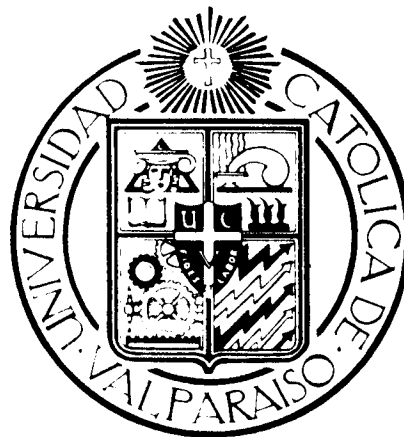


UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE HORTICULTURA



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

FRANCISCO DE PAULA HERNANDEZ GONZALEZ
QUILLOTA CHILE

1991

INDICE DE MATERIAS

	Pag
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Introducción	3
2.2. Distribución y mercado internacional	4
2.3. Exportaciones chilenas	5
2.4. Mercado interno	7
2.5. Fisiología del árbol	8
2.5.1. Sistema radicular	9
2.5.2. Sistema vegetativo	12
2.5.3. Sistema reproductivo	14
2.6. Ciclo fenológico	26
2.7. Requerimientos hídricos	31
2.8. Fertilización	32
2.9. Control de enfermedades	36
3. MATERIAL Y METODO	39
3.1. Ubicación	39
3.2. Definición del área del proyecto	39
3.2.1. Clima	39
3.2.2. Suelo	41
3.2.3. Agua	42
3.3. Material vegetal	43
3.4. Desarrollo vegetativo	44
3.5. Desarrollo reproductivo	45
3.6. Desarrollo radicular	46
3.7. Variables	47
3.8. Análisis estadístico	49
3.8.1. Análisis de tendencia	49
3.8.2. Análisis de correlación	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
4.1. Crecimiento vegetativo	51
4.2. Desarrollo radicular	57

4.2.1. Raíces superficiales	57
4.2.2. Raíces en profundidad	67
4.3. Desarrollo reproductivo	69
4.3.1. Floración	69
4.3.2. Comportamiento floral	72
4.3.3. Cuaja	77
4.3.4. Caída de frutos	78
4.3.5. Desarrollo del fruto	84
4.4. Riego	87
4.5. Estado nutricional de los árboles	89
5. CONCLUSIONES	91
6. RESUMEN	93
7. LITERATURA CITADA	94
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	Pag
CUADRO 1. Correlación entre la tasa de crecimiento y temperatura máxima, temperatura mínima, grados día en base a 10 °C y grados día en base a 5 °C.	55
CUADRO 2. Correlación entre el número promedio de raíces medido bajo los diarios y la temperatura del suelo medida a 15 cm de profundidad, a las 9:00 y 15:00 h.	60
CUADRO 3. Número de flores femeninas y masculinas, abiertas a las 9:00 y 16:00 h, y temperatura máxima y mínima del día anterior, palto Hass, Quillota, 1990.	73
CUADRO 4. Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 9:00 y 16:00 h, con la temperatura máxima y mínima.	74
CUADRO 5. Concentraciones estándar para análisis foliar en árboles adultos cv. Hass.	90

INDICE DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1. Tasa promedio de crecimiento de brotes, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	52
FIGURA 2. Número promedio de raíces superficiales, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	59
FIGURA 3. Temperatura de suelo promedio mensual, medida a 15 cm de profundidad, a las 8:00 y 15:00 h, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	62
FIGURA 4. Crecimiento vegetativo y radicular, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	64
FIGURA 5. Temperatura máxima y mínima, promedio mensual, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	66
FIGURA 6. Porcentaje de floración, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	70
FIGURA 7. Crecimiento vegetativo, crecimiento radicular y floración, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	71
FIGURA 8. Desprendimiento de fruta en brotes, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	79
FIGURA 9. Caída de fruta bajo la canopia, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	80

FIGURA 10. Ciclo fenológico de palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	83
FIGURA 11. Diámetro polar y ecuatorial promedio de frutos de palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	86
FIGURA 12. Gasto de agua de riego y evaporación diaria de bandeja clase A (promedio mensual) palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.	88

1. INTRODUCCION

En los árboles de hoja persistente, el ciclo fenológico anual describe un sistema fisiológico formado por muchos factores que operan sincronizadamente. Este patrón está influenciado por la especie, cultivar, manejo y medio ambiente (CULL, 1986).

El ciclo fenológico describe el patrón visual de la planta, pero no sus funciones fisiológicas. Los tres mayores eventos del ciclo fenológico son el crecimiento vegetativo, crecimiento radicular y las fases de desarrollo floración-fruto (CULL, 1986).

Los procesos fisiológicos del árbol permiten comprender los mecanismos asociados con el crecimiento y el desarrollo. La integración de esta información con la fenología del árbol proporciona una base para el desarrollo de estrategias de manejo con el fin de mejorar la producción (WHILEY, 1990c).

Bajas producciones de palta son un problema en la mayoría de las áreas de producción, incluyendo a Australia,

California, Florida e Israel. El problema más común parece ser el ciclo de producciones bianuales, en donde una alta carga de un año es seguida por una carga escasa al año siguiente. Muchos autores han discutido la importancia de las relaciones entre los niveles de carbohidratos, fruta, hojas e inducción floral y la importancia de considerar todos estos factores con la producción, así como, todos los aspectos del desarrollo de los árboles a través del año, parecen tener un efecto sobre la producción (SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER, 1985).

El objetivo de esta investigación es lograr una aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V región, con el propósito de orientar y desarrollar la investigación, y sentar las bases para el manejo de esta especie frutal.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Introducción:

El palto (Persea americana Mill.) pertenece a la familia de las Lauráceas, suborden Magnolíneas, Orden Ranales, clase dicotiledónea (ENGLER'S, 1964).

El palto es originario de la altiplanicie volcánica del centro-sur de México. En su ambiente ancestral gozaba 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 paltos mexicanos, son susceptibles a temperaturas bajo cero grados celcius que duren varias horas. Así mismo, sufren decaimientos con temperaturas superiores a 40°C y humedad relativa bajo el 30 por ciento (MALO, 1986).

El desarrollo evolutivo del palto como un árbol tropical ha predispuesto a la especie hacia una tendencia vegetativa. Este rasgo se ha mantenido en los diferentes

cultivares durante la domesticación comparativamente reciente como un árbol de huerto (WOLSTENHOLME, 1987).

2.2. Distribución y mercado internacional:

El 83.2 % de la producción mundial de paltas está concentrada entre Norte y Sur América, dado su origen. Así mismo, los países en desarrollo son responsables del 81.4 % de la producción mundial (ESPINOZA, 1991).

Según FAO los principales productores de paltas a nivel mundial son México y Estados Unidos, con el 20,5 % y 19,5 % de participación total, respectivamente. Sudamérica participa con el 20 % del total, destacándose la producción de Brasil (8,4%). Chile participa tan sólo con el 1,8 % del total. En Europa la totalidad de la producción proviene de España (1,8 %). En Asia (9,7 %), los mayores productores de palta son Israel e Indonesia y en Africa (9,7 %) lo son Sudáfrica, Camerún y Zaire (ESPINOZA, 1991).

2.3. Exportaciones chilenas:

Los mayores importadores son Europa (Francia, Inglaterra y Alemania), los que se abastecen normalmente de Israel. Estados Unidos, junto con ser un gran productor, constituye otro gran mercado.

Las exportaciones de Chile presentan gran variabilidad tanto en los volúmenes comercializados como en los precios obtenidos; ello se debe a cambios en los precios internacionales y a variaciones en la producción nacional.

Los precios internacionales se han mantenido en altos niveles en las últimas temporadas como resultado de malas cosechas en los principales países productores del hemisferio norte, provocando un aumento sustancial en las exportaciones nacionales, y a su vez una menor oferta interna en la que influyeron también, algunas heladas registradas en el período. Esto provocó alzas en el precio interno que ocasionó, en definitiva, una merma en los volúmenes importados. El único competidor relevante a futuro para Chile puede ser México, cuya época de cosecha

de la variedad Hass coincide con la producida en Chile y por su cercanía al mercado norteamericano.

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 por razones de índole fitosanitaria. A futuro, el mercado internacional se muestra altamente inestable, debido a que en ello inciden las condiciones de producción de las regiones productoras tradicionales como California e Israel, y la eventual apertura del mercado de Estados Unidos para las exportaciones mexicanas.

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

Por otra parte, Chile concentra sus exportaciones al mercado de Estados Unidos (80 % del total) seguido de España (14,7 %) y Argentina (1,3 %).

En la temporada 1990/91 las exportaciones chilenas alcanzaron un record de 824 mil cajas con un 173,6 % de aumento respecto de la temporada anterior.

El principal problema para la exportación de paltas continúa siendo el transporte, debido a que esta especie requiere contenedores a diferente temperatura que otras frutas, y en una época de bajo flujo de barcos. A Europa se requiere principalmente flete aéreo, lo cual conlleva fuertes alzas en los costos (ESPINOZA, 1991).

2.4. Mercado interno:

La superficie plantada en el país alcanza a 8.118 ha en la actualidad. La V región concentra el 52 % del total, seguido por la Región Metropolitana. La mayor parte de los huertos están siendo plantados con la variedad Hass. La variedad Fuerte fue la más plantada y con mayor superficie en el país; en estos momentos no existe mayor interés por ella, debido a las bajas productividades obtenidas.

En los últimos años se ha mantenido el aumento de la producción y la superficie plantada de paltos,

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

2.5. Fisiología del árbol:

El cultivar Hass es de raza Guatemalteca. Se originó en 1926 a partir de semillas plantadas por Rudolph G. Hass. El árbol tiene un desarrollo mediano, crecimiento erecto, no presenta una tendencia tan marcada al añerismo como el cultivar Fuerte, ni tanta irregularidad en el comportamiento de cada ejemplar dentro de un mismo huerto. Su productividad es más regular. Gran productor, además de precoz. Siendo un cultivar de la raza guatemalteca es mucho más afectada que Fuerte a heladas, resistiendo hasta $-1,1^{\circ}\text{C}$. Su floración se extiende de septiembre a noviembre (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.5.1. Sistema radicular:

POSSINGHAM y KRIEDEMANN (1986) esbozaron las consecuencias ecofisiológicas originadas por la selva tropical que WOLSTENHOLME (1987) resumió en relación a los paltos. Estas incluyen un sistema de raíces superficial, extensamente suberizado, relativamente ineficiente, con una baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radicales. Esto puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol (ESTERN, KAUFMANN y ZENTMYER, 1977; WHILEY et al , 1987b).

El sistema radicular de paltos está en un estrecho balance con el crecimiento vegetativo del árbol. El mayor volumen de raíces está distribuido en los primeros 450 mm del suelo, donde las raíces son vulnerables a los rápidos cambios del medio ambiente. Las raíces no suberizadas son susceptibles a la infección del hongo Phytophthora cinnamomi, el cual rápidamente influye en la dinámica de crecimiento del árbol (WHILEY et al , 1987a).

SALAZAR Y CORTES (1986) estudiaron la distribución de raíces de árboles frutales en condiciones de campo, encontrando que el sistema radicular de árboles de palto adultos cultivar Fuerte establecidos en un suelo arenoso, está mejor distribuido, ya sea horizontal o verticalmente comparado con los que están en suelo arcilloso. En ambos suelos la mayoría de las raíces finas están localizadas entre los 0 y 60 cm de profundidad.

Los factores genéticos, tanto del portainjerto como del injerto parecen estar envueltos en la distribución de las raíces del palto y algunos componentes del tamaño radicular (BORYS, BARRERA y LUNA, 1985).

Un amplio rango de tamaño de raíces de patrones de 8 meses de edad fueron reportados por BARRERA, BORYS y MARTINEZ (1981) entre los que se encontraban paltos francos de raza mexicana. Estos resultados, junto a los de BORYS, BARRERA y LUNA (1985) justifican la opinión de JONES, EMBLETON y CREE (1957) en la posible relación entre la variación en la productividad entre el árbol de palto y las características del patrón. Los resultados de BORYS, BARRERA Y LUNA (1985) sugieren que en parte, esta variación puede resultar de la heterogeneidad del tamaño

de las raíces así como, de los componentes morfológicos de las raíces (largo de raíces principales y secundarias, diámetro y número). La profundidad de enraizamiento y el número de raíces son algunos de los componentes que determinan la productividad en otros frutales (BEN-YA'ACOV, 1973).

