperaturas la hagan más que dispersar las flores femeninas en el tiempo, bajando los porcentajes de apertura durante el periodo, hecho que es concordante con los resultados aquí obtenidos.

Es posible esperar. que el comportamiento floral observado en el transcurso de este ensayo se deba por tanto, a las temperaturas que se presentaron en este período, las cuales generalmente fueron más bajas que las temperaturas óptimas señaladas, lo que provocaría un desorden en el ciclo de apertura floral. Esta misma causa fue señalada por PALMA (1991) en el cultivar Fuerte, y por HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993) en el cultivar Hass para la zona de Quillota, Chile.

La apertura floral a las 9:00 hrs, presentó un grado de traslape de flores al estado I con flores al estado II, en un 95,5% de los casos (Figura 6) durante el período observado. Un valor muy semejante para el traslape se encontró a las 17:00 hrs (Figura 8) donde en un 95,2% de los casos se presentó traslape floral. Mientras que a

las 13:00 hrs el traslape ocurrió en el 100% de los casos (Figura 7). Esta situación, se debe a que no se cumplió el ciclo normal de apertura, sino que las flores abrieron en forma desordenada a través del día, provocando la sobreposición de ambos estados florales.

La observación de traslape floral también ha sido descrita por muchos otros autores (BRINGHURST, 1952; HERNÁNDEZ, 1991: ISH-AM y EISIKOWITCH, 1991: PALMA, 1991: SEDGLEY y ANNELLS, 1981; SEDGLEY y GRANT, 1983).

.3.2 Comportamiento floral nocturno:

Trabajos anteriores realizados por HERNÁNDEZ (1991) y PALMA (1991) en esta misma estación experimental, han mostrado que el comportamiento floral es desordenado respecto a los patrones tipo A y B, y por tanto se optó por realizar observaciones nocturnas (22:00 y 02:00 hrs). STOUT (1932) señala que las flores en el transcurso de la noche se encuentran cerradas, en una situación intermedia entre los estados I y II, para un patrón de comportamiento típico A o B.

Las mediciones se realizaron durante la noche del 22 al

23 de octubre, 29 al 30 de octubre y 5 al 6 de noviembre, tanto el comportamiento previo como el posterior a estas noches fue evaluado.

En todas las observaciones realizadas en la noche, tanto a las 22:00 como a las 02:00 hrs, se encontró flores abiertas al estado femenino y al estado masculino.

Los resultados obtenidos de las evaluaciones nocturnas (Figuras 9, 10 y 11), muestran que a las 22:00 hrs se encontraba abierto un 4,2% de flores y a las 02:00 hrs se encontraba abierto un 4.1% de flores respecto del total. Debe considerarse que en las tardes previas (17:00 hrs) se encuentra un promedio de 6,5% de flores abiertas y a la mañana siguiente un promedio del 5,2% de las flores sobre el total estaban abiertas.

En cuanto al estado de las flores a las 22:00 hrs un 25,9% eran femeninas y el 72,7% restantes eran masculinas. La situación cambia a las 02:00 hrs, aumentando las flores al estado femenino a un 31,7% y las flores masculinas comprenden el 68,3% restante.

Es importante en el futuro seguir evaluando qué sucede

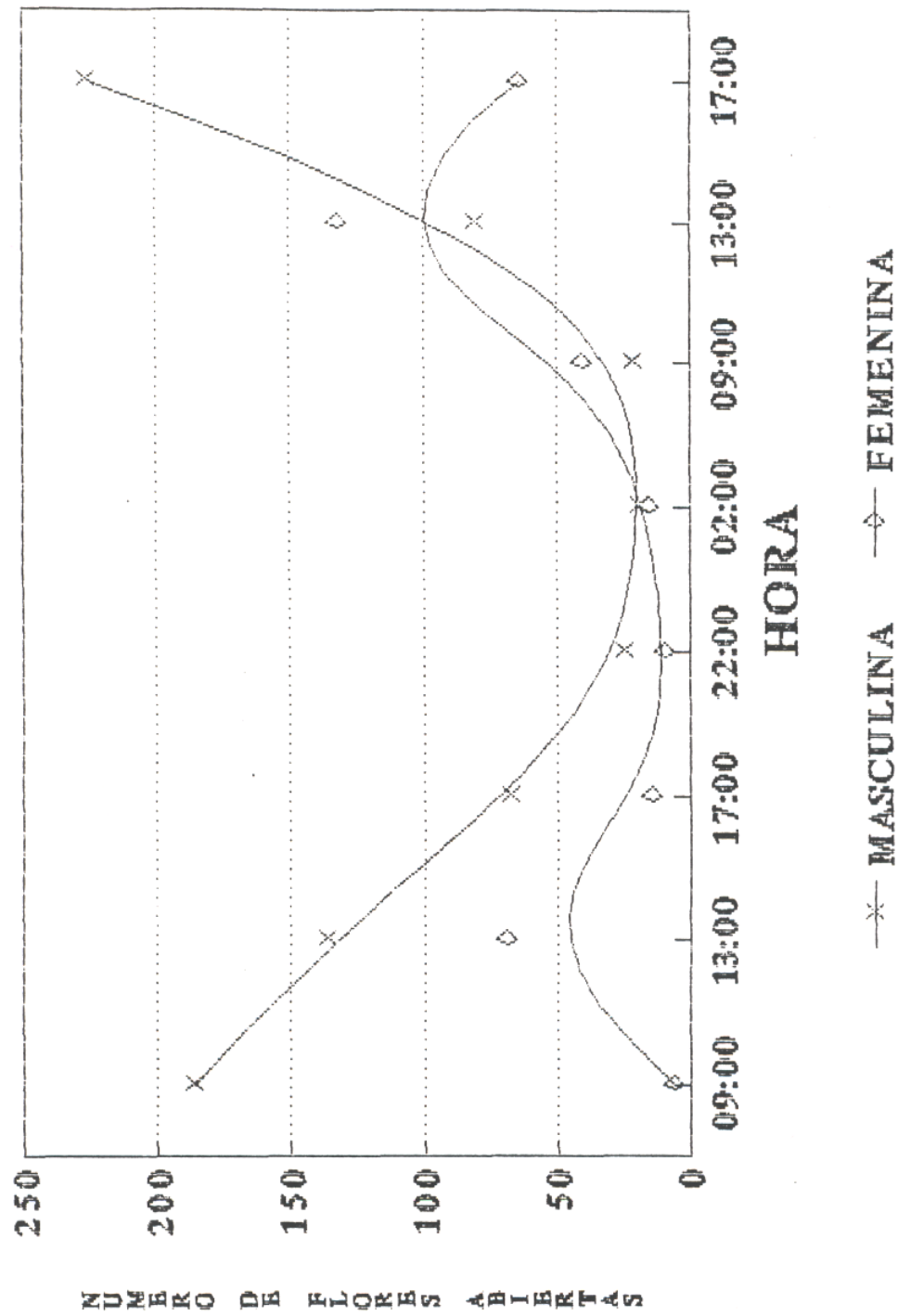


FIGURA 9. Número de flores abiertas masculinas y femeninas durante los días 22 y 23 de octubre, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

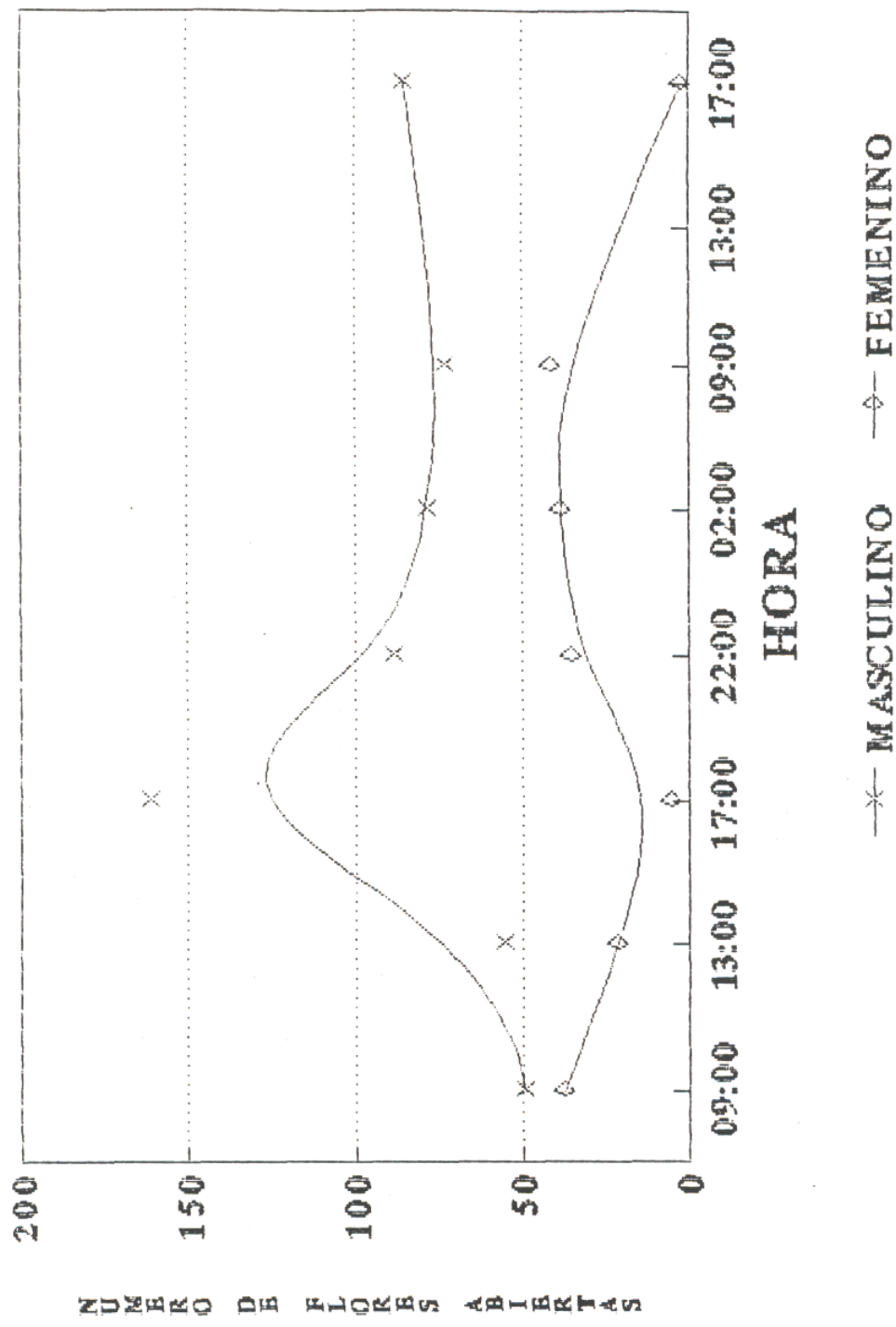


FIGURA 10. Número de flores abiertas masculinas y femeninas durante los días 29 y 30 de octubre, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