Los portainjertos de raza antillana son recomendados (sin evidencia experimental) por SOLARES (1976) para suelos muy profundos, las razas guatemaltecas para suelos intermedios y los mexicanos para suelos poco profundos.

La respuesta de los portainjertos a temperaturas de suelo frías puede afectar el potencial productivo. Reducciones en el crecimiento de brotes y raíces, así como en la materia seca total, fue observada cuando el sistema radicular de patrones Duke 7 y Velvick fueron mantenidos a 13 °C, en comparación a sistemas radiculares a 18, 23 y 28 °C (WHILEY et al, 1987b).

WHILEY et al (1987b) confirmaron que en condiciones de campo el crecimiento de raíces en árboles de palto es reducido durante el invierno, cuando la temperatura de la zona de raíces cae bajo los 18 °C. Esto también involucra

el desarrollo de estrategias para el control de Phytophthora cinnamomi, con aplicaciones de fungicidas para proteger la mayor producción de raíces durante el verano, cuando la temperatura de suelo es de 20 °C.

2.5.2. Sistema vegetativo:

El árbol de palto es de tamaño medio, de hojas alternas persistentes, coriáceas, de color verde, con forma elíptica o elíptico-lanceoladas, glabras de diez a cuarenta centímetros de largo y glancescentes en la cara inferior (PARODI, 1959).

Las hojas tienen una gran densidad de estomas (40.000-73.000 por cm²) (WHILEY et al, 1988a) aunque una limitada red vascular (SCHOLEFIELD, WALCOTT, KRIEDEMANN Y RAMADASAN, 1980). El crecimiento de brotes esporádicos se produce en una canopia compuesta de hojas de edades y eficiencia variable (WHILEY et al, 1990a). Las hojas pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los períodos de demanda (WHILEY, 1990)*.

(*) WHILEY, A.W. 1990. Senior horticulturist, Maroochy Horticultural Research Station, Nambour. Queensland Australia. Comunicación personal.

De manera similar los componentes estructurales del árbol tienen la capacidad de almacenar el exceso de carbohidratos en forma de almidón.

Las producciones alternadas en palto parecen estar estrechamente relacionadas con los niveles de carbohidratos en el árbol. Altas productividades seguidas de una alta acumulación de carbohidratos durante el invierno, resulta en bajos niveles de carbohidratos durante el año siguiente. Los máximos niveles de carbohidratos ocurren a principios de primavera, declinando durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos, para llegar a un mínimo en otoño. La acumulación comienza aproximadamente en el momento en que cesa la actividad vegetativa y continúa durante el invierno hasta que los niveles máximos estén alcanzados en primavera (SCHOLEFIELD et al, 1985).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985) encontraron que los niveles de carbohidratos aumentaron al mismo tiempo que los azúcares. Además, a través del año, los azúcares variaron menos que los carbohidratos, indicando que los azúcares no son el mayor almacenador de carbohidratos,

pero, constituye un pool para el uso inmediato por el árbol.

SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985) determinaron que la iniciación floral ocurrió al momento de mínimo contenido de carbohidratos de las ramas principales. Por lo tanto, parece improbable que el nivel de carbohidratos sea el responsable de la iniciación floral. Los bajos niveles de carbohidratos pueden provocar un cese de la actividad vegetativa y este factor estaría más relacionado con la iniciación floral.

2.5.3 Sistema reproductivo:

La flor del género *Persea* es actinomorfa, hermafrodita. El cáliz esta compuesto de seis sépalos tomentosos unidos en la base. Posee nueve estambres fértiles, los externos con anteras introrsas, estan desprovistos de glándulas, los internos de anteras extrorsas glandulosas. Posee además tres estaminodios adyacentes al gineceo. El ovario es sésil, con estilo alargado y estigma capitado. La fórmula floral del palto corresponde a $P_{3+3} A_{6+3} \underline{G}_1$ (ENGLER'S, 1964).

Las flores se agrupan en panículas. Las panículas 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).

Según SCHROEDER (1944) la inflorescencia del palto es comúnmente indeterminada, lo cual implica que los crecimientos florales laterales están precedidos por una yema vegetativa en la punta del eje del crecimiento. El crecimiento de una yema vegetativa terminal del brote floral lateral eventualmente origina crecimientos florales laterales. Señala además que existen inflorescencias determinadas. En éstas los nuevos crecimientos vegetativos ocurren sólo por el desarrollo de una yema lateral, ya que la yema apical del eje central corresponde a una yema floral simple. La inflorescencia determinada es similar a la indeterminada, es decir, está compuesta de un eje central con crecimientos laterales florales.

Donde las condiciones climáticas no son favorables para la cuaja y todas las flores de una inflorescencia han caído, ahí frecuentemente se desarrollan nuevas flores. Esta segunda serie de yemas florales, aparentemente, se

inicia y desarrolla dentro de un período de unas pocas semanas antes de la floración. El intervalo relativamente corto entre la inducción y plena flor parece ser característica de las plantas de hoja persistente subtropicales, las cuales están en activo crecimiento durante gran parte del año (SCHROEDER, 1951).

El período de floración es diferente para los distintos cultivares. Algunos se mantienen en floración por siete a ocho meses, mientras que otros uno o dos, pero para la mayoría de ellos la duración es de tres meses (MINAS, 1976).

Todos los cultivares de palto presentan flores hermafroditas, no existiendo mayores diferencias en la estructura y apariencia de ellas.

Existen dos períodos separados de apertura en cada flor individual. El primero y segundo período de apertura ocurre en diferentes días, las flores abren para su primer período y entonces se cierran, y reabren al día siguiente para el segundo período, después del cual se cierran para no volver a abrir (MINAS, 1976).

Durante el primer período de apertura, las flores tienen los estambres dispuestos en forma paralela al perianto, el pistilo en forma erecta y separada de las demás estructuras. En esta etapa el estigma se observa blanco y brillante, presto a recibir polen. Durante el segundo período de apertura, los estambres se encuentran erectos y prominentes. Los tres estambres interiores permanecen paralelos al pistilo y los seis externos en un ángulo aproximado de 40 - 50 grados. En este período los estambres liberan el polen, pero el estigma por lo general ya no se encuentra receptivo (MINAS, 1976).

En el primer período de apertura, el estigma se presenta siempre receptivo. Sin embargo, en el segundo período también es posible apreciar algunas flores cuyos estigmas se encuentran blancos y frescos. El estambre madura y libera su polen durante el segundo período de apertura de flores. Durante el primer período no existe liberación de polen. Dado que sólo el pistilo está maduro durante el primer período y que los estambres maduran y liberan el polen en el segundo período, la flor del palto exhibe dicogamia de tipo protogínea (MINAS, 1976).

Las flores de palto abren y cierran en su primer y segundo periodo en sets y pueden ser clasificados en dos grupos, según el hábito de floración. En el grupo de los cultivares tipo "A", las flores de un set, abren femeninas en la mañana y cierran al medio día, se mantienen cerradas hasta la tarde del día siguiente cuando abren como masculinas. Con la sucesión de aperturas el comportamiento completo es de femenina en la mañana y de masculina en la tarde. En el grupo de los cultivares tipo "B" las flores de un set, abren primero femeninas en la tarde y masculinas la mañana del día siguiente, o si el clima es frío, en la mañana del día subsiguiente. Con este ciclo las funciones completas del árbol se agrupan como masculinas en la mañana y femeninas en la tarde. Así, cada árbol individual tiene una sucesión de sets de flores, que dan una continua floración por muchas semanas y meses, donde dos sets diferentes de flores abren y cierran en cada árbol en cada día (STOUT, 1932).

BRINGHURST (1952) relacionó el comportamiento floral del cultivar Hass respecto de la temperatura. Bajo condiciones cálidas encontró que el primer estado floral (femenino) aparece al mediodía y que bajo condiciones

relativamente frías aparece hacia el atardecer, cuando la actividad de los polinizadores es menor; esto genera un traslape de flores de distinto sexo en el árbol. Además, determinó que en días muy fríos, el primer estado floral no ocurre en muchas de las flores. Variaciones del periodo de traslape en relación con la temperatura también fueron encontradas en el cultivar Fuerte (BRINGHURST, 1952).

Varios autores han sugerido que las temperaturas pueden ser causantes de bajas producciones o producciones irregulares en el palto (BRINGHURST, 1952; PETERSON, 1956; BERGH y WHITSELL, 1974; LESLEY y BRINGHURST, 1951).

BRINGHURST (1951) observó para el cultivar Hass que sobre el rango de temperaturas de 7.5 °C la mínima y 21,5 °C la máxima, el ciclo floral fue revertido, con flores en estado femenino abriendo en la tarde y flores en estado masculino abriendo en la mañana.

BERGH y WHITSELL (1974) han reportado que Hass es menos sensible que Fuerte a las bajas temperaturas durante la floración y que pérdidas de producción bajo estas condiciones, son menos probables en Hass que en Fuerte.

SEDGLEY y ANNELLS (1981) encontraron que a 17 °C en el día y 12 °C durante la noche (17/12), con un fotoperiodo de 12 horas, el número promedio de flores abiertas por día fue menor que con temperaturas de 33/28 y 26/20 °C. Además, todas las flores pasaron por los estados femenino y masculino. La apertura del estado femenino a 17/12 °C, fue retrasado hasta la tarde. Las flores femeninas se cerraron a las 21:00 h y comenzaron a reabrir en el estado masculino 2 días después durante la tarde. La dehiscencia de las anteras comenzó alrededor de las 22:00 h y las flores se mantuvieron abiertas toda la noche y comenzaron a cerrarse cerca de las 11:00 h de la mañana siguiente. El largo del ciclo entonces fue de 72 horas.

SEDGLEY (1977), SEDGLEY y GRANT (1983) definen la temperatura diurna ideal para la floración, polinización y cuaja en cultivares tipo "B" (Fuerte), como 25°C durante el día y 20°C en la noche. Bajo estas condiciones hay un traslape de los estados femeninos y masculinos, alcanzando los granos de polen los estigmas receptivos. Más recientemente WHILEY y WINSTON (1987) determinaron que la autopolinización en Fuerte puede ocurrir cuando las temperaturas son de 25°C en el día y hasta 10°C en la noche.

SEDSLEY y GRANT (1983) demostraron que la dicogamia en los cultivares "A" (Hass), son menos sensibles con temperaturas que varían entre 33/28°C (día/noche) a 17/12°C (día/noche). Sin embargo, se observó que el polen disponible en la etapa femenina era restringida, y que éste aumentaba cuando las temperaturas varían día a día (un día temperaturas de 20°C día / 10°C noche, seguidos de otro con 30°C / 15°C).

WHILEY et al, (1988a) han demostrado que el ciclo floral es sensible a la temperatura, siendo los cultivares del tipo B, más sensibles que los del tipo A. Cuando la temperatura máxima del día baja de 20°C y la mínima de la noche baja de 15°C, entonces los ciclos florales de las cultivares B se interrumpen y muchas flores pueden sólo abrir como masculinas funcionales. Esto trae consecuencias desastrosas en la cuaja y en localidades con baja temperatura durante la floración y los cultivares de este tipo nunca podrán alcanzar su potencial productivo. Las temperaturas óptimas para los cultivares tipo B durante la floración son de 25°C máxima en el día y mayores a 10°C como mínimo en la noche; los cultivares tipo A funcionan con una máxima en el día de

20°C y en la noche con una mínima de 10°C, sin sufrir trastornos en su productividad.

El proceso de fertilización de la flor en los cultivares Fuerte y Hass es similar al descrito en las demás especies vegetales. En Hass se ha observado la penetración de un óvulo simple por más de un tubo polínico (SEDGLEY, 1979).

La penetración del óvulo por dos tubos polínicos es frecuente en los cultivares Jalna Y Hass, pero, no en Reed o Fuerte. Ocasionalmente tres tubos polínicos pueden penetrar un óvulo simple en el cultivar Edranol. (SEDGLEY, 1979). En algunos casos, es posible que ocurran múltiples penetraciones del óvulo como resultado de la ramificación de un tubo polínico simple.

Luego de la primera semana de terminada la floración, el 90 % de los frutitos que caen no han sido fertilizados y de ellos el 18 % es anormal. Cuatro semanas después de finalizada la floración todos los frutitos caídos fueron fertilizados y ninguno resulta anormal (las anomalías incluyen ovarios con más de un saco embrionario u óvulo,

saco embrionario inmaduro, óvulo en posición anormal y deficiencia en la estructura del óvulo) (SEDGLEY, 1980).

Se ha visto que el cultivar Hass es más productivo que Fuerte (BERGH y WHILTSELL, 1974). Esto se debe en parte a que la penetración del saco embrionario es más eficiente en Hass que en Fuerte (SEDGLEY, 1979). La explicación de lo anterior está dado por la mayor tolerancia, en el ciclo de producción de Hass, a un más amplio rango de temperaturas. Es posible que exista una diferencia fisiológica de temperatura versus respuesta, entre los cultivares tipo A y tipo B (SEDGLEY, 1980).

Mientras la interacción cultivar/ambiente tiene un efecto dominante en el éxito de la floración del huerto, también el manejo puede tener un impacto en esta relación. El stress en los paltos puede tener un efecto significativo en la floración. Este puede estar relacionado con el agua, los nutrientes, la carga o la pudrición de la raíz por Phytophthora cinnamomi que tiene un efecto complejo en la fisiología del árbol (WHILEY et al, 1986 ; WHILEY et al, 1987a). El stress por agua, nutrientes y Phytophthora cinnamomi hacen avanzar la floración en más o menos 6 - 8 semanas. Esto puede reducir sustancialmente

las oportunidades de formación de frutos, debido, a temperaturas desfavorables para el mecanismo de dicogamia. El stress asociado con grandes cargas generalmente adelanta y reduce la intensidad de la floración, en especial si se deja el fruto en el árbol después de alcanzar los estándares mínimos de maduración. (WHILEY, 1990).

SCHOLEFIELD et al, (1980) y WHILEY et al, (1986) describen cambios diurnos en el potencial hídrico de las hojas de palto. Ellos muestran que un déficit significativo de agua ocurre en las hojas durante el día, aunque el agua del suelo no sea limitante.

Los paltos tienen un ineficiente sistema de transporte de agua, con un potencial de agua en las hojas que cae marcadamente a medida que la tasa de transpiración aumenta (CAMACHO, HALL y KAUFFMANN, 1974).

Entre los factores que contribuyen a aumentar las tasas de pérdida de agua desde los tejidos se incluyen diferencias en la composición cuticular, estructuras anatómicas y actividad estomática (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

WHILEY, CHAPMAN y SARANAH (1988) estudiaron mediante microscopía electrónica de barrido hojas maduras y estructuras florales de palto. Confirmaron la presencia de estomas en el envés de la hoja, sépalos y pétalos, y no en el haz de estas estructuras. No encontraron depósitos de cera epidermal en pétalos y sépalos, por el contrario, estos son altamente pubescentes. Si bien estos órganos muestran algunas barreras anatómicas que limitan la pérdida de agua, no obstante, las flores tienen al parecer déficit de agua durante períodos de moderada demanda transpiratoria (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

El crecimiento floral en palto es el mayor evento fenológico (WHILEY et al, 1988a), las flores contribuyen aproximadamente con el 8% de materia seca anual (CAMERON, MULLER y WALLACE, 1952), y tienen el potencial de aumentar sustancialmente la demanda de agua durante el período crítico de cuaja (WHILEY et al, 1988a).

2.6. Ciclo fenológico:

Según DE FINA y RAVELO (1985), la fenología es la rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales tales como la temperatura, luz y humedad entre otras.

La fenología describe los patrones cíclicos de crecimiento que se da en los árboles anualmente. También permite reconocer interacciones competitivas entre los variados componentes del mismo. Al igual que ocurre en la mayoría de los árboles de hoja persistente, incluyendo el palto, un fuerte estímulo ambiental sincroniza el crecimiento y la floración, pero, no existe un período fisiológico de inactividad (VRHEIJ, 1986). WHILEY *et al*, (1988a) han descrito los ciclos típicos de crecimiento anual de los órganos vegetativos y reproductivos del palto. Así, el palto presentaría dos flash vegetativos (período de extensión del brote), en una temporada de crecimiento completo, cada uno de ellos seguido por un período de intensificación del crecimiento de la raíz. El primer brote vegetativo comienza en la primavera hacia el

final de la floración, mientras que el segundo, ocurre en los meses de verano.

Luego de un semireceso invernal, el crecimiento reproductivo comienza con la floración, seguido por la cuaja, desarrollo y maduración del fruto. Todos estos estados tienen una alta demanda de las reservas del árbol, esto es en agua, nutrientes minerales y carbohidratos, pero contribuye muy poco en su propio desarrollo y no retornan reservas al árbol. El desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con la raíz y con los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles. Por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes, bajan las reservas de los árboles. La estimulación de un crecimiento vegetativo vigoroso durante este período crítico, trae usualmente como resultados una caída excesiva de frutitos.

Se ha acumulado considerable evidencia en la literatura respecto de los sinks competitivos vegetativos y reproductivos durante el crecimiento primaveral (BIRAN, 1979; BLUMENFELD, GAZIT y ARGAMAN, 1983; KÖNHE Y KREMER-

KÖNHE, 1987; WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH 1990; WHILEY, 1990c; WHILEY et al, 1991). El éxito de la formación de frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano) y del tiempo de transición de sink a fuente de los brotes que se renuevan en primavera (WHILEY, 1990c). Sin embargo, mientras sea inicialmente competitiva la renovación del crecimiento de brotes durante la primavera, es necesaria para el desarrollo secundario de las paltas.

La magnitud de la segunda caída de frutos, al comienzo del período de verano en la etapa de crecimiento, está correlacionada directamente con la retención de fruta al madurar repentinamente (WHILEY et al, 1991). Parece no haber relación entre la caída de fruta en ese período y el crecimiento repentino de verano. WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990) han demostrado que las condiciones ambientales desfavorables durante ese período aumentan las tasas de caída de fruta. Sin embargo, es probable que el mayor impacto de esta pérdida sea la limitación de reservas que se presenta antes de finalizar la madurez repentina de primavera. El brote de verano es sin duda

alguna, importante para el tamaño final del fruto, como también lo es para la fuente de fotosintatos y nutrientes de las producciones de los años venideros (WHILEY 1990c). La interdependencia entre raíces y brotación produce un patrón cíclico en las brotaciones de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y raíz aumenta a favor de los brotes, el crecimiento vegetativo declina y el crecimiento de la raíz aumenta, recuperándose el balance. El ciclo, entonces se repite (WHILEY et al, 1988a).

El crecimiento de la raíz de los paltos es determinado primordialmente por la temperatura del suelo, teniendo crecimientos significativos cuando la temperatura excede los 18°C. En gran parte de los centros de producción, se registran temperaturas menores en la zona de las raíces, bajo el límite crítico, para la mayoría de los periodos invernales (WHILEY, SARANAH Y CULL 1988a).

Si bien los dos períodos de crecimiento vegetativo, el de primavera y el de verano, son competitivos con la retención y el crecimiento de los frutos, son esenciales a largo plazo para la productividad de los árboles. Sin embargo, controlando el vigor de los brotes, es mayor la

oportunidad de tener mayor rendimiento, además de controlar el tamaño de los árboles. Tanto el control del crecimiento vegetativo, como la mantención de la fruta en los árboles, se logra haciendo un buen manejo de la fertilización, del riego y manteniendo las raíces sanas (WHILEY et al, 1988a).

Según WHILEY et al (1988a), el ciclo fenológico en árboles adultos del cultivar Fuerte en Palmwoods, Queensland, Australia (latitud 27 °S), describe tres tipos de eventos: Crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo. El crecimiento vegetativo muestra dos flash. 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. Ambos flash, presentan una intensidad similar. El crecimiento radicular también presenta dos flash, el primero se inicia a mediados de septiembre, al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo del primer flash descende. 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 flash vegetativo. El segundo flash radicular se extiende desde febrero hasta abril con un peak a fines de marzo. El crecimiento reproductivo involucra a la floración, cuaja, caída, crecimiento y madurez del fruto. 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 en forma simultánea. Existen dos fechas de caída de frutos, la primera, de menor intensidad, ocurre entre septiembre y octubre y la segunda, entre diciembre y enero.

2.7. Requerimientos hídricos:

Los requerimientos de agua del palto son bajos durante el período de frío de semidormancia, pues en el invierno las funciones de crecimiento son mínimas. Cuando los árboles comienzan a florecer, los requerimientos de agua aumentan sustancialmente. Esto es el reflejo del aumento de superficie y una menor disponibilidad de agua en los árboles por el estrés de primavera. Cuando el agua es limitante, las flores de las panículas son las primeras en estresarse y pueden sufrir daños permanentes. Igualmente los frutos jóvenes, débilmente sujetos al

árbol, pueden abortar bajo estas condiciones. Durante la última parte de la primavera, el manejo del agua no es tan crítico, debido a que los frutos ya están mejor sujetos y dependen de la fuente de recursos del árbol. Sin embargo, los árboles no deberán estar demasiado estresados para no afectar la calidad final de los frutos. La segunda época de caída de frutos del ciclo de crecimiento, es el período más crítico para el control del agua. Durante el período final del crecimiento rápido de la fruta y de la maduración, un efectivo control del riego reduce la caída de frutos y aumenta el tamaño final de estos (WHILEY et al, 1988a).

2.8. Fertilización:

El desarrollo de estrategias de manejo nutricional está basado en una comprensión fundamental de la fisiología y fenología del árbol más que en la relación NPK tradicional. El crecimiento de primavera en los palto, coincide con la formación y desarrollo temprano de frutos, donde se da un desarrollo simultáneo de sinks altamente competitivos, y se relacionan negativamente con el rendimiento. El crecimiento del brote en el verano, por el contrario, se correlaciona positivamente con el

rendimiento sostenible, y es durante ese período que se conforma el estado nutricional del árbol (WHILEY, 1990b).

La cantidad de nutriente que se debe aplicar, se puede determinar mediante la interpretación de los cambios en el desempeño y los requerimientos del árbol en cada año. El análisis de tejido de la hoja, constituye una herramienta esencial para monitorear los programas nutricionales aplicados. Las hojas maduras más jóvenes del crecimiento de verano, recolectadas en el otoño, cuando todo el crecimiento del árbol está detenido, reflejaría el estado nutricional del árbol en relación al desempeño del rendimiento posterior. Son las hojas de estos brotes, la fuente de nutrientes móviles para la floración, desarrollo del fruto y crecimiento de brotes en primavera (WHILEY, 1990b).

El nitrógeno, es considerado como un regulador del crecimiento, tiene un efecto dinámico en la productividad del árbol. Cuando se suministran adecuadamente todos los nutrientes minerales y agua en el suelo, y las temperaturas favorecen el crecimiento, las altas concentraciones de nitrógeno estimularán el crecimiento del brote. Si se usa correctamente, el nitrógeno es una

herramienta de manejo poderosa para maximizar el rendimiento potencial anual (WHILEY, 1990b).

Los fertilizantes nitrogenados no deben aplicarse en primavera, ya que se estimularía la brotación en el período en que los crecimientos vegetativos y reproductivos están compitiendo fuertemente por las reservas del árbol. El momento más apropiado para esta fertilización sería, luego del peak de caída de frutos, durante los meses de verano-otoño. Con esto, además se logra una adecuada nutrición del brote de verano, el cual es responsable de proveer carbohidratos para el crecimiento y maduración de la cosecha existente, como para la producción de flores y la cuaja de los frutos de la primavera siguiente.

El boro está estrechamente relacionado con la división celular y la actividad del meristema y es particularmente importante durante la polinización (COETZER y ROBBERTSE, 1987) y el desarrollo temprano del fruto (WHILEY, 1990b). Existe una rápida e intensa movilización desde las hojas maduras a las panículas de flores en desarrollo durante el invierno (WHILEY, 1990b). Por lo tanto, se debe aprovechar los meses de verano para ajustar los niveles

de boro en los árboles. En Australia, el boro se aplica al suelo (WHILEY et al, 1988b).

El zinc también está asociado a la actividad del meristema (WALLIHAN, EMBLETON y PRINTY, 1958). 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 - 100 % superiores durante la antesis que en las hojas adyacentes (WHILEY, 1990b).

La corrección de las deficiencias de zinc ha resultado ser difícil en muchas situaciones. Se ha logrado algún éxito mediante la aspersión foliar en hojas en expansión; sobre hojas maduras no se ha tenido éxito ya que estas no permiten una buena absorción del nutriente. Las aplicaciones al suelo pueden tener éxito bajo algunas circunstancias (WHILEY, 1990b). WHILEY et al (1991) han descrito recientemente un método de inyección de zinc al tronco, asociado con técnicas de control de Phytophthora cinnamomi.