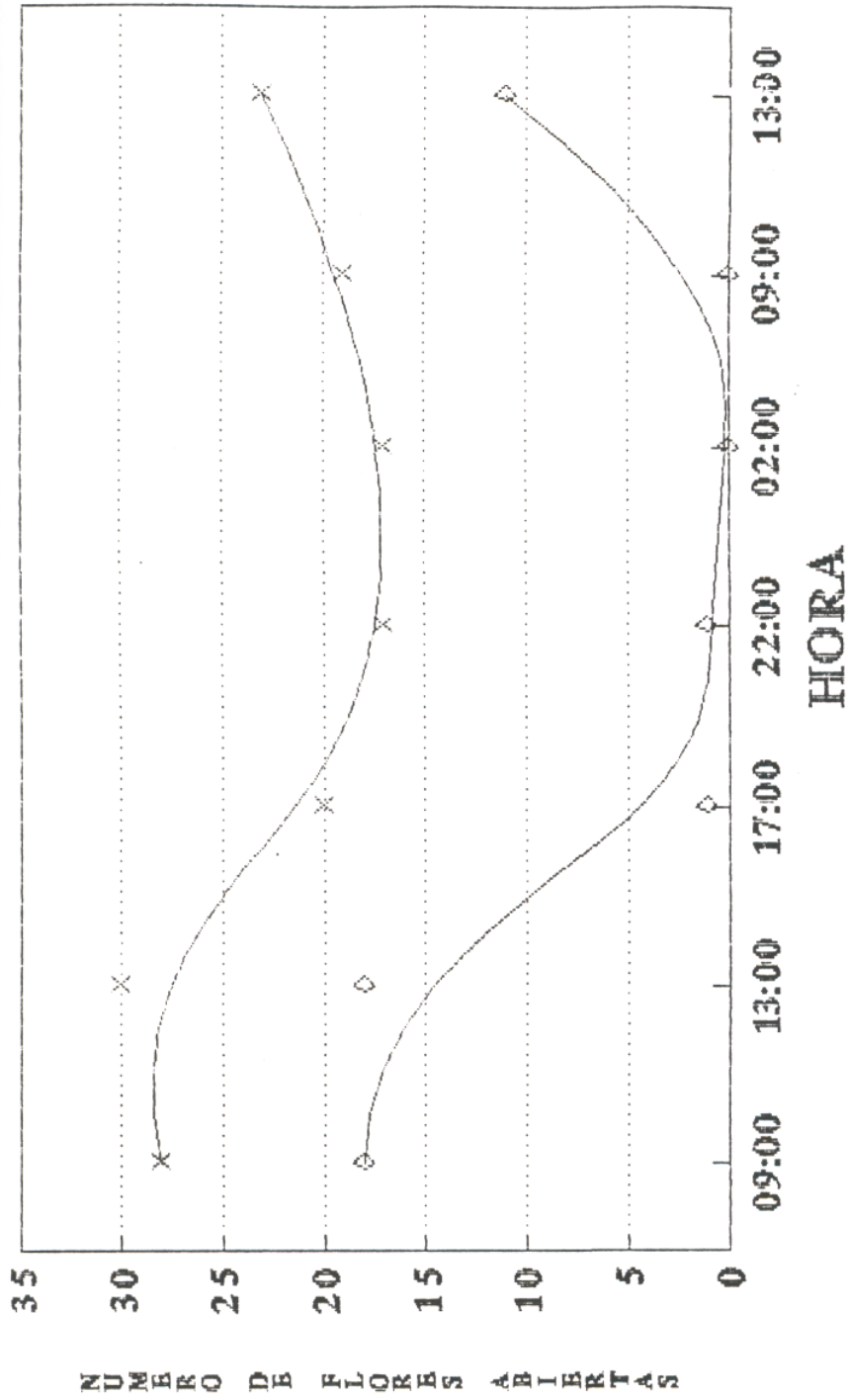


FIGURA 11. Número de flores abiertas masculinas y femeninas durante los días 5 y 6 de noviembre, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

con las flores en la noche, sobretodo en el período entre las 02:00 hrs y la mañana siguiente (09:00 hrs) , ya que se observa que las flores van en aumento en el transcurso de la noche y en este momento las abejas están inactivas, por tanto podría estarse afectando la polinización y cuaja de un importante número de flores.

Se estableció la correlación entre la apertura floral a las 22:00 hrs y 02:00 hrs (Cuadro 2) con la temperatura máxima del día previo y entre la temperatura mínima de la noche previa con la condición de apertura.

CUADRO 2. Correlación entre el número de flores abiertas en la noche y la temperatura máxima y mínima.

Condición de Apertura.	Temperatura Máxima.	Temperatura Mínima.
Masculino 22:00	0,8628	-0,4777
Femenino 22:00	0,9239	-0,3529
Masculino 02:00	0,8306	-0,5302
Femenino 02:00	0,9766	-0,1839

Las correlaciones obtenidas para las temperaturas máximas con las diferentes condiciones de apertura floral presentan un alto grado de asociación positiva en las dos horas medidas, y tanto para la condición femenina como masculina superaron el 80%, es decir, en la medida que aumente la temperatura máxima mayor será la cantidad de flores que se encuentren abiertas en la noche, tanto al estado I como al II.

Por otra parte, la correlación entre la temperatura mínima y la condición de apertura siempre resultaron negativas y más bien barias, cercanas al 50% o menos, por lo que no se puede establecer que la temperatura mínima sea un factor importante para determinar la apertura floral en la noche a cualquiera de los dos estados.

Además, la temperatura máxima en la tarde previa fue en promedio de 22,6°C y en un solo caso la temperatura fue levemente inferior a 20°C. Es por ello que los resultados aquí presentados no pueden ser tomados como una regla general, ya que debe observarse que sucede con las flores en la noche cuando las temperaturas máximas en la tarde previa se sitúan varios grados por debajo de los 20°C.

En forma similar TAPIA (1993) observó que flores del cultivar Hass se presentaban abiertas al estado I o II en el transcurso de la noche.

BRINGHURST 1952) y ISH-AM y EISIKOWITCH (1991) sugieren que las flores del palto podrían permanecer abiertas muchas horas, por tanto tendrían que permanecer abiertas en el transcurso de la noche.

Al trabajar con la variedad Hass, SEDGLEY y ANNELLS (1981) indican que bajo condiciones de 17°C en el día y 12°C en la noche (temperaturas consideradas bajas), las flores abrieron al estado femenino en la tarde y permanecieron abiertas toda la noche, para comenzar a cerrar a la mañana siguiente.

4.3.3 Ciclo típico de apertura floral:

Para establecer en detalle el comportamiento floral y los tiempos de duración a cada estado, se marcó un total de 69 flores. Sobre este total se observó que en un 10,1% de los casos las flores no abren a ninguno de los dos estados sexuales. En tanto, un 42% de las flores sólo abrieron al estado II o estado masculino. En suma solamente un 47,8% de las flores realizaron el ciclo

floral completo, es decir, abrieron tanto al estado I como al estado II.

Una situación similar, fue observada por TAPIA (1993) al estudiar la apertura floral del cultivar Hass, en la zona de Quillota. Chile. Además, SEDGLEY y GRANT (1983), trabajando con los cultivares tipo A Wurtz. Rincón, Reed y Jalna, observaron que en todos los casos hay algunas flores que omitieron la etapa femenina y abrieron sólo como masculinas. La proporción varió entre un 15% para Reed hasta un 46% en Jalna, siendo por tanto el comportamiento de este último muy similar al encontrado en este ensayo para Fuerte.

ISH-AM y EISIKOWITCH (1991) establecen que en días fríos las flores pistiladas de los cultivares tipo B permanecen semi abiertas por el período floral completo o aún está ausente la apertura a este estado. Por tanto, se puede esperar que bajo ciertas condiciones de bajas temperaturas, se explique que un alto porcentaje de las flores observadas hayan abierto sólo al estado II.

Todas las flores que fueron observadas abriendo al estado I o estado femenino, terminaron desarrollando un ciclo completo. Del 47.8% de flores observadas abriendo al

estado I (Figura 12), tocias se caracterizaron por abrir durante un corto periodo de tiempo, abriendo tan solo por 2 a 4 horas el 72,7% de ellas y el 27,3% restante abrió por un periodo levemente mayor que duró de 6 a 8 hrs. Del total de flores que abrieron al estado II (Figura 13), sólo un 16% abrió por un periodo corto que duró entre 2 a 4 horas, mientras tanto un porcentaje bastante más alto permaneció abierto al estado II por 20 a 24 horas. El tiempo más largo fue cercano a tres días, y lo realizaron el 6,5% de las flores.

Estos resultados revelan que el tiempo de apertura para el estado I o femenino es bastante más reducido, por lo general, que el tiempo que permanecen las flores abiertas al estado II o masculino, concordando plenamente con lo observado por PAPADEMETRIOU (1976) al estudiar el comportamiento de los paltos en Trinidad.

El periodo de tiempo entre el estado I y II, en el que la flor permanece cerrada, presentó una duración bastante variable (Figura 14), donde algunas flores permanecen cerradas por un período de tiempo relativamente corto, de 2 a 6 horas (12,1% de las flores sobre el total), mientras que otras flores (27,3%) permanecieron cerradas

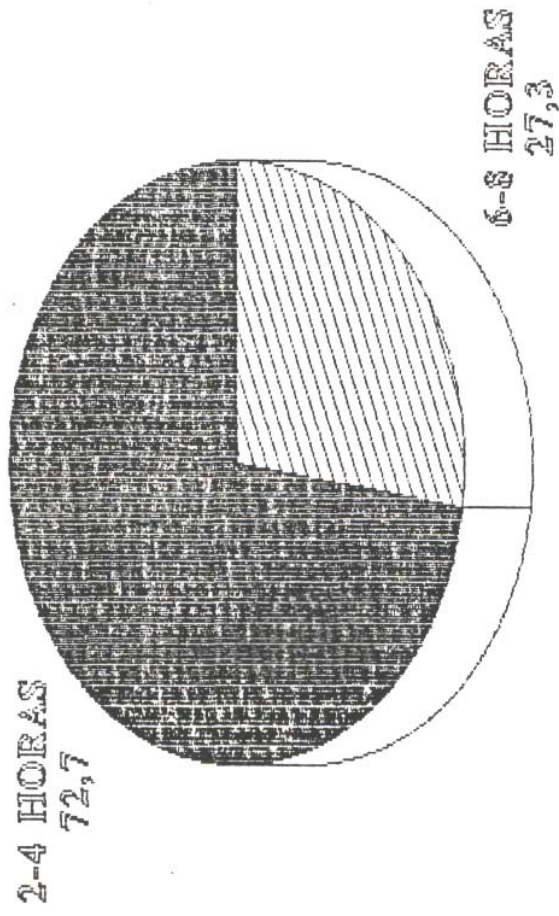


FIGURA 12. Porcentaje de flores según el tiempo que permanecen en estado I, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

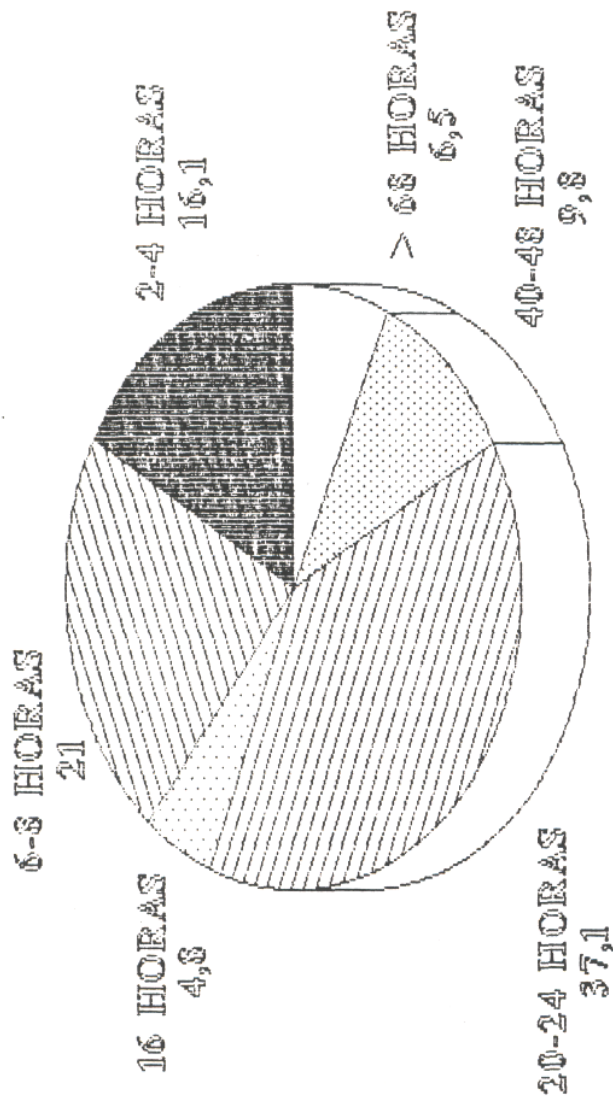


FIGURA 13. Porcentaje de flores según el tiempo que permanecen en estado II, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

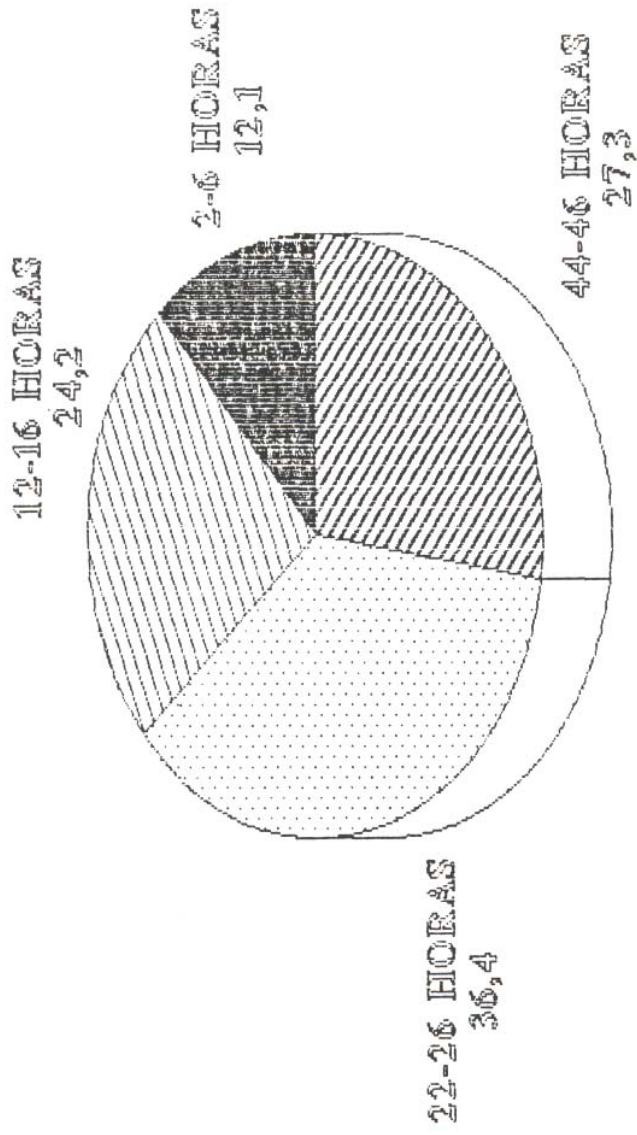


FIGURA 14. Porcentaje de flores según el tiempo que permanecen entre los estados I y II, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

por un espacio de tiempo bastante mayor, llegando a estar cerradas por casi dos días (44 a 46 horas) antes de abrir nuevamente.

Varios autores, entre los que cuentan BEKEY (1986):BRINGHURST (1952) ; SEDGLEY Y ANNELLS (1981): SEDGLEY (1985) y SEDGLEY y GRANT (1983) han observado que el tiempo que duran las flores cerradas entre el estado I y II, varía desde unas pocas horas hasta 2 a 3 días. Ellos han sido enfáticos en señalar que la duración del período entre el estado I y II estaría íntimamente relacionado a las temperaturas ambientales, donde temperaturas más bajas atrasarían la apertura floral al estado II.

El tiempo que toman las flores para realizar su ciclo completo, desde que abren por primera vez hasta que cierran para no abrir nuevamente, resultó ser muy variable. La variación en la duración del ciclo se puede observar en el Anexo 7. El tiempo mínimo tomado por una flor para desarrollar el ciclo completo fue aproximadamente de medio día (10 horas), mientras que la flor que se demoró más en desarrollar el ciclo completo lo realiza en 5 días aproximadamente (124 horas). El tiempo promedio tomado por todas las flores para

desarrollar el ciclo completo fue de 52,2 horas, lo que corresponde a algo más de dos días.

SEDGLEY y GRANT (1983) establecieron que el tiempo promedio del ciclo floral en los cultivares tipo B es: en Bacon de 72 hrs, en Ryan de 36 hrs y en Edranol, Sharwhill y Haszard de 24 hrs. En tanto SEDGLEY y ANNELLS (1981) encontraron que en el cultivar Hass, con temperaturas de 25°C diurna y 20°C nocturna, el largo del ciclo floral es de 36 hrs, mientras que con temperaturas más bajas (17°C diurna y 12°C nocturna) el largo del ciclo floral se extendió a 72 horas.

4.4 Aproximación fenológica floral:

Para determinar la curva de desarrollo floral se consideró el número de flores totales de las panículas. La curva se inicia en un valor alto (Figura 15), debido a que comenzaron a ser evaluadas cuando las panículas presentaban un grado de desarrollo casi completo.

La curva de desarrollo floral obtenida se extiende desde el 2 de octubre hasta el 12 de noviembre, el peak de la curva se encuentra entre el 6 y el 14 de octubre, con un

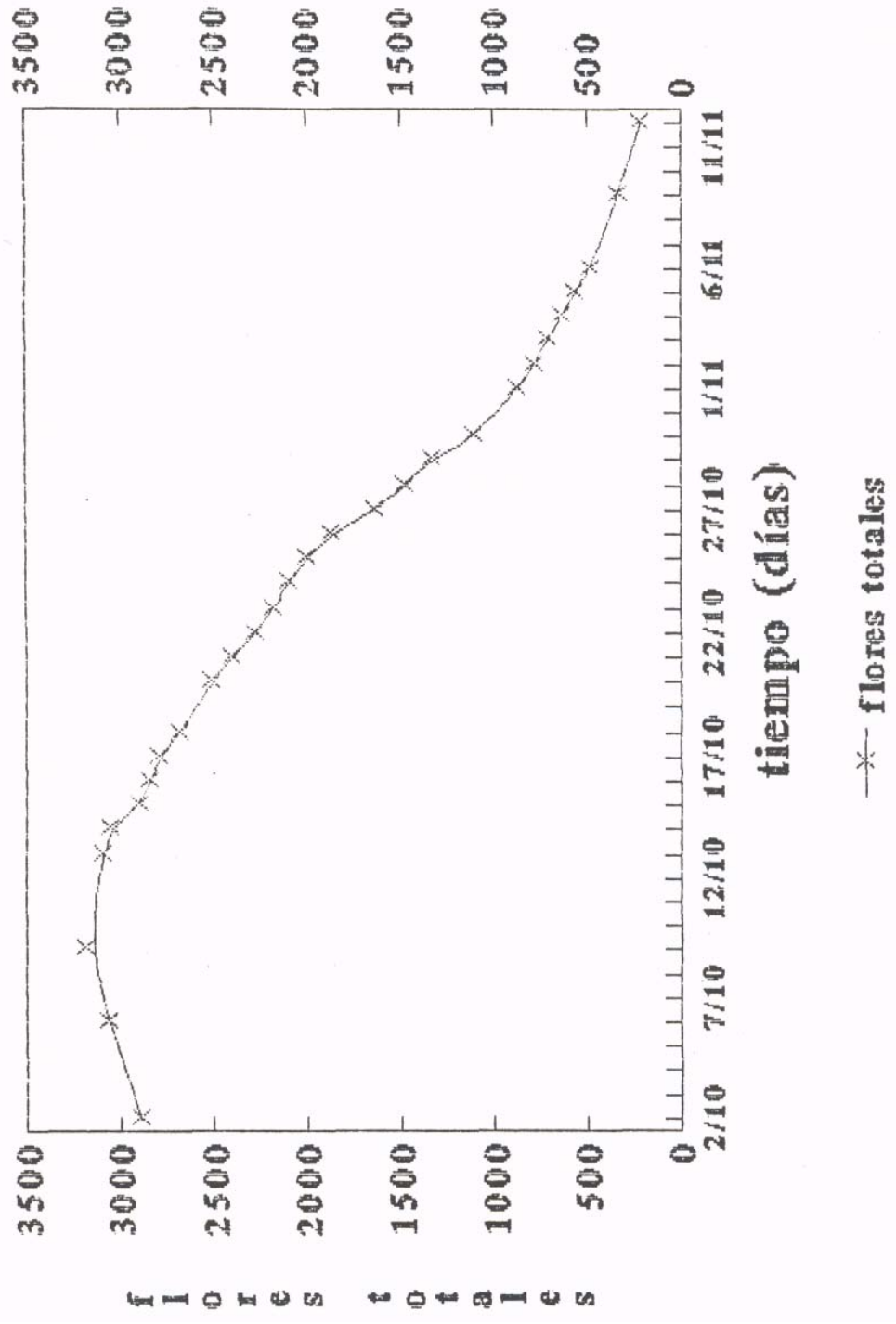


FIGURA 15. Total de flores, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

valor máximo de 3183 flores el 9 de octubre. Posterior al peak, la curva de desarrollo presenta una caída en forma constante, hasta llegar a termino a mediados de noviembre.