2.9. Control de enfermedades:

Comprendiendo la interacción entre el árbol, el patógeno y el medio ambiente, se llega a un programa de control más efectivo de Phytophthora cinnamomi, usando como medio el ciclo de crecimiento.

Phytophthora cinnamomi, crece activamente entre temperaturas de 15° y 28°C, y el óptimo de infección ocurre cuando el suelo esta saturado de agua. En invierno el hongo se encuentra inactivo debido a que las temperaturas están fuera del rango de actividad. El patógeno causa el mayor daño en los meses de verano, cuando encuentra las condiciones de crecimiento y hay abundante disponibilidad de raicillas. Por lo tanto, todas las estrategias de control de pudrición de las raíces deben estar orientadas a protegerlas durante este período (WHILEY et al, 1988a).

El mejor control de Phytophthora cinnamomi es impedir su introducción en el huerto, adquiriendo plantas en viveros confiables, plantar en suelos bien drenados, evitar todo movimiento de suelo, agua y equipos que hayan estado en contacto con suelo infectado. No regar con aguas

provenientes de zonas infectadas. Reducir el número y volumen de los riegos para evitar el exceso de humedad en el suelo. Se debe aislar los árboles enfermos con una barrera seca, es decir, dejar una zona intermedia que nunca se riega. Usar patrones resistentes, como son selecciones de Duke y G6 (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El control curativo de Phytophthora cinnamomi puede realizarse mediante inyecciones al tronco de fosfonatos. El producto está registrado en Sudáfrica donde se desarrolló y aplicó. Para obtener la máxima eficiencia de las inyecciones, se debe también conocer la fisiología y fenología del árbol. Cuando se inyecta el fosfonato éste se transporta por el xilema junto con el agua, llegando a nivel de las hojas, luego es translocado hacia el floema, para así llegar a las raíces. Durante los primeros 42 días de crecimiento vegetativo, el brote actúa como un importador de asimilados, los cuales requiere para su desarrollo. Sólo después de este período es que se observa una exportación neta, siendo el nivel máximo de exportación a los 65 días desde la brotación. Para determinar la mejor época de inyección, se han comparado aplicaciones durante el inicio de crecimiento de brotes, con inyecciones realizadas una vez que el crecimiento del

árbol ha madurado y ha alcanzado su máximo potencial de exportación. Se obtuvo alrededor de 6 ppm en la primera época de aplicación, con lo que no se obtiene una protección del sistema radicular contra la invasión de Phytophthora cinnamomi. En la segunda fecha de aplicación, se obtuvo una concentración de 30 ppm de fosfonato en las raíces, nivel óptimo para protegerlas del hongo. Actualmente, se recomienda realizar las inyecciones una vez que ha terminado el flash de primavera, cuando las hojas están en su fase máxima de exportación de fotosintatos y fosfonatos hacia las raíces (WHILEY, 1990)*

(*) WHILEY, A.W. 1990. Senior horticulturist, Maroochy Horticultural Research Station, Nambour. Queensland Australia. Comunicación personal.

3. MATERIAL Y METODO

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 La Palma, provincia de Quillota, V región, Chile. Esto corresponde a 32°50' latitud sur y 71°13' longitud oeste.

3.2. Definición del área de proyecto:

3.2.1. Clima:

El clima de Quillota corresponde a clima mediterráneo y se ubica en la región de los valles transversales que se caracterizan por tener veranos secos y cálidos bien definidos, influenciados por vientos alisios o por vientos subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos debido a la acción del frente polar.

De acuerdo a la clasificación climática de Köeppen, 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 (MARTINEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona, se caracteriza por una temperatura media anual de 15.3 °C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 27 °C y una mínima media del mes más frío (julio) de 5.5 °C. El periodo libre de heladas aprovechable es de 9 meses, de septiembre a mayo. La suma anual de temperaturas, base 5 °C, es de 3700 grados días y 10 °C, 1900 grados días (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 daños por bajas temperaturas (MARTINEZ, 1981).

En la zona correspondiente a la cuenca del río Aconcagua, se observa gran número de oscilaciones diarias de temperatura. Esta amplitud, que se traduce en la inexistencia de periodos prolongados de calor o frío,

debe explicarse por la influencia de la Cordillera de los Andes (MARTINEZ, 1981).

La hoya del río Aconcagua tiene precipitaciones de tipo ciclónico y orográfico. Las de origen ciclónico frontal se generan por desplazamientos de masas de aire hacia zonas de baja presión atmosférica (ciclones). El aire tiende a elevarse, condensándose y generándose así la lluvia. Las segundas se producen por ascenso y condensación de masas de aire debido a barreras orográficas (MARTINEZ, 1981)

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

3.2.2. Suelo:

El suelo 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 Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura en 1966 (MARTINEZ, 1981)

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 franca 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 (MARTINEZ, 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 este canal no presenta peligro de sodificación, salinización ni cloruros que puedan significar una limitación en su uso (MARTINEZ, 1981).

3.3. Material vegetal:

Un huerto de paltos cultivar Hass sobre portainjerto Mexícola, plantados en 1975 a 5 x 5 m, que luego de un raleo de diagonales en 1984, quedaron a 7 x 7 m, fue evaluado según tamaño, vigor y sanidad. De aquellos que presentaban similar vigor y tamaño, así como una buena sanidad, se seleccionó 10 árboles al azar. Sobre ellos se realizó las diferentes observaciones y mediciones. Previo al inicio de las mediciones, los árboles seleccionados fueron cosechados, para no afectar el crecimiento.

El huerto donde se encuentra la muestra cuenta con un sistema de riego por microaspersión, con dos emisores por árbol, de 36 l/h. Cuenta también con una estación de tensiómetros, donde las tensiones a 30, 60 y 90 cm de profundidad fueron leídas y registradas diariamente a las 8:00 h. A partir de éstas se determinó la frecuencia y tiempo de riego. Las tensiones recomendadas fueron de 15-20 cb durante primavera-verano y 25-30 cb en otoño-invierno, medidos a 30 cm de profundidad.

En una estación meteorológica instalada especialmente en el huerto, se registró la temperatura máxima y mínima, temperatura de suelo bajo la canopia a 15 y 30 cm de profundidad medida a las 8:00 y 15:00 h. Además, de la estación agrometeorológica de la Facultad de Agronomía se obtuvo las temperaturas máximas y mínimas durante el período de floración y la evaporación de bandeja clase A.

3.4. Desarrollo vegetativo:

El estudio se inició durante el mes de septiembre de 1990, escogiéndose ramillas de similar vigor en cada punto cardinal (4 ramillas) de cada uno de los árboles seleccionados. En cada ramilla se escogió el brote apical, el cual fue medido en longitud con pie de metro a intervalos semanales. En forma paralela se realizaron observaciones de la brotación general del huerto, para así tener una visión globalizada de los eventos. Al momento de iniciar las mediciones, los árboles se encontraban en brotación (brotes con 1 a 3 cm de crecimiento).

3.5. Desarrollo reproductivo:

Las mediciones y observaciones del hábito de floración y cuaja se realizaron sobre los mismos brotes elegidos para el estudio del desarrollo vegetativo. Se seleccionó una panícula apical y una lateral por brote. Se determinó el número de flores totales a intervalos semanales. Además, se determinó el estado sexual de las flores de la panícula apical a las 8:00 y 16:00 h, dos, tres, cuatro o cinco días seguidos, cada semana. Paralelamente se observó la floración general del huerto. Al momento de comenzar las mediciones el huerto había iniciado la floración (30% de floración), sin embargo los brotes elegidos aún no la presentaban.

En las mismas panículas elegidas para el estudio de flores se determinó semanalmente el número de frutitos cuajados (flor adherida al desprender sus pétalos y de ovario mayor a 2 mm), para posteriormente continuar midiendo el diámetro polar y ecuatorial de los frutos, con la misma frecuencia.

Para cuantificar la magnitud de la caída de frutos se instaló bajo la canopia de cada árbol en ensayo un cajón

de 0.24 m² de superficie. El número de frutos en su interior fue contabilizado semanalmente.

3.6. Desarrollo radicular:

El desarrollo del sistema radicular del palto es superficial existiendo incluso crecimiento de raicillas bajo la cobertura de hojas. Aprovechando esta característica se apilaron 6 láminas de diario bajo el mulch, donde existiese raicillas superficiales, a fin de delimitar y facilitar el área de medición. Quincenalmente se evaluó el número de raicillas activas que se encontraban en el área limitada por el diario. (Este método fue descrito por Whiley *et al*, (1988b)).

Para evaluar el comportamiento del sistema radicular en profundidad, se construyó en la zona donde se concentra el crecimiento de raíces (1,5 m del tronco aproximadamente), una estación de medición de raíces (rizotrón). El rizotrón consiste en una calicata de 1 m³, cuyo costado más próximo al tronco se cubrió 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 cristal con una cortina de polietileno negro, así como el resto de las paredes de la calicata y la parte superior, de modo de lograr una bóveda oscura.

Para evitar posibles ataques de Phytophthora cinnamomi, en enero de 1991, todos los árboles del ensayo fueron inyectados en el tronco con ácido fosforoso al 7,5 %, en dosis de 15 cc/ metro de diámetro de canopia.

3.7. Variables:

Las mediciones fueron realizadas entre septiembre de 1990 y junio de 1991. Las variables en estudio fueron:

- Temperatura:

Temperatura máxima diaria.

Temperatura mínima diaria.

Temperatura de suelo a 15 cm de profundidad.

Temperatura de suelo a 30 cm de profundidad.

- Grados día:

Grados día acumulados entre fechas de medición,
en base a 5 y 10 °C.

- Crecimiento Vegetativo:

Longitud del brote.

- Crecimiento Radicular:

Rizotrón:

Longitud de raíces.

Superficial:

Longitud de raicillas.

Número de raicillas activas.

- Desarrollo Reproductivo:

Flores:

Número de flores abiertas masculinas, 9:00 h.

Número de flores abiertas masculinas, 16:00 h.

Número de flores abiertas femeninas, 9:00 h.

Número de flores abiertas femeninas, 16:00 h.

Total de flores abiertas (9:00 y 16:00 h).

Total de flores (abiertas y cerradas).

Fruto:

Número de frutos cuajados.

Número de frutos abortados.

Diámetro polar del fruto.

Diámetro ecuatorial del fruto.

3.8. Análisis estadístico:

3.8.1. Análisis de tendencia:

Para determinar la tendencia y comportamiento de las variables relacionadas con crecimiento vegetativo, crecimiento radicular y desarrollo reproductivo, se aplicó un Análisis de promedios Móviles (De tercer orden). El efecto de utilizar un promedio móvil es alisar (suprimir) las variaciones estacionales, cíclicas, irregulares y aleatorias, obteniendo así la tendencia.

El problema de este tipo de análisis de tendencia es que es prácticamente imposible suprimir por completo las variaciones irregulares y cíclicas. En términos ideales, al seleccionar un periodo lo suficientemente prolongado, se puede descartar las variaciones cíclicas y algunas variaciones irregulares. Sin embargo, cuanto más información se incluya en el promedio móvil, menos sensible será éste a las observaciones recientes.

Debido a la escasa información disponible y las irregularidades que presenta, no es posible aplicar algún modelo del tipo Lineal o Polinomial, principalmente,

porque estos ofrecen un mayor grado de discrepancia entre lo observado y lo estimado.

3.8.2. Análisis de correlación:

Para determinar el grado de asociación entre las variables climáticas y las variables bióticas del estudio, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y para medir la significancia de la correlación se usó la prueba t-Student (5% de significancia).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Crecimiento vegetativo:

Entre el 8 de octubre de 1990 y el 12 de junio de 1991, la tasa de crecimiento vegetativo mostró claramente 2 flash o períodos de extensión de brotes (Figura 1). El inicio del primer flash no puede ser apreciado debido a lo tardío de la fecha de inicio de las mediciones, sin embargo, se pudo determinar que éste se prolongó hasta el 18 de diciembre. Entre el 25 de diciembre y 22 de enero los brotes presentaron una tasa de crecimiento muy baja. A partir del 29 de enero la tasa de crecimiento volvió a incrementarse, dando inicio a un segundo flash, cuyo nivel máximo ocurrió el 19 de marzo, disminuyendo nuevamente a partir de este punto, hasta alcanzar un nivel muy bajo el 5 de junio. La intensidad de este segundo flash de crecimiento fue menor que el primer flash. Estos resultados concuerdan con lo observado por SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985), quienes determinaron para paltos cv. Fuerte, dos flash de crecimiento vegetativo, uno en primavera y otro en

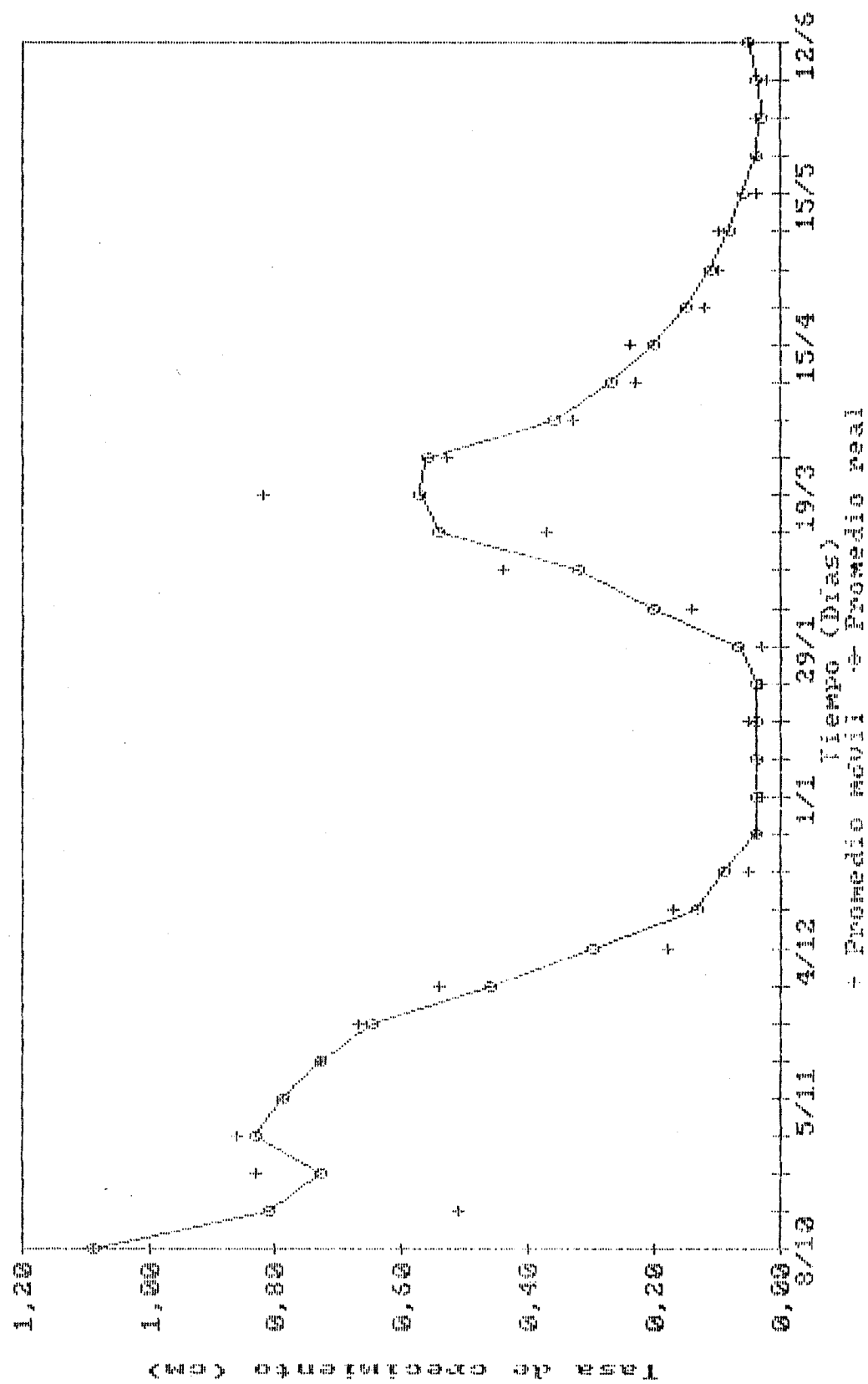


FIGURA 1. Tasa promedio de crecimiento de brotes, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

verano, los cuales varían significativamente en el tiempo de ocurrencia e intensidad, pero, siempre el flash de primavera fue de mayor intensidad que el de verano. Por el contrario, WHILEY et al, (1988b) han descrito para Queensland, Australia, dos flash de crecimiento vegetativo de similar intensidad (Anexo 5).

El 44 % de los brotes en estudio, no mostró un segundo flash de crecimiento (Datos no publicados). Además, el crecimiento promedio de los brotes que se desarrollaron en la primavera, fue mayor (8.17 cm) que el crecimiento promedio de los brotes que se desarrollaron durante el verano (4,86 cm) (Datos no publicados). Estos resultados coinciden con los de SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985), quienes observaron que no todos los brotes crecen durante todos los flash y que un alto porcentaje de los brotes crecían más en primavera que en verano.

SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985), comprobaron que el mayor nivel de carbohidratos de reserva, se produce a inicio de primavera, declinando durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos llegando a un mínimo en otoño. Entonces, es posible y explicable que el segundo flash de crecimiento vegetativo sea de menor

intensidad que el primer flash, debido a que en el verano, que es cuando éste ocurre, el nivel de carbohidratos se encuentra muy reducido.

Para determinar el grado de asociación que existe entre el crecimiento vegetativo y la temperatura, se correlacionó la tasa de crecimiento con la temperatura máxima, mínima y grados día en base a 5 y 10 °C (Cuadro 1).

La tasa de crecimiento para el período comprendido entre el 22 de octubre y 18 de diciembre, es decir, el período en que el flash de crecimiento vegetativo de primavera descende, tuvo un moderado grado de asociación negativa con las variables temperatura máxima y grados día en base a 5 y 10 °C. Es decir, los valores altos de temperatura máxima y grados día, se asocian a bajas tasas de crecimiento. En general, las altas temperaturas se asocian a altas tasas de crecimiento, dado que la velocidad de las reacciones bioquímicas aumenta al aumentar la temperatura. El hecho de encontrar una asociación negativa entre las variables hace pensar que existen otros factores que están relacionados, una

CUADRO 1. Correlación entre la tasa de crecimiento y temperatura máxima, temperatura mínima, grados día en base a 10 °C y grados día en base a 5 °C.

Período de Crecimiento	Temp. Máxima	Temp. Mínima	oDía (5 °C)	o Día (10 °C)
22.10.90 al 18.12.90	-0.7812* (0.0129)	-0.4078 (0.2760)	-0.7291* (0.0258)	-0.8065* (0.0086)
25.12.90 al 22.01.91	-	-	-	-
29.01.91 al 19.03.91	-0.4141 (0.3078)	0.1943 (0.6448)	-0.1943 (0.3288)	-0.3576 (0.3844)
19.03.91 al 12.06.91	0.7576* (0.0181)	0.5449 (0.1293)	0.5540 (0.1217)	0.7279* (0.0262)

- () Nivel de significancia, según prueba t-student.
 - La correlación no se puede calcular.
 * Nivel de significancia menor a 0.05, indica que la asociación es estadísticamente significativa.

posibilidad es que las raíces no sean capaces de abastecer de agua y nutrientes al follaje, por lo tanto, al aumentar la temperatura, la demanda atmosférica aumenta y el crecimiento se restringe.

Debido al reducido número de mediciones que existen durante el período entre los dos flash de crecimiento (25 de diciembre a 22 de enero), la correlación entre temperatura y tasa de crecimiento vegetativo no pudo ser determinada.

En el tramo ascendente del segundo flash de crecimiento vegetativo, no se encontró una correlación significativa entre las variables, es decir, no existe una asociación clara entre estas variables.

La zona descendente del segundo flash (19 de marzo a 12 de junio) mostró una asociación positiva moderada intensidad con la temperatura máxima y con los grados día en base a 10 °C. Es decir, los valores bajos de temperatura máxima están asociados a bajas tasas de crecimiento vegetativo, lo mismo ocurre en el caso de los grados día. Entonces, lo más seguro es que en la medida que la temperatura ambiente comienza a bajar en el otoño, en forma paralela, el crecimiento vegetativo también comienza a disminuir.

4.2. Desarrollo radicular:

4.2.1. Raíces superficiales:

El largo de raicillas a través de la temporada no pudo ser determinado debido al constante necrosamiento y muerte de éstas. El síntoma era muy similar al producido por el hongo Phytophthora cinnamomi. Una muestra de suelo y otra de raicillas con síntomas fue analizada en el laboratorio de fitopatología de la facultad de agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, determinándose la presencia de Phytophthora en ambas muestras. Cabe hacer notar, que para la investigación se eligieron árboles aparentemente sanos y se inyectaron el 25 de enero en forma preventiva con ácido fosforoso (7.5%) para evitar posibles ataques de este hongo durante el transcurso de las mediciones, por lo que no se descarta que el ataque se produzca en forma posterior a la muerte de las raicillas. La causa de muerte de raicillas puede deberse a que las hojas de diario puestas sobre la zona de crecimiento radicular, generan una condición de exceso de humedad que produce asfixia de las raicillas o que la tinta del periódico contenga alguna sustancia tóxica para

las raíces. Por ello, para los próximos ensayos sería recomendable evaluar otros métodos de medición.

La curva de crecimiento radicular se construyó a partir del número promedio de raicillas y se extendió entre el 31 de octubre y el 16 de junio (Figura 2). Se aprecia un aumento sostenido desde el 31 de octubre hasta el 26 de diciembre, fecha después de la cual en general se mantiene un número de raicillas constante, excepto por una baja entre el 8 de enero y 19 de febrero (valores reales). La causa de esta baja, posiblemente sea, que durante los días 7 y 12 de enero, debido a restricciones en el suministro de agua de riego a causa de la sequía que sufría la región, las tensiones superaron lo recomendado, registrándose hasta 68 cb, a 30 cm de profundidad (Anexo 4). Es decir, la curva pareciera describir un solo flash de crecimiento radicular a diferencia de WHILEY *et al*, (1988a), que determinaron dos flash de crecimiento radicular.

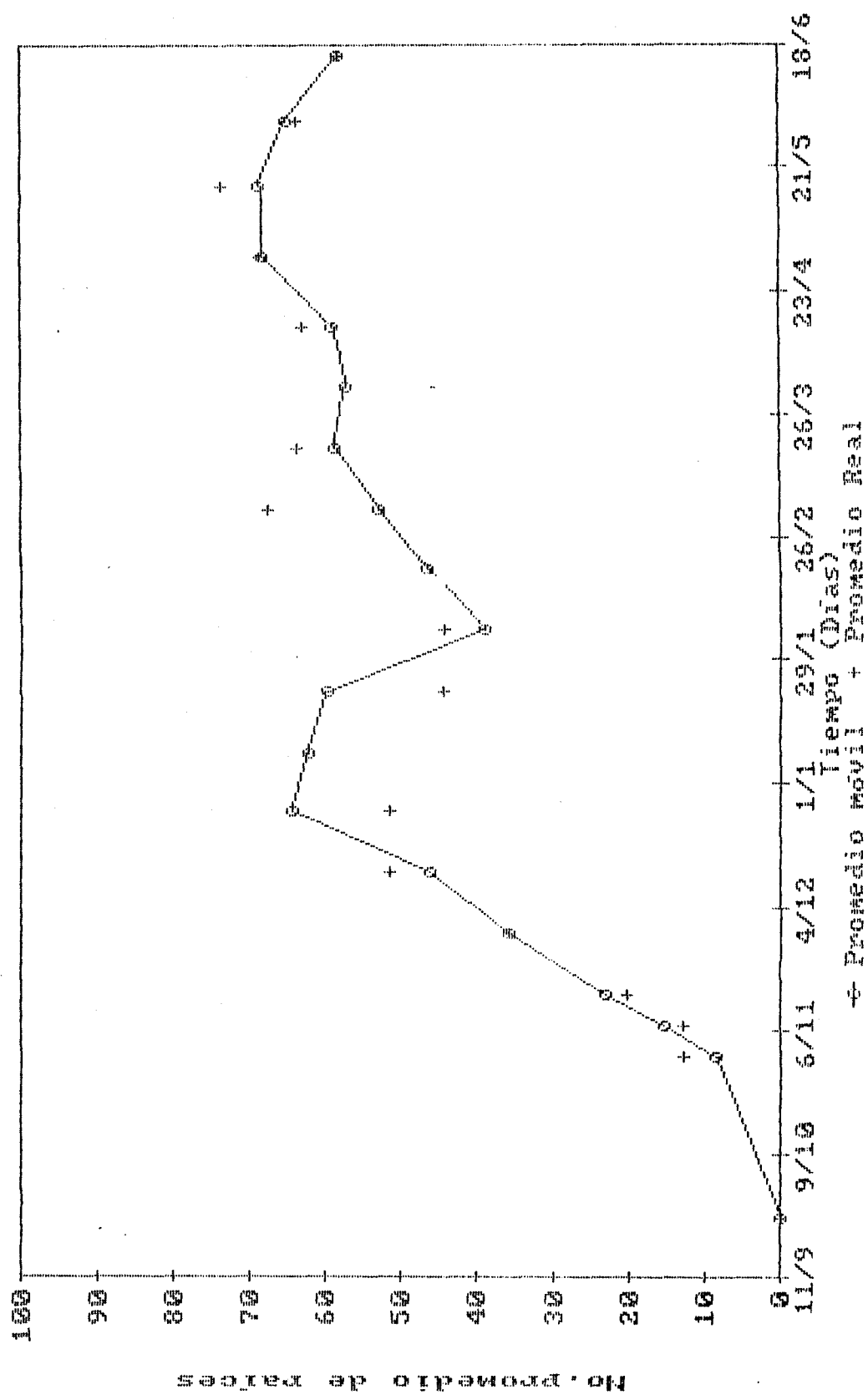


FIGURA 2. Número promedio de raíces superficiales, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