La curva de desarrollo floral ocurrió durante gran parte del primer flush de desarrollo vegetativo (Figura 16). Sin embargo, el peak de la curva de desarrollo floral ocurrió aproximadamente una semana antes que el flush vegetativo de primavera alcanzara su peak. En términos generales, estas observaciones fueron coincidentes con las descritas por PALMA (1991), al trabajar con el cultivar Fuerte, en esta misma estación experimental.

El proceso observado fue coincidente en los momentos fenológicos, pero desplazados en el tiempo con respecto a lo observado para el cultivar Fuerte por WHILEY et al., (1988) en Queensland, Australia, donde los procesos de floración y desarrollo vegetativo tuvieron lugar aproximadamente 1,5 meses antes. Seguramente, la diferencia en el tiempo para la ocurrencia de los eventos se debe a condiciones climáticas más cálidas en Queensland, que en Quillota, donde temperaturas adecuadas para gatillar los procesos fenológicos comienzan a presentarse desde fines de septiembre a principios de

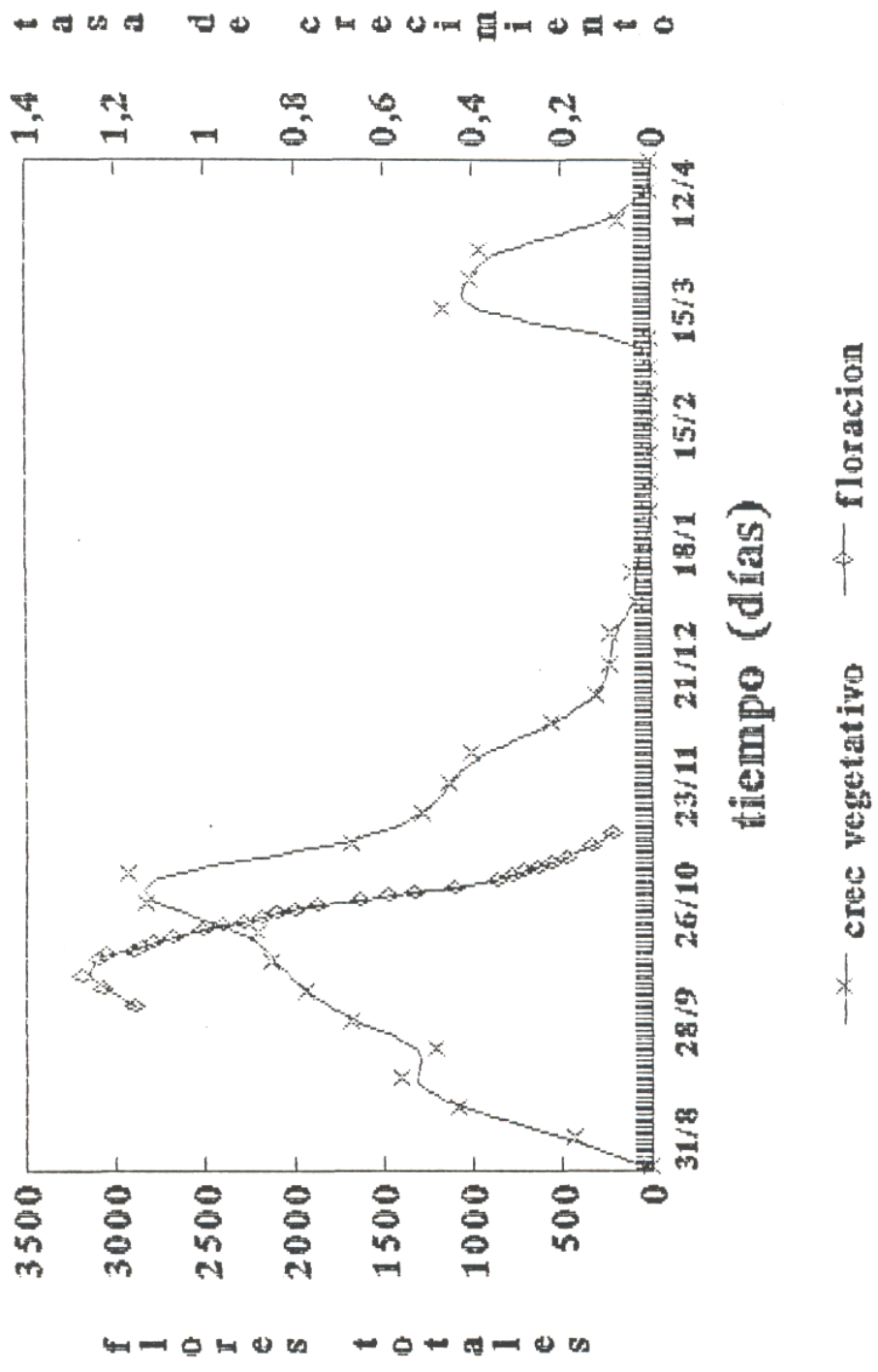


FIGURA 16. Ciclo de desarrollo floral y vegetativo palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

octubre.

Con el fin de tener más antecedentes acerca de la fenología floral, se observó la caída de flores a través de contenedores (Anexo 8), obteniéndose una curva de caída de flores entre el 19 de octubre y el 27 de noviembre. La curva presenta un peak a finales de octubre (Figura 17). La caída de flores, dura aproximadamente dos semanas más que la curva de floración.

Al comparar ambas curvas, se observa que la caída de flores presenta el peak aproximadamente dos semanas después de la curva de floración (Figura 18), además ésta termina dos semanas antes de la caída de flores. De lo anterior se puede desprender que las flores después de haber realizado su ciclo de apertura y antes de caer si no fueron cuajadas, permanecen en la planta por un tiempo aproximado de dos semanas.

4.5 Cuaja y caída de frutos:

La determinación de la cuaja de frutos se realizó en las mismas panículas donde se observó la floración. Por tanto, sobre un total de 3091 flores se determinó una cuaja inicial de 0.87% en el momento que llegó a haber

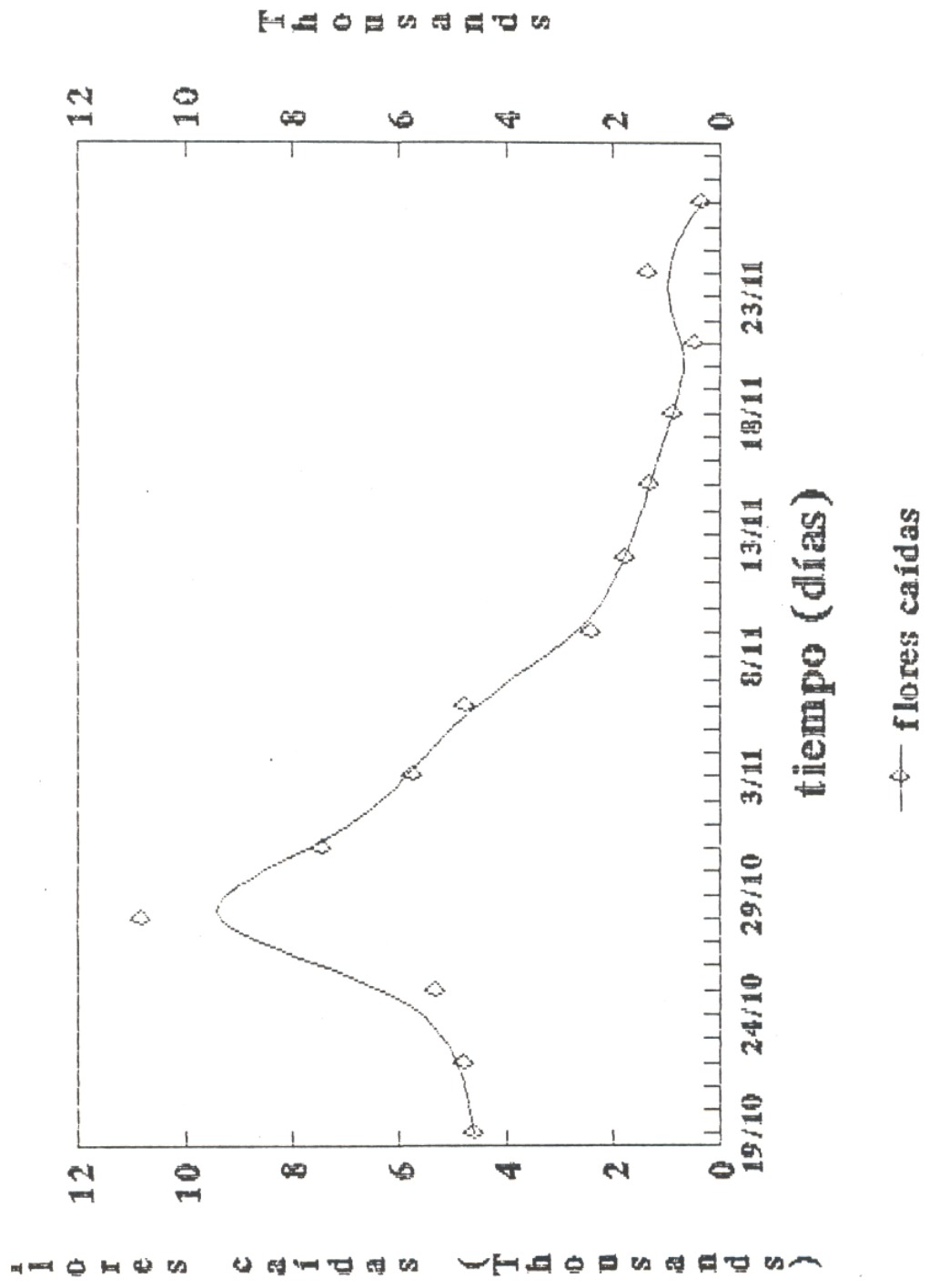
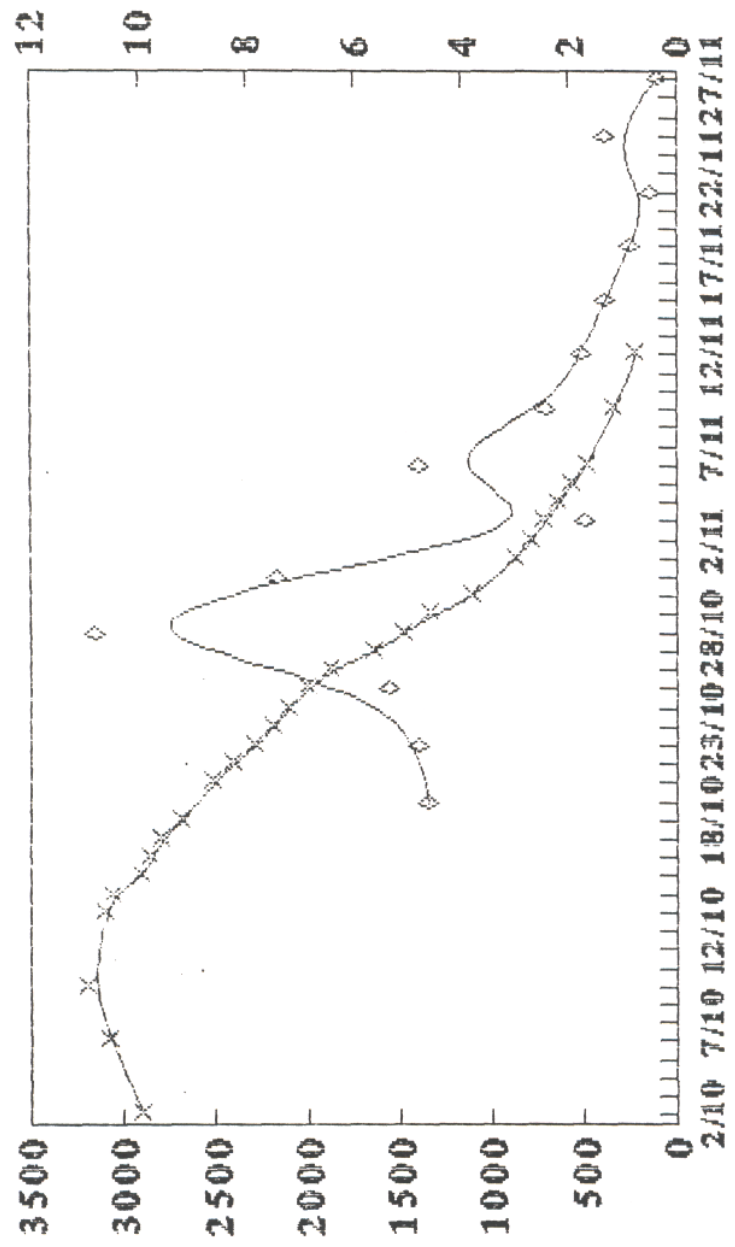


FIGURA 17. Caída de flores en contenedores, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

f l o r e s c a í d a s (T h o u s a n d s)



f l o r e s t o t a l e s

tiempo (días)

—x— flores totales —◇— flores caídas

FIGURA 18. Ciclo de desarrollo floral y caída de flores en contenedores, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992.

más frutos retenidos en las panículas (Anexo 9). Posteriormente, estos comenzaron a caer hasta llegar a cuatro frutos el 1 de febrero. Estos no fueron frutos verdaderos, ya que sólo formaron paltines.

Debido a lo anterior, si bien a nivel de huerto se pudo constatar una cuaja y producción normal en la temporada 1992-1993, no se pudo determinar cuaja final para el ensayo.

SEDGLEY (1979) señala que en el palto la penetración de los óvulos no significa necesariamente que se produzca la fertilización y cuaja consiguientes. Por otra parte, el porcentaje inicial cuajado decrece gradualmente durante las primeras 7 semanas. Después de este período sólo frutos que alcanzan la madurez permanecen en la planta.

SEDGLEY (1977a) y SEDGLEY y ANNELLS (1981) establecen que los procesos de cuaja estarían siendo afectados por las temperaturas ambientales, presentándose la mayor penetración de óvulos cuando hay temperaturas de 25°C en el día y 20°C en la noche. Temperaturas mas bajas (17/12°C diurna y nocturna, respectivamente) disturban el ciclo floral normal, retardando el crecimiento del tubo polínico y resultando en la falta de desarrollo del

embrión. Por otra parte, temperaturas más altas (33/2890 diurna y nocturna, respectivamente) reprimirían el desarrollo reproductivo en favor del crecimiento vegetativo, que se traduce en una reducción de las dimensiones de las partes florales y crecimiento anormal del tubo polínico, resultando en la abscisión de las flores y frutos jóvenes.

Otro factor que está afectando a la cuaja sería la deficiencia de boro en el pistilo, lo que estaría provocando el cese del crecimiento del tubo polínico (ÍCOETZER y ROBBERTSE, 1987).

La abscisión de frutos fue determinada por medio de contenedores bajo las plantas. Los primeros frutos comenzaron a caer dentro de la primera quincena de noviembre y continuaron cayendo hasta mediados de febrero (Anexo 10). Se obtuvo una curva de caída de frutos en base al número (Figura 19), en la cual se observa un peak claro de caída entre la segunda quincena de noviembre y la primera quincena de diciembre, posteriormente frutitos siguieron cayendo hasta el 22 de febrero sin mostrar un segundo peak de caída claro. Al realizar una curva de caída de frutos en base al peso (Figura 20), se observa la situación contraria, donde hay un peak claro de caída

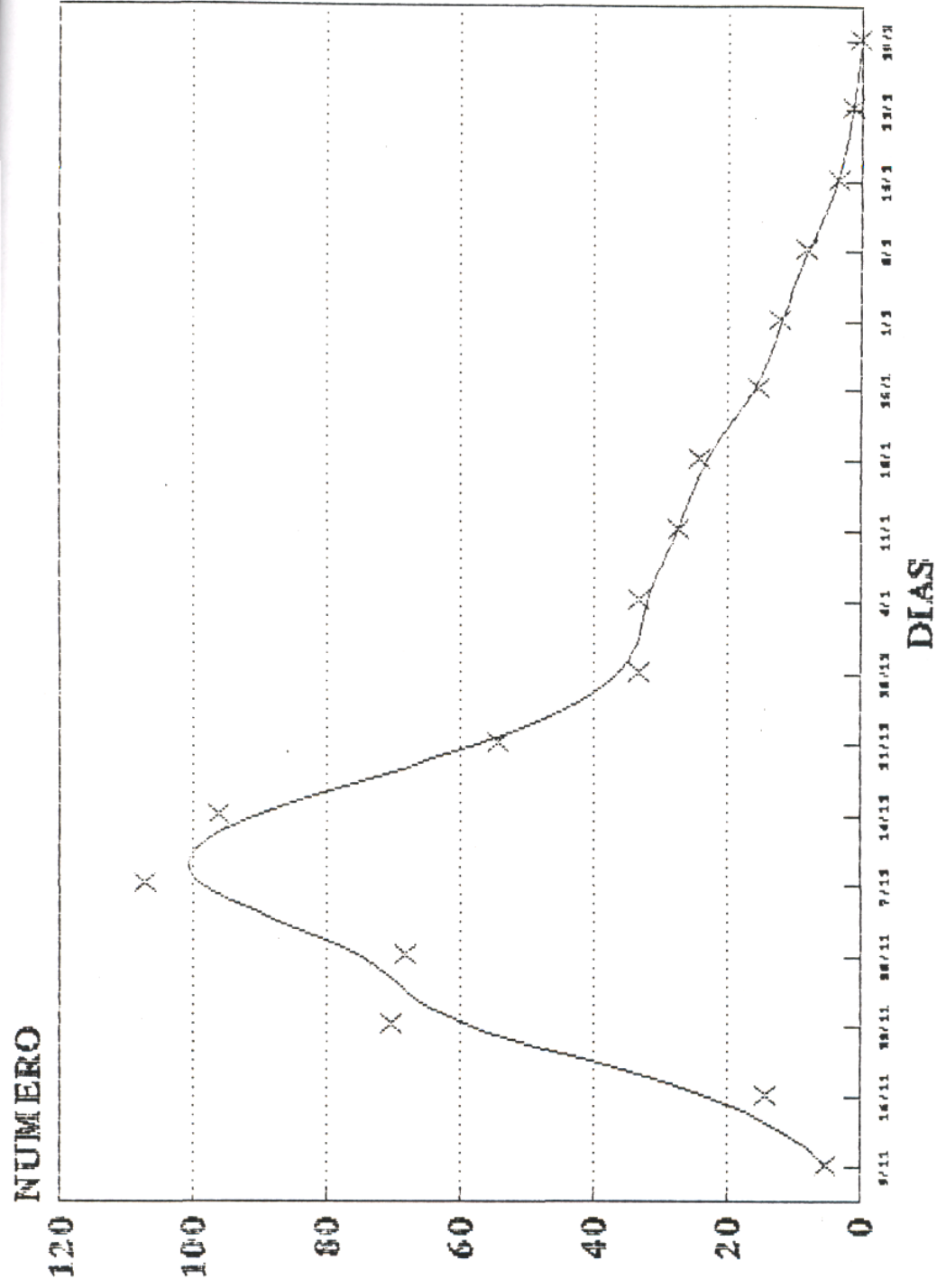


FIGURA 19. Caída de frutos (número) en contenedores, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

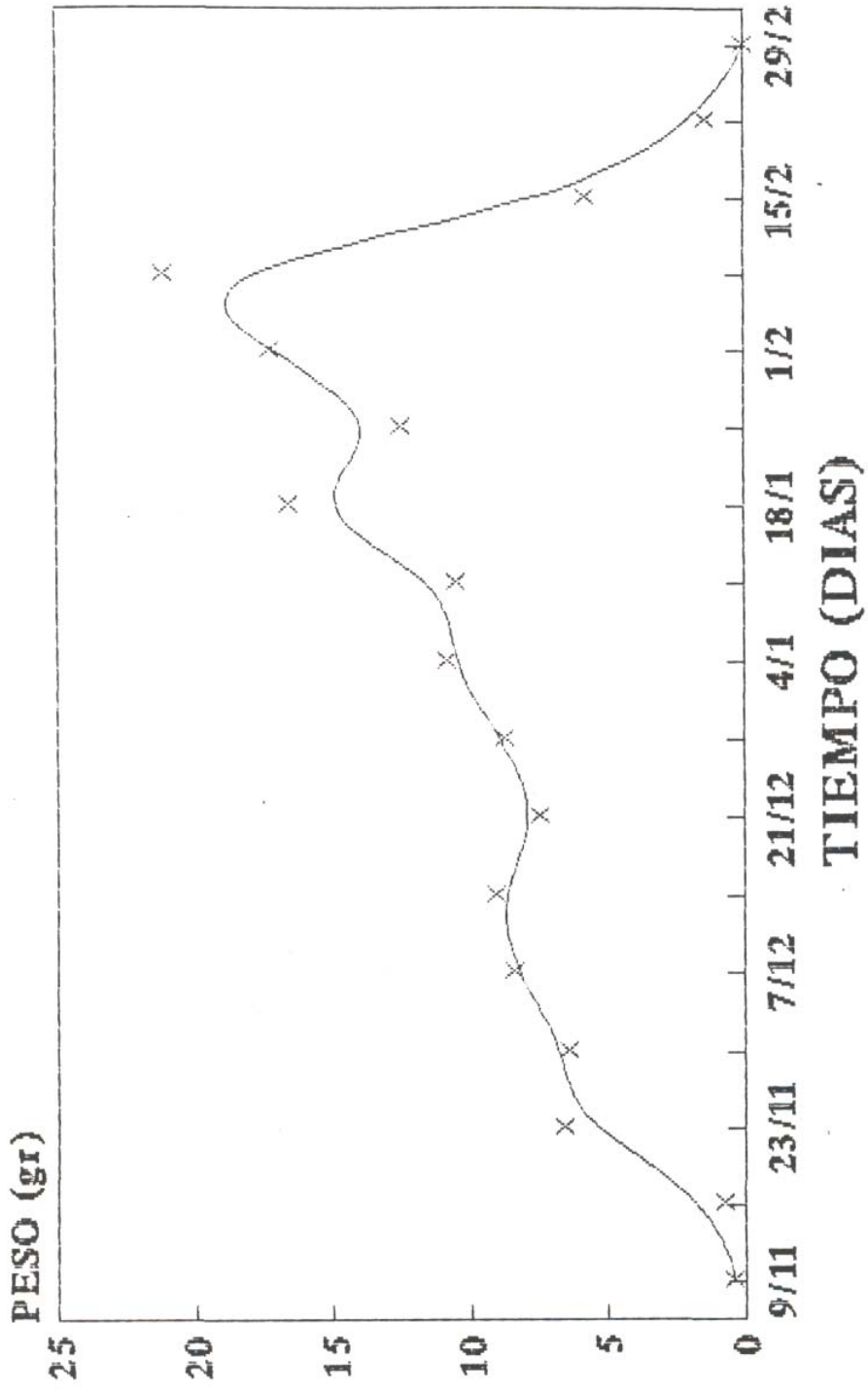


FIGURA 20. Caída de frutos (en peso) en contenedores, palto cv. Fuerte, Quillota, V región, 1992/1993.

la primera quincena de febrero sin observarse un peak durante los meses de noviembre y diciembre.