El número promedio de raíces entre el 31 de octubre y el 26 de diciembre fue correlacionado con las temperaturas a 15 cm de profundidad, medida a las 8:00 y 15:00 h (Cuadro 2).

CUADRO 2. Correlación entre el número promedio de raíces medido bajo los diarios y la temperatura del suelo medida a 15 cm de profundidad, a las 8:00 y 15:00 h.

Período de Crecimiento	Temperatura a las 8:00 h	Temperatura a las 15:00 h
31.10.90 al 26.12.90	0.8718 (0.0236) *	0.9342 (0.0064) *
08.01.91 al 05.02.91	-	-
19.02.91 al 17.05.91	-0.6381 (0.1230)	-0.6620 (0.1053)
01.06.91 al 16.06.91	-	-

() Nivel de significancia, según prueba t-student.

- La correlación no se puede calcular.

* Nivel de significancia menor a 0.05, indica que la asociación es estadísticamente significativa.

Se encontró una asociación positiva significativa muy alta con la temperatura medida a las 8:00 y 15:00 h. Es decir, las temperaturas altas a 15 cm de profundidad,

están asociadas a un mayor número de raíces superficiales durante este período.

Según WHILEY et al, (1987b), el crecimiento de la raíz de los paltos está determinada primordialmente por la temperatura del suelo; el crecimiento radicular no es significativo a 13 °C, obteniéndose el mayor desarrollo cuando la temperatura del suelo excede los 18 °C.

Al observar las temperaturas medias mensuales del suelo, medidas a 15 cm de profundidad (Figura 3), se puede ver que el mes de octubre presenta una temperatura media levemente inferior a 13 °C, es decir, durante este mes el crecimiento de las raicillas superficiales va a ser restringido, tal como se puede observar en la curva. El crecimiento de raicillas entre el 31 de octubre y el 26 de diciembre se produce cuando la temperatura del suelo comienza a aumentar por sobre 13 °C, es decir, durante el mes de noviembre y diciembre. En el mes de enero, la restricción de humedad del suelo habría producido el descenso del número de raicillas, puesto que existían temperaturas adecuadas para su desarrollo. No se pudo correlacionar el crecimiento durante este período con la temperatura del suelo, dado los escasos datos con que

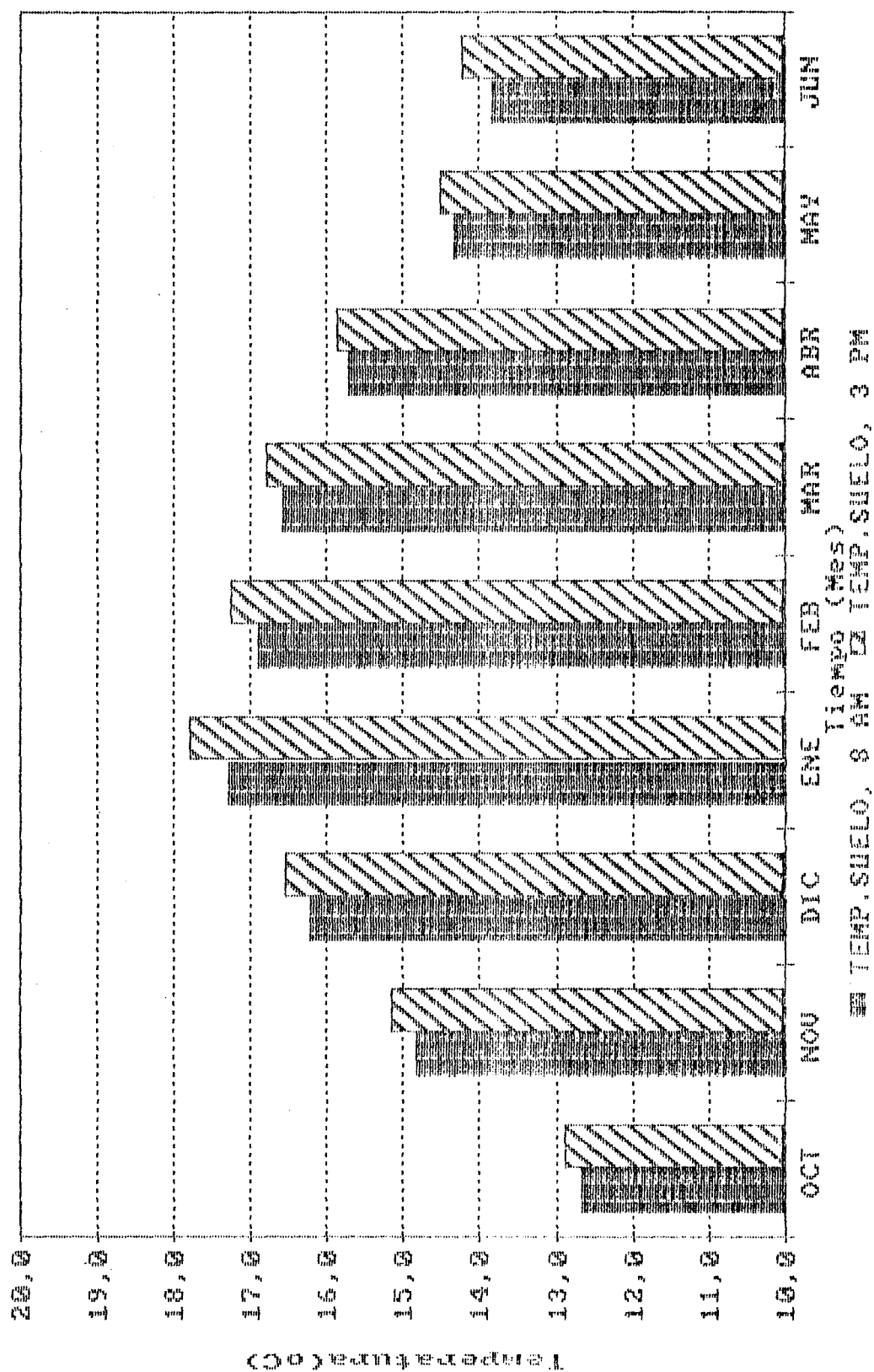


FIGURA 3. Temperatura de suelo promedio mensual, medida a 15 cm de profundidad, a las 8:00 y 15:00 h, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

se contaba. El número de raicillas se incrementa nuevamente a partir del 19 de febrero debido a que la humedad del suelo y temperaturas resultaban adecuadas, pero, no se encontró una asociación significativa con la temperatura de suelo para este lapso. El crecimiento radicular, en general se mantiene en un nivel alto hasta el mes de junio, debido presumiblemente a que las temperaturas medias de otoño resultan superiores a 13 °C.

Al sobreponer la curvas, tasa de crecimiento vegetativo y número promedio de raicillas superficiales (Figura 4), se puede apreciar, que el inicio del crecimiento radicular ocurre cuando el flash de crecimiento vegetativo está en descenso. Como se dijo anteriormente, la baja en la tasa de crecimiento vegetativo de verano parece no estar relacionada directamente con la temperatura, pero podría estar relacionada con el crecimiento radicular.

En invierno el árbol se encuentra en un semi-receso o período de baja actividad debido a las bajas temperaturas. Hacia la primavera, la temperatura ambiental comienza a aumentar (Figura 5), no así la de suelo (Figura 3), es decir existe una condición ambiental que estimula la brotación. Es así como, PALMA (1991)

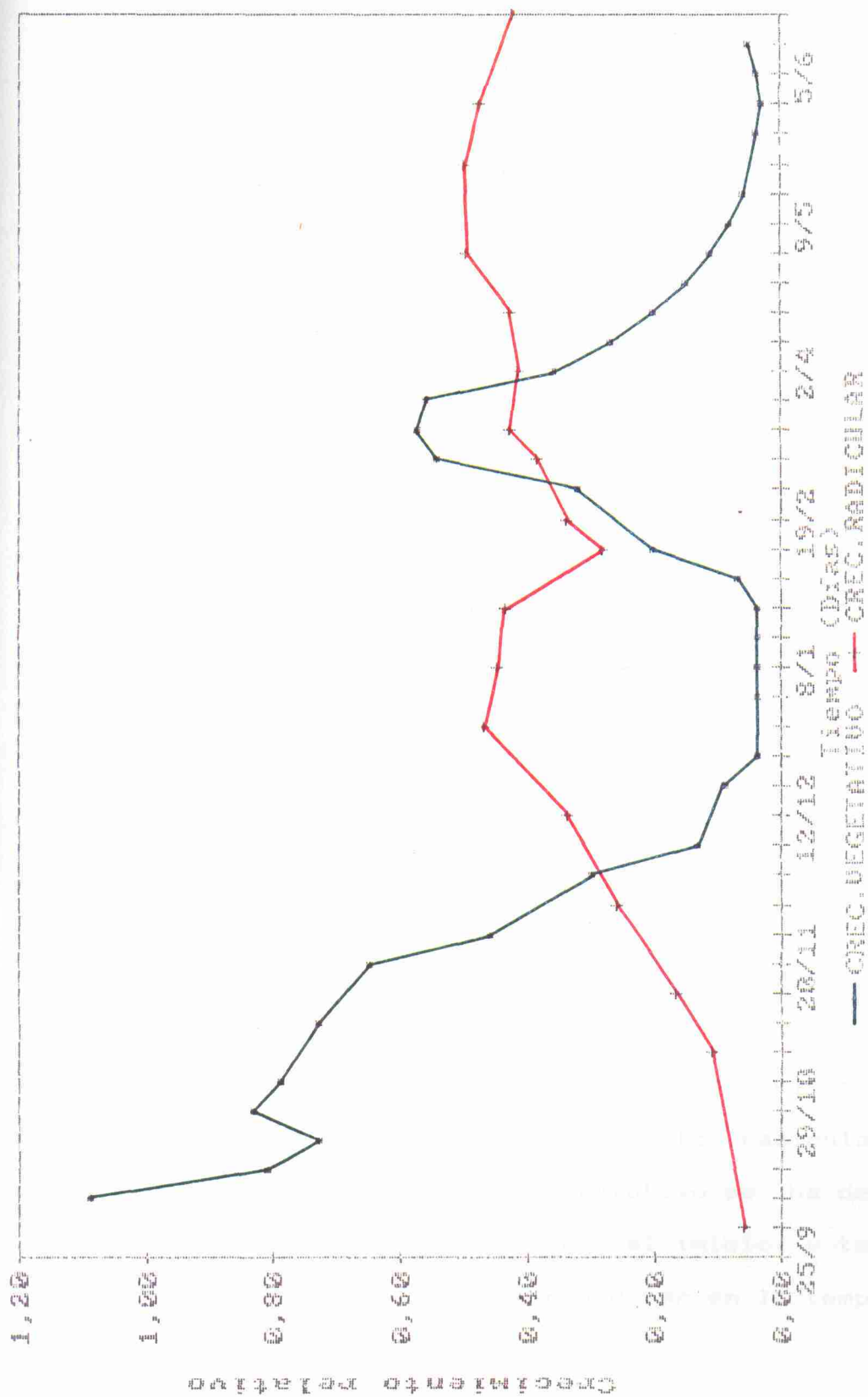


FIGURA 4. Crecimiento vegetativo y radicular, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