La situación anterior, se explica porque al principio cae gran número de frutos con muy poco peso total, mientras que al final cayeron muy pocos frutos pero de mayor peso, lo que provoca que las dos curvas presenten peak en fechas totalmente distintas. Por considerarse más representativo el número de frutos caídos, se usará esta curva al momento de esquematizar todos los eventos fenológicos.

En forma similar, HERNÁNDEZ (1991) señala que el cultivar Hass presenta solamente una caída de frutos. En cambio. PALMA (1991) y WHILEY et al. (1988), ambos trabajando con el cultivar Fuerte, difieren de este trabajo al señalar que en la fenología del palto existen dos peak claros de caída de frutos.

SEDGLEY (1980 y 1987) al estudiar la abscisión de frutos del palto establece que la mayoría de los frutos son abortados durante el mes siguiente de la antesis aunque alguna abscisión de frutos puede ocurrir a través del período de desarrollo del fruto. Además, no encontró ninguna razón anatómica para la alta proporción

de frutos abortados y sugiere que los efectos de la competencia pueden ser los responsables de la abscisión, ya que hay competencia no sólo entre frutos en desarrollo, sino que también entre los frutos y el flush vegetativo en crecimiento.

4. 6 Desarrollo de fruto:

El desarrollo de frutos normales no fue observado en las ramillas del ensayo, dado que dentro de las panículas marcadas sólo se obtuvieron cuatro paltines, los cuales se caracterizan por presentar un desarrollo anormal, siendo de una forma tal que parecen pepinillos.

PAPADEMETIOU (1976), observó frutos sin semillas, estableciendo que presentan una gran variación en el tamaño, pero por regla general estos son de tamaño más pequeño que los frutos semillados. Además, indica que algunos de estos frutos presentan semillas rudimentarias, que sugieren que el desarrollo inicial del embrión y el aborto ocurren en un estado tardío.

4 . 7 Determinación del modelo fenológico:

Es importante establecer un modelo fenológico, dado que

todos los procesos antes realizarlos no se presentan en la planta en forma independiente, sino que existe una fuerte interacción de todos ellos. La adecuada interacción de todos estos procesos, es la que en suma está determinando el éxito de la producción presente y futura de la planta.

En la Figura 21, se presenta la interrelación de todos los eventos fenológicos analizados. Se observa, que en todo momento existen eventos que están compitiendo entre si por los nutrientes y por el agua. En un principio se desarrolla una competencia entre la floración y el crecimiento del brote y el desarrollo inicial de los frutos. WOLSTENHOLME y WHILEY (1989) encontraron que las reservas de carbohidratos están en su máximo nivel a finales del invierno, pero los niveles de carbohidratos, particularmente el almidón, decaen rápidamente durante esta parte del ciclo fenológico debido a la alta demanda por los diferentes eventos. Por otra parte, WHILEY, CHAPMAN y SARANAH (1988) muestran que las estructuras florales contribuyen significativamente a las pérdidas de agua, aunque la tasa de pérdida de agua fue más alta en las hojas que en las estructuras florales en este período. WHILEY et al. (1988) señalan que el manejo hídrico del huerto durante la floración puede ser crítico

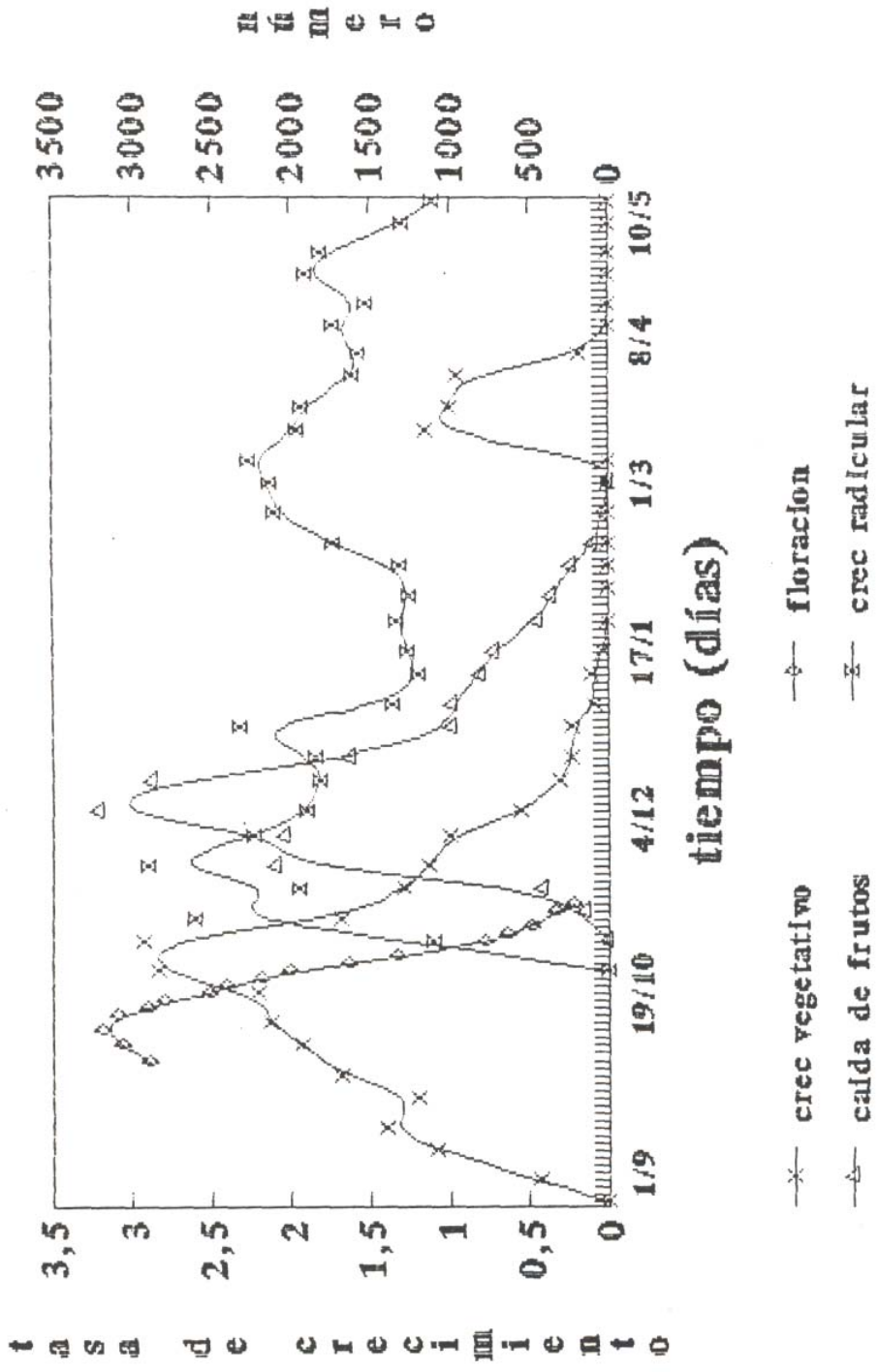


FIGURA 21. Aproximación al ciclo fenológico, palto cv. Fuerte, Quillota, V región. 1992/1993

para la cuaja, ya que cuando el agua es limitante, las panículas florales son las primeras en estresarse y pueden sufrir daño permanente.

De lo anterior, se establece que los mayores cuidados con el riego se deberán tener en este período y posteriormente durante todo el desarrollo del fruto, dado que existe una competencia por agua y nutrientes entre los frutos y de éstos con el crecimiento vegetativo. También se producirá durante el verano y el otoño, una fuerte competencia por fotosintatos, principalmente entre los frutos en desarrollo y las raíces con el segunda flush vegetativo.

Para un adecuado desarrollo, las plantas requieren también de nutrientes, los cuales en huertos industriales deben ser aplicados en el momento oportuno, es por ello que se debe considerar los diferentes eventos de la planta y principalmente el crecimiento radicular. Con la excepción del nitrógeno, los nutrientes esenciales para el crecimiento pueden ser aplicados al suelo en cualquier época del año sin temor de forzar la competencia. El nitrógeno debe ser en los meses de verano - otoño, después que la caída de frutos ha sucedido (WHILEY et al, 1988). Es por ello, que para las condiciones en este

ensayo determinadas, las aplicaciones de nitrógeno deberán realizarse en el cultivar Fuerte para la zona de Quillota, desde febrero hasta mediados de mayo, dado que existe una alta actividad radicular durante todo este período.

Es importante, para obtener buenas producciones tener plantas sanas. Para ello se debe prevenir el principal problema que presenta el palto en esta zona (Phytophthora cinnamomi) por medio de inyecciones al tronco con ácido fosforoso o aplicaciones de fungicidas al suelo. Según WHILEY et al. (1988) las inyecciones al tronco o aplicaciones al suelo de fungicidas deben aplicarse para proteger la principal actividad de crecimiento radicular tarde en primavera y verano. Donde hay alta presión de la enfermedad las inyecciones o las aplicaciones al suelo se hacen para proteger ambos flush de crecimiento. Donde la pudrición de raíces es un problema serio, puede ser adecuado un tratamiento en cada estación.

5. CONCLUSIONES.

Se pudo establecer para las condiciones de la estación experimental La Palma ubicada en Quillota, V región. Chile, la aproximación al ciclo fenológico del palto Persea americana Mill., cultivar Fuerte.

Fueron determinadas las curvas de desarrollo vegetativo, radicular en profundidad, el ciclo floral y la curva de caída de frutos.

El crecimiento vegetativo se caracterizó por presentar dos flush: el de primavera se extendió desde los últimos días de agosto hasta los primeros días de enero, alcanzándose el peak de crecimiento entre el 26 de octubre y el 2 de noviembre. Se presentó un segundo flush vegetativo (flush de otoño) de mucho menor intensidad que el primero, este flush presentó un peak entre el 15 y el 22 de marzo.

El crecimiento radicular en profundidad, se extendió desde los primeros días de noviembre hasta mediados de mayo, desarrollando dos flush claros de crecimiento. El primero de estos flush se extendió desde el 2 de noviembre hasta el 11 de enero, mientras que el segundo

flush ocurrió desde el 8 de febrero hasta el 1.7 de mayo.

La curva de desarrollo floral, tuvo BU máxima expresión el día 9 de octubre, de ahí en adelante fue decayendo en forma paulatina hasta mediados de noviembre. En cuanto a la caída de flores, presentó un peak a fines de octubre y su fin tuvo lugar cerca de dos semanas después de la curva de floración.

Solamente un peak de caída de frutos fue observado, el que tuvo lugar entre la segunda quincena de noviembre y la primera quincena de diciembre.

El patrón de dicogamia tipo B descrito para el cultivar Fuerte, no se cumple, registrándose la presencia de ambos estados sexuales durante todo el día. e incluso durante la noche. La mayor cantidad de flores femeninas se presenta en el mediodía (13:00 hrs), mientras que la mayor cantidad de flores masculinas se presenta en la tarde (17:00 hrs).

El porcentaje de flores que abrió en la noche, resulta ser nada despreciable cuando se le compara con la cantidad de flores que abren el día previo y posterior a las noches observadas.

Se determinó que sólo el 47,8% de las flores realizan el ciclo típico de apertura, abriendo a los dos estados sexuales. Un 42% de las flores, abren solamente al estado masculino, mientras que un 10% de flores nunca abrieron.

Fue establecido, que las flores abren al estado I por un tiempo menor que al estado II. En general, las flores permanecen abiertas al estado I por un período de 2 a 4 horas, mientras que el tiempo más frecuente para flores abriendo al estado masculino es de 20 a 24 horas.

El periodo en que las flores permanecen cerradas, entre el estado I y el estado II, fue bastante variable, cerrando algunas de ellas por unas pocas horas (2 a 4 horas) mientras que otras cerraron por cerca de 2 días (44 a 46 horas).

El cumplimiento del ciclo floral completo, se llevó a cabo en un promedio de 52,2 horas, es decir, las flores tomaron poco más de dos días desde que abrieron por primera vez hasta que cerraron para no abrir nuevamente.

La aproximación al ciclo fenológico, evidencia una clara interrelación entre todos los eventos, los que deben ser

siempre considerados al programar los diferentes manejos del huerto, con el fin de lograr cada día mejores producciones.

6. RESUMEN

La aproximación al ciclo fonológico del palto (Persea americana Mill.) cultivar Fuerte, se realizó bajo las condiciones de la Estación Experimental de La Palma, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, durante el período comprendido entre agosto de 1992 y mayo de 1993.

Para el experimento fueron usadas plantas del cultivar Fuerte de 17 años, desarrolladas sobre portainjerto de semilla mexícola. Con los datos obtenidos se realizó una curva fenológica para cada uno de los eventos, y una curva que integra todos los eventos fenológicos.

El crecimiento vegetativo mostró dos flush de desarrollo: el primero se extendió desde el 24 de agosto hasta el 4 de enero, siendo de mayor intensidad que el de otoño, el que se extiende desde el 8 de marzo hasta el 12 de abril. El crecimiento radicular también presentó dos flush, donde el primero tuvo lugar desde el 2 de noviembre hasta el 11 de enero, mientras el segundo ocurre desde el 8 de febrero hasta el 17 de mayo. Interrelacionando con estos eventos, se observó una curva de desarrollo floral que tuvo su máxima expresión el 9 de octubre. Por otra

parte, sólo un peak de caída de fruto se presenta, el que tiene lugar desde la tercera semana de noviembre hasta la segunda semana de diciembre.

El patrón de dicogamia protoginea tipo B no se cumple, encontrándose ambos estados sexuales en el transcurso del día e incluso en la noche. La mayor cantidad de flores femeninas se observa a las 13:00 horas y las masculinas a las 17:00 horas. La cantidad de flores que abren en la noche es considerable, si se compara con la cantidad de flores que abre el día previo y posterior.

Las flores abren al estado I por un tiempo mucho menor (en general 2 a 4 horas) que al estado masculino (20 a 24 horas en promedio). El tiempo que las flores permanecen cerradas entre los estados I y II es bastante variable, desde unas pocas horas hasta cerca de 2 días. El ciclo floral completo es realizado por las flores en un promedio de 52.2 horas.

7. LITTERATURA CITADA

- BEKEY. R. 1986. Pollination of avocado: some new insights with special reference to the "Hass" variety. California Avocado Society Yearbook 70:91-97.
- BERGH. B. 1969. Avocado. In: Ferwerda, F. and Witt, F. eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Netherlands, Landbouwhog school. pp.23-51.
- BESOAIN, X. 1990. Enfermedades del palto. Curso Internacional de Produccion, Postcosecha y Comercializacion de Paltas, 2-5 octubre de 1990, Viafia del Mar. Chile.
- BORYS, M.W. 1991. Formation of adventitious roots in decaying trunks of old Persea americana Mill, mexican race. California Avocado Society Yearbook pp 139-144.
- BRINGHURST. R.S. 1951. Influence of glasshouse conditions on flower behaviour of Hass and Anaheim avocados. California Avocado Society Yearbook pp.164-168.
- . 1952. Sexual reproduction in the avocado. California Avocado Growers, Association Yearbook pp.210-214.
- CAMEROON, S.H., MULLER, R.T. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36: 201-209.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. Mexico, Hispanoamericana. 675p.
- COETZER, L.A. and ROBERTSE. P.J. 1987. Pollination biology of Persea americana Fuerte. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 43-45.

- CULL, B.W. 1986. A phenological cycling approach to tree crop productivity research. *Acta Horticulturae* 175: 151-157.
- DAVENPORT, T.L. 1982. Avocado growth and development, *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95: 92-96.
- _. 1989. Pollen deposition on avocado stigmas in southern Florida. *Hortscience* 24(5): 844-845.
- EMBLETON, T. and JONES, W. 1966. Avocado and mango. In: Childers, N. ed. *Temperate to tropical fruit nutrition*. New Jersey, Rutgers. The State University, pp.51-76.
- ESPINOZA, A. 1991. Rentabilidad de una plantacion de paltos. *Revista de Desarrollo Agricola, Banco Osorno* 1: 9-13.
- FLORES-MESA, D., VITE-CISNEROS, P. and BORYS, M.W. 1988. Laterals distribution on the principal roots in avocado seedlings (*Persea americana* Mill.). *California Avocado Society Yearbook* pp.237-242.
- FUNDACION CHILE. 1991. Produccion mundial y avances en el manejo del cultivo de paltas. *Agroeconomico* 3: 15-20.
- . 1993. Manual del exportador hortofruticola: actualizacion. Santiago. Fundacion Chile. 48p.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. 201p.
- GREGORIOU, C. and KUMAR, D.R. 1982. Some aspects of shoot and root growth of avocado under lowland tropical conditions. *California Avocado Society Yearbook* 66: 127-129.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximacion al ciclo fenologico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Tesis Ing. Agr.* Quillota Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. 99p.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3era. ed. Barcelona, Aedos. 175p.

- ISH-AM. G. and ETSTKOWITCH, D. 1.991. New insight into avocado flowering in relation to its polinization. Avocado Society Yearbook pp. 125-137.
- LESLEY. J.W. and BRIHGHURGT, R.S. 1951. Enviromental conditions affecting pollination of avocado. California Avocado Society Yearbook pp.169-173.
- LOVATT, C.J. 1987. Stress. California Avocado Socle ty Yearbook 71: 251-255.
- . 1990. Factors affecting fruit set/early fruit, drop in avocado. California Avocado so_ ciety Yearbook 74: 193-199.
- MALO, S. 1986. El agiiacate. Agricultura de las Ameri cas, junio: 16-21.
- MARTINEZ, A.R. 1981. Proyecto de implementation de un sistema de riego tecnificado en la Estacion Ez perimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Catolica de Valpa- raiso, Facultad de Agronomia. 102p.
- NOVOA. R.. VTLASECA, R.. DEL CANTO, P., ROVANET, J-, SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa agrocli rnatico de Chile. Santiago, INIA. 221p.
- PALMA, A.R-. 1991. Aproximacion al ciclo fenologico del palto (Persea. americana Mill.) cv. Fuerte Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Catolica de Valparaiso. Facultad de Agronomia. 127p.
- PAPADEMETRIOU. M. 1974-75. Pollen tube growth in avo, cados. California Avocado Growers' Association Yearbook pp. 99-102.
- . 1976. Some aspects of the flowers behaviour- pollination and fruit set of avocado (persea a mericana Mill.) in Trinidad. California Avoca- do Growers' Association Yearbook pp. 106-152.
- PARODI. L.R. 1959. Enciclopedia argentina de agricul tura y jardineria: Descripcion de las Plantas Cultivadas. Buenos Aires, Acme. 3S5p.(Vol.1).

- PICCONE, M.F., WHILEY, A.W. and PEGG, K.G. 1987. Trunk injection. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. (Report NQ5).
- PLOETZ, R.C., RAMOS, J.L., PARRADO, J.L. and SHEPARD, E.S. 1991. Shoot and root growth cycles of a vocado in south Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104: 21-24.
- RODRIGUEZ, F. 1982. El aguacate. Mexico. AGT. 167p.
- SAAGA Research and technical committee. 1990. Fertilisation guidelines for high yields and good fruit quality in avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook 13: 8-10.
- SANDOVAL, H.J. y BORYS, M.W. 1984. Distribucion de raíces del aguacatero *Persea americana* Mill., en el area de influencia del volcan Paricutin. Revista Chapingo 9(45/46): 61-69.
- SCHOLEFIELD, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia y mango. Scientia Horticulturae 16: 263-272
- , SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.McE. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25: 99-110.
- SCHROEDER, C.A. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook pp. 39-40.
- 1951. Flower bud development in the avocado. California Avocado Society Yearbook pp.159-163.
- SEDGLEY, M. 1977a. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in avocado. Journal of Horticultural Science 52: 135-141.
- 1977b. Reduced pollen tube growth and the presence of callose in the pistil of the male floral stage of the avocado. Scientia Horticulturae 7: 27-36.

- . 1979. Light microscope study of pollen tube growth, fertilisation and early embryo and endosperm development in the avocado varieties Fuerte and Hass. *Annals of Botany* 44: 353-359.
- . 1980. Anatomical investigation of abscisic acid in avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* 46: 771-777.
- and ANNELLS, C. M. 1981. Flowering and fruit set response to temperature in the avocado cv. Hass. *Scientia Horticulturae* 14: 27-33.
- and GRANT, W.J.R. 1983. Effect of low temperature during flowering on floral cycle and post-floral growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.
- _____ . 1985. Some effects of day length and flower manipulation on the floral cycle of two cultivars of avocado (*Persea americana* Mill, Laura ceae). A species showing protogynous dioecy. *Journal of Experimental Botany* 36: 823-832.
- , SCHOLEFIELD, P.B. and ALEXANDER, D. M. 1985. Inhibition of flowering of Mexican and Guatemalan type avocados under tropical conditions. *Scientia Horticulturae* 25(1): 21-30.
- . 1987. Flowering, pollination and fruit set of avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 10: 42-43.
- STOUT, A.B. 1932. Sex in avocados pollination. *California Avocado Grower's Association Yearbook* pp.172-173.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota.. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 143p.
- WHILEY, A.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and FORSBERG, L. I. 1986. The control of *Phytophthora* root rot of avocado with fungicides and effect of this disease on the water relations, yield and ring neck. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26: 249-253.