(Datos sin publicar) determinó para el cultivar Fuerte una asociación positiva entre la temperatura máxima y mínima con la tasa de crecimiento del brote en el inicio del flash de crecimiento de primavera. De esta forma cuando los brotes inician su desarrollo, las temperaturas del suelo resultan muy bajas para el crecimiento de las raíces. Pero, el crecimiento vegetativo no puede continuar creciendo sin estar acompañado de un crecimiento radicular; la tasa de crecimiento comienza a bajar cuando el sistema radicular no es capaz de abastecer de agua y nutrientes al follaje. Las raíces inician su desarrollo cuando la temperatura del suelo es superior a los 13 °C y se mantienen creciendo mientras la temperatura se mantenga sobre este nivel. El follaje reanuda su crecimiento cuando el volumen radicular es suficiente para satisfacer la demanda de agua y nutrientes, dando inicio a un segundo flash de crecimiento vegetativo el cual se prolonga hasta que las temperaturas ambientales comienzan a disminuir, lo cual ocurre antes que las temperaturas del suelo bajen de 13 °C, por lo tanto, el crecimiento radicular continúa a pesar que el crecimiento vegetativo se ha detenido. En resumen, se puede esperar que el inicio y termino del crecimiento vegetativo y radicular en la temporada esté

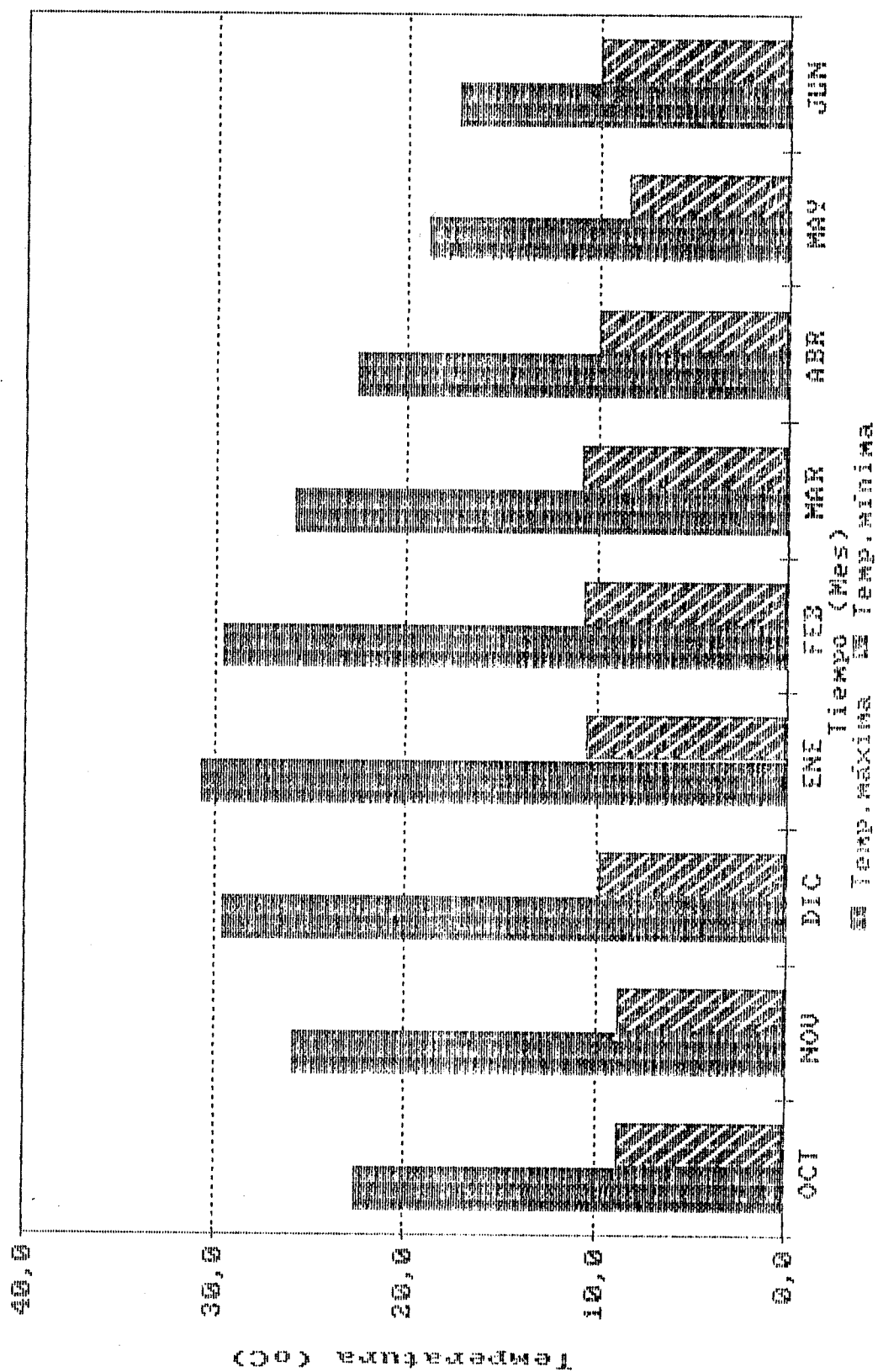


FIGURA 5. Temperatura máxima y mínima, promedio mensual, palto cv. Hass, Quillota, y región, 1990/1991.

regulado por la temperatura ambiente y de suelo, pero, la detención del crecimiento vegetativo que ocurrió entre el 22 de diciembre y 22 de enero, se debe a una relación estrecha entre el follaje y la capacidad radicular.

4.2.2. Raíces en profundidad:

Las observaciones efectuadas en el rizotrón para la determinar el comportamiento de las raíces en profundidad fueron realizadas a partir del 21 de septiembre; el primer crecimiento radicular no fue apreciable si no hasta el 5 de febrero. El número de raicillas que se visualizó a través del vidrio del rizotrón, fue de 15. Sólo una de ellas permaneció activa durante todo el período de medición, el resto aparecía y luego se necrosaba. El seguimiento corresponde entonces a la tasa de crecimiento de una raicilla de un solo árbol, lo cual no resulta representativo y por ello no fue considerado en el análisis de crecimiento de raíces.

El 80% de las raicillas en el rizotrón se distribuye entre 0 - 30 cm de profundidad y el 20% entre 30 - 60 cm, es decir, el desarrollo resultó ser superficial, tal como

lo han descrito otros autores (POSSINGHAM y KRIEDEMANN, 1986; SALAZAR Y CORTEZ 1986 y WOLSTENHOLME, 1987).

Tanto en el rizotróon como en raíces superficiales, el grosor de las raicillas no superó 5 mm y raicillas secundarias no eran frecuentes. El diámetro y número de raicillas principales y secundarias resulta bajo al compararlo con los estudios realizados por PALMA (1991) (Datos sin publicar) en palto cv. Fuerte sobre patrón Duke, bajo las mismas condiciones de textura de suelo y clima. Como ha indicado BORYS, BARRERA y LUNA (1985) factores genéticos tanto del portainjerto como del injerto, podrían estar envueltos en las diferencias encontradas entre los componentes de tamaño. JONES, EMBLETON y CREE (1957), BARRERA, BORYS y MARTINEZ (1981) y BORYS, BARRERA y LUNA (1985) sugieren una relación entre la variación de los componentes morfológicos de las raíces (largo, diámetro y número de raíces principales y secundarias) del patrón y la productividad del árbol.

4.3. Desarrollo reproductivo:

4.3.1. Floración:

El período de floración se extendió entre el 8 de octubre y el 22 de noviembre (Figura 6) y se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, alcanzando como valor máximo 7,12 % el día 25 de octubre. Cabe hacer notar, que cuando se dió inicio a la medición, los árboles ya se encontraban en floración, por ello la extensión real para la temporada no pudo ser determinada.

El período de floración coincide con el primer flash de crecimiento vegetativo y con un bajo crecimiento radicular (Figura 7). Es decir, la floración está compitiendo directamente con el crecimiento vegetativo por las reservas de carbohidratos del árbol y además, incrementan la pérdida de agua del árbol en el momento en que existe un crecimiento radicular bajo. Tal como lo ha señalado WHILEY, CHAPMAN y SARANAH (1988) los órganos florales incrementan el potencial de pérdida de agua del árbol en un 90 % y demandan las reservas de carbohidratos y nutrientes que tiene el árbol.

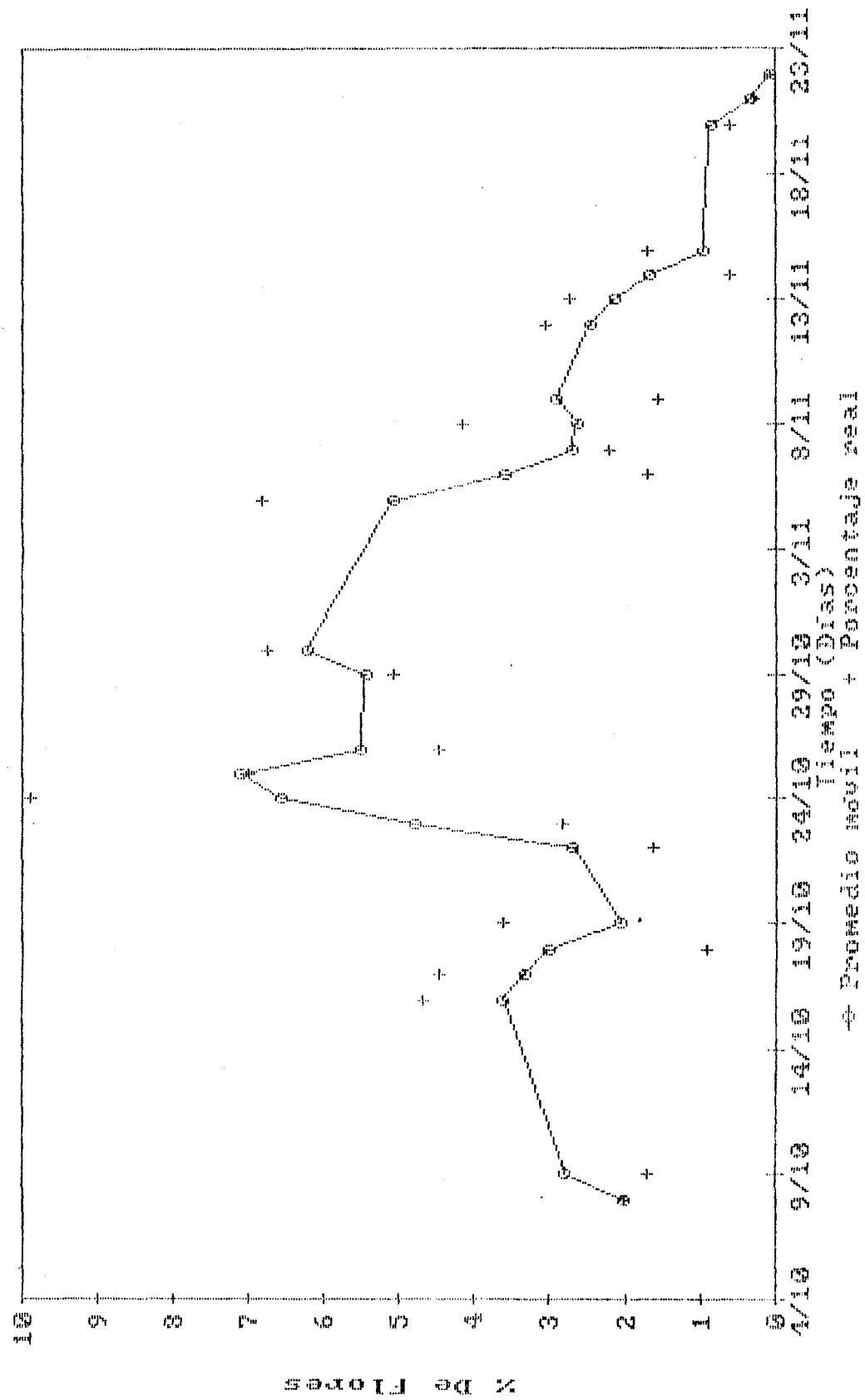


FIGURA 6. Porcentaje de floración, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