- , PEGG, K. G. , SARANAH, J. B. and LANGDON, P. W.
1987. Influence of the Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture 27: 173-177.
- and WINSTON, E.G. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 45-47.
- . CHAPMAN, K.R. and SARANAH, J.B. 1988. Water loss by floral structures of avocado (*Persea ajmerjxiana* Mill. cv. Fuerte) during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39: 457-467.
- , SARANAH, J.B., CULL, B.W. and PEGG, K.G.
1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal 1.1.4: 29-36.
- and WOLSTEMHOLME, B.N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers' Association Yearbook 13: 25-27.
- . 1990a. Interpretation de la fenologia y fisiologia del palto para obtener mayores producciones. Curso internacional de produccion. Post cosecha y comercializacion de paltas, 2-5 Octubre de 1990. Vina del Mar, Chile.
- . 1990b. Nutricion. una herramienta estrategica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto. Curso internacional de produccion. Post cosecha y comercializacion de paltas, 2-5 Octubre de 1990, Vina del Mar, Chile.
- . 1990c. Manejo integrado de la pudricion de raices causada por *Phytophthora* en paltos. Curso internacional de produccion. Post cosecha y comercializacion de paltas. 2-5 Octubre de 1990. Vina del Mar, Chile.

WOLSTENHOLME, B.N., HOFMAN, P.J., CUTTING, J.G. and
LLSHMAN, A.W. 1985. Theoretical and practical
implications of plant growth substance trends
in developing "Fuerte" avocado fruits. South
African Avocado Growers' Association Yearbook
8: 92-96.

--. 1987. Theoretical and applied aspects of avo_
carlo yield as affected by energy budgets and
carbon partitioning. California Avocado Gro.
wers' Association Yearbook 10: 58-61.

and WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phe_
nological cycling as management tools for avoca
do orchards. South African Avocado growers'
Association Yearbook 12: 33-37.

and WHILEY, A.W. 1990. Carbohydrate manage,
ment in avocado trees for increased production.
South African Avocado Growers' Association Year

ZAMET, D.M. 1990. The effect of minimum temperature
on avocado yields. California Avocado Society
Yearbook pp.247-255.

A N E X O S

ANEXO 1. Tasa de crecimiento promedio en centímetros. de brotes, de palto cv. Fuerte, Quillota 1992/1993.

Fecha	Tasa promedio (cm)
24/08/92	0.00
31/08/92	0.17
07/09/92	0.43
14/09/92	0.56
21/09/92	0.48
28/09/92	0.67
05/10/92	0.77
12/10/92	0.85
19/10/92	0.88
26/10/92	1.13
02/11/92	1.17
09/11/92	0.67
16/11/92	0.51
23/11/92	0.45
30/11/92	0.40
07/12/92	0.22
14/12/92	0.12
21/12/92	0.09
28/12/92	0.09
04/01/93	0.03
11/01/93	0.04
18/01/93	0.01
25/01/93	0.00
01/02/93	0.00
08/02/93	0.00
15/02/93	0.00
22/02/93	0.00
01/03/93	0.00
08/03/93	0.00
15/03/93	0.46
22/03/93	0.40
29/03/93	0.38
05/04/93	0.07
12/04/93	0.00

ANEXO 2. Temperatura maxima y minima ambiente promedio mensual, Quillota, V Region, 1992/1993.

Mes	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Agosto	17.0	5.4
Septiembre	18.5	7.2
Octubre	21.7	8.1
Noviembre	23.6	9.8
Diciembre	26.6	9.8
Enero	27.4	11.6
Febrero	25.4	12.8
Marzo	25.5	10.9
Abril	21.5	10.6
Mayo	18.1	***

*** No se regist.ro la temperatura minima en el mes de mayo en la Estacion Experimental La Palma.

AMEXO 3. Numero promedio de raicillas superficiales.
palto cv. Fuerte, Quillota, 1992/1993.

Fecha	Malla rushell
07/10/92	3.70
12/11/92	6.00
04/12/92	11.70
16/12/92	4.70
28/12/92	9.70
11/01/93	9.00
25/01/93	5.70
08/02/93	5.30
22/02/93	6.70
08/03/93	10.70
22/03/93	11.70
05/04/93	6.70
19/04/93	20.70
03/05/93	19.00
17/05/93	12.70

ANEXO 4. Tasa de crecimiento radicular en profundidad,
en centímetros, de palto cv. Fuerte, Quillota
1992/1993.

Fecha	Tasa promedio (cm)
02/11/92	1.10
09/11/92	2.60
16/11/92	1.95
23/11/92	2.90
30/11/92	2.23
07/12/92	1.90
14/12/92	1.81
21/12/92	1.84
28/12/92	2.32
04/01/93	1.36
11/01/93	1.20
18/01/93	1.26
25/01/93	1.33
01/02/93	1.25
08/02/93	1.31
15/02/93	1.73
22/02/93	2.10
01/03/93	2.13
08/03/93	2.26
15/03/93	1.96
22/03/93	1.93
29/03/93	1.61
05/04/93	1.57
12/04/93	1.73
19/04/93	1.52
26/04/93	1.90
03/05/93	1.80
10/05/93	1.29
17/05/93	1.10

ANEXO 5. Porcentaje de flores abiertas totales y
abiertas femeninas y masculinas, palto cv
Fuerte, Quillota, V Region, 1992.

Fecha	Flores		Totales
	Masc.	Fem.	
13/10/92	401	38	439
14/10/92	223	262	485
15/10/92	346	285	631
16/10/92	341	114	455
17/10/92	314	186	500
18/10/92	426	578	1004
19/10/92	299	39	338
20/10/92	458	241	694
21/10/92	592	313	905
22/10/92	389	89	478
23/10/92	327	536	863
24/10/92	774	98	872
25/10/92	231	47	278
26/10/92	309	47	356
27/10/92	298	96	394
28/10/92	286	172	458
29/10/92	265	63	328
30/10/92	158	43	201
01/11/92	94	83	177
02/11/92	58	9	67
03/11/92	84	3	87
04/11/92	138	10	148
05/11/92	78	37	115
06/11/92	42	11	53

ANEXO 6. Temperatura máxima del día anterior y mínima nocturna, en °C, en los meses de septiembre, octubre, y noviembre, Quillota 1992.

Septiembre

Octubre

Día	Temp. máxima	Temp. mínima	Día	Temp. máxima	Temp. mínima
15	17.2	11.8	01	14.6	10.0
16	15.2	10.6	02	19.0	4.0
17	13.8	3.2	03	22.0	9.0
18	18.6	5.0	04	20.8	9.6
19	20.6	5.6	05	17.0	8.9
20	23.0	6.8	06	22.0	5.0
21	23.0	3.2	07	24.0	11.0
22	19.8	2.0	08	24.8	6.0
23	19.8	2.4	09	27.0	7.0
24	21.4	6.8	10	24.0	12.8
25	18.0	3.6	11	23.8	6.0
26	23.4	5.4	12	22.0	7.0
27	25.6	6.2	13	28.0	10.2
28	23.2	10.0	14	21.0	12.2
29	13.8	11.2	15	14.0	12.0
30	13.4	10.6	16	19.0	11.0
			17	25.0	5.2
			18	26.0	7.6
			19	17.0	8.6
			20	24.0	5.0
			21	24.0	6.0
			22	20.0	11.0
			23	23.0	10.8
			24	17.0	11.8
			25	17.6	10.4
			26	20.0	5.8
			27	27.0	6.2
			28	23.0	4.0
			29	26.0	5.4
			30	26.0	5.6
			31	28.0	5.0

Noviembre

Día	Temp. máxima	Temp. mínima
01	26.0	6.0
02	21.0	7.8
03	20.0	3.0
04	25.8	5.0
05	27.0	5.8
06	18.8	10.4
07	17.0	9.4
08	20.0	10.0
09	21.0	11.6
10	19.0	12.4
11	21.8	9.6
12	23.2	9.8
13	28.6	10.6
14	24.2	10.4
15	28.0	9.4
16	30.4	9.6
17	24.4	12.2
18	17.2	13.4
19	19.0	15.2
20	24.6	10.6
21	27.8	10.0
22	27.6	7.6
23	20.8	11.6
24	21.8	9.2
25	22.0	7.8
26	22.0	13.4
27	20.2	8.2
28	25.6	8.4
29	25.8	9.0
30	31.6	10.6

ANEXO 7. Ciclo de apertura de las flores de palto cv
Fuerte. Quillota 1992.

Tiempo (hr) del ciclo total de apertura

Porcentaje de flores	Duración (hr)
12.1	2 a 6
24.2	12 a 16
36.4	22 a 26
27.3	44 a 46

ANEXO 8. Número de flores caídas
en contenedores de palto cv.
Fuerte, Quillota, V Region,
1992.

Fecha	Número de flores
19/10/92	4618
22/10/92	4802
25/10/92	5331
28/10/92	10815
31/10/92	7436
03/11/92	5749
06/11/92	4777
09/11/92	2408
12/11/92	1765
05/11/92	1321
18/11/92	863
21/11/92	469
24/11/92	1330
27/11/92	347

ANEXO 9. Total de frutos que permanecen en las ramillas
palto cv. Puerto, Quillota 1992/1993.

Fecha	Número
02/11/92	6
09/11/92	11
16/11/92	18
23/11/92	21
30/11/92	27
07/12/92	22
14/12/92	16
21/12/92	14
28/12/92	14
04/01/93	12
11/01/93	7
18/01/93	5
25/01/93	5
01/02/93	4
08/02/93	4
15/02/93	4
22/02/93	4
01/03/93	4
08/03/93	4
15/03/93	4
22/03/93	4
29/03/93	4
06/04/93	4
13/04/93	4
19/04/93	4
26/04/93	4
03/05/93	4
10/05/93	4
17/05/93	4

ANEXO 10. Numero v peso total de frutos caídos en contenedores bajo la canopia, palto cv. Fuerte, Quillota 1992/1993.

Fecha	Número	Peso total
09/11/92	5	0.3809
16/11/92	14	0.6947
23/11/92	70	6.5488
30/12/92	68	6.4126
07/12/92	107	8.3825
14/12/92	96	9.0293
21/12/92	54	7.4357
28/12/92	33	8.7370
04/01/93	33	10.8321
11/01/93	27	10.4899
28/01/93	24	16.5582
25/01/93	15	12.4681
01/02/93	12	17.2058
08/02/93	8	21.1068
15/02/93	3	5.7193
22/02/93	1	1.3400
01/03/93	0	0.0000