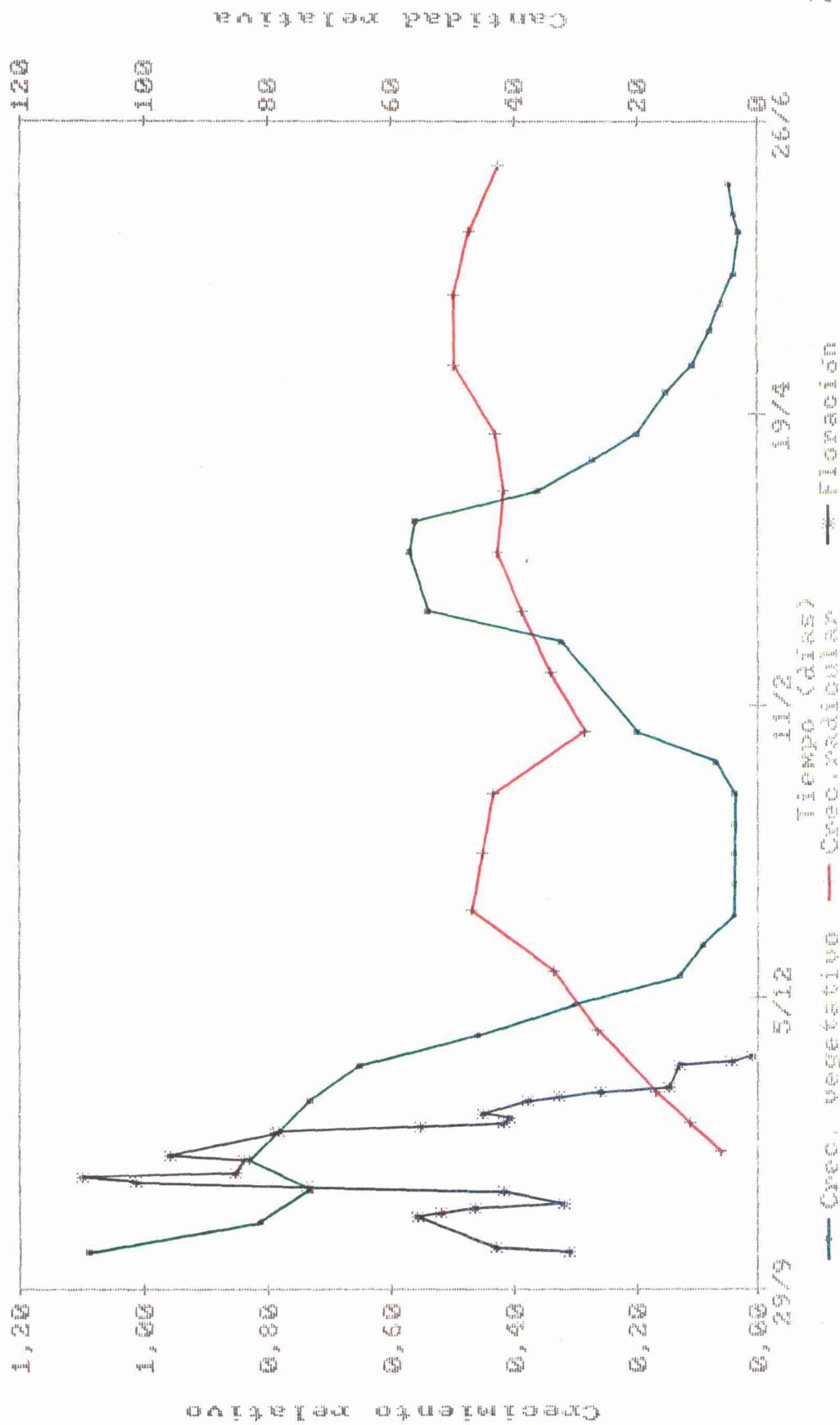


FIGURA 7. Crecimiento vegetativo, crecimiento radicular y floración, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

4.3.2. Comportamiento floral:

El comportamiento sexual durante la floración, no se ajustó al patrón de floración tipo A descrito por STOUT, (1932). Así fue como, de las mediciones realizadas a las 9:00 h, el 25 % de ellas mostraron un traslape de estados sexuales, y de las realizadas a las 16:00 h, el 41,6 %, es decir, el traslape fue más frecuente en la medición de las 16:00 h (Cuadro 3).

La cantidad total de flores masculinas a las 9:00 h (462 flores) fue mayor que el total de flores masculinas a las 16:00 h (425 flores); en el caso de las flores femeninas ocurrió lo contrario, vale decir, el mayor número de flores totales se obtuvo a las 16:00 h (207 flores) y el menor (120 flores) a las 9:00 h. En total, las flores masculinas representaron el 73.06 % del total de flores abiertas a las 9:00 y 16:00 h (Cuadro 3).

CUADRO 3. Número de flores femeninas y masculinas, abiertas a las 9:00 y 16:00 h, y temperatura máxima y mínima del día anterior, palto Hass, Quillota, 1990.

Fecha	Temp.	Temp.	9:00 h		16:00 h		TOTAL FLORES ABIERTAS
	máxima (°C)	mínima (°C)	F	M	F	M	
8/10/90	20	6	0	18	10	3	31
9/10/90	22	7	7	10	8	1	26
16/10/90	22	6	51	0	0	21	72
17/10/90	18	11	16	0	0	53	69
18/10/90	18	11	6	0	1	7	14
19/10/90	16	11	1	3	6	46	56
23/10/90	19	8	35	4	4	1	44
24/10/90	20	13	0	18	62	72	152
25/10/90	17	12	0	62	45	1	108
26/10/90	19	8	0	39	0	30	69
29/10/90	25	9	0	55	23	0	78
30/10/90	20	7	2	26	0	76	104
5/11/90	24	6	0	66	1	38	105
6/11/90	24	6	0	15	11	0	26
7/11/90	21	7	0	21	13	0	34
8/11/90	21	8	1	31	13	19	64
9/11/90	23	10	0	24	0	0	24
12/11/90	25	7	1	29	0	17	47
13/11/90	15	12	0	17	0	25	42
14/11/90	17	6	0	3	0	6	9
15/11/90	23	6	0	13	8	5	26
20/11/90	20	6	0	7	2	0	9
21/11/90	27	10	0	0	0	4	4
22/11/90	29	9	0	1	0	0	1
Total			120	462	207	425	1214
Porcentaje (%)			10%	38%	17%	35%	100%

* Las temperaturas máximas y mínimas, fueron obtenidas del termógrafo de la estación agrometeorológica de la Facultad de Agronomía de la U.C.V.

Al correlacionar el número de flores abiertas masculinas y femeninas a las 9:00 y 16:00 h, con la temperatura máxima y mínima nocturna anteriores a la floración (CUADRO 4), se obtuvo una correlación positiva, significativa, entre la temperatura mínima de la noche anterior a la floración y el número de flores femeninas a las 16:00 h. Otras correlaciones significativas entre la temperatura máxima o mínima y el número de flores abiertas femeninas o masculinas no fueron encontradas.

CUADRO 4. Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 9:00 y 16:00 h, con la temperatura máxima y mínima.

Número de Flores abiertas	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima
Femeninas (9:00 h)	-0.0855 (0.6911)	-0.1409 (0.5113)
Masculina (9:00 h)	0.0756 (0.7254)	0.0034 (0.9875)
Femeninas (16:00 h)	-0.1231 (0.5665)	0.4490 (0.0277) *
Masculinas (16:00 h)	-0.3081 (0.1430)	0.3015 (0.1522)

() Nivel de significancia, según prueba t-student.

* Nivel de significancia menor a 0.05, indica que la asociación es estadísticamente significativa.

Diversos autores han escrito acerca del complejo ciclo de floración del palto y su sensibilidad a la temperatura. BRINGHURST (1952) encontró que en el cultivar Hass bajo condiciones cálidas, el primer estado floral (femenino) aparece al mediodía y que bajo condiciones relativamente frías aparece hacia el atardecer, cuando la actividad de los polinizadores es menor, lo que genera un traslape de flores de distinto sexo en el árbol. Además, encontró que en días muy fríos, el primer estado floral no ocurre en muchas de las flores. SEDGLEY y ANNELLS, (1981) estudiaron la respuesta de la floración en el cultivar Hass a la temperatura. Ellos determinaron que con temperaturas de 33/18 °C (día/noche) y 25/20 °C las flores abren en la mañana en el estado femenino y nuevamente en la tarde del día siguiente en estado masculino (ciclo floral tipo A). A la temperatura 17/12 °C, encontraron que las flores en el estado femenino abren en la tarde y reabren en estado masculino 2 días después, durante la tarde, se mantienen abiertas en la noche y comienzan a cerrarse a la mañana siguiente, es decir, se produce un retardo en el ciclo floral que produce el traslape de los estados sexuales. SEDGLEY y GRANT (1983) comprobaron que la dicogamia de los cultivares tipo A es menos sensible con temperaturas de

33/28 °C a 17/12 °C (día/noche), en comparación con los cultivares tipo B. WHILEY *et al*, (1988b) demostraron que los cultivares tipo A, funcionan con una máxima en el día mayor a 20 °C y en la noche con una mínima sobre 10 °C, sin sufrir trastornos en la productividad.

Al observar las temperaturas máximas del día y mínima de la noche anteriores a la floración (Cuadro 3), se puede ver, que sólo el día 24 de octubre logra temperaturas superiores a 17/12 °C. En general son las temperaturas mínimas las que no alcanzan los 12 °C. Las bajas temperaturas y en especial las mínimas registradas durante la noche anterior a la floración, podrían entonces producir un ciclo floral más largo, que en definitiva altera el patrón dicogámico tipo A. Es decir, las bajas temperaturas registradas durante la floración pueden ser las responsables del traslape observado entre el estado femenino y masculino, tal como lo describen SEDGLEY y ANNELLS (1981). Bajo estas condiciones, las flores abrirían como femeninas hacia la tarde, lo cual explica la presencia de este estado a las 16:00 h. Las flores reabrirían 2 días después en su estado masculino hacia la tarde y permanecerían abiertas durante la noche, para cerrarse durante la mañana, lo que explicaría el

haber encontrado flores en estado masculino tanto a las 16:00 como a las 9:00 h.

La asociación positiva encontrada entre la temperatura mínima de la noche anterior a la floración y el número de flores abiertas en estado femenino a las 16:00 h, indicaría que con temperaturas mínimas muy bajas el número de flores femeninas también es bajo, lo que podría deberse a que las flores no presentan el primer estado sexual o que el estado femenino ocurre durante la noche, como lo ha descrito BRINGHURST (1952). Esta situación explicaría el menor número de flores femeninas totales observado, en relación al total de flores masculinas.

4.3.3. Cuaja :

El máximo número total de flores en las panículas apicales y laterales de los brotes en medición fue de 2.129 flores el día 22 de octubre (Anexo 8). El máximo número total de frutos cuajados fue de 146 el día 20 de noviembre (Anexo 9), pero, ninguno de estos frutos llegó al final de su desarrollo, puesto que estos se fueron desprendiendo, de modo que al 15 de abril, la totalidad

de los frutos de la muestra habian caído, es decir, el porcentaje de cuaja fue 0 %, lo cual resulta inferior al 0.1 % de cuaja descrito por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991).

4.3.4. Caída de frutos:

El desprendimiento de fruta de las panículas se produjo desde el 20 de noviembre hasta el 15 de abril, momento en el cual el total de los frutos de la muestra fue agotada (Figura 8). Se puede apreciar un peak de caída bien definido, entre el 20 de noviembre y 8 de enero, con un valor máximo el 18 de diciembre. En el período comprendido entre el 8 de enero y 15 de abril se produce una caída de frutos de baja intensidad respecto del peak, pero persistente en el tiempo.

La abscisión de frutos también fue seguida por medio de cajas ubicada bajo la canopia de los árboles. Los resultados muestran gran similitud con los obtenidos en los brotes. El final del peak de caída se produce el 8 de enero, y una caída persistente se produce a partir de esta fecha (Figura 9).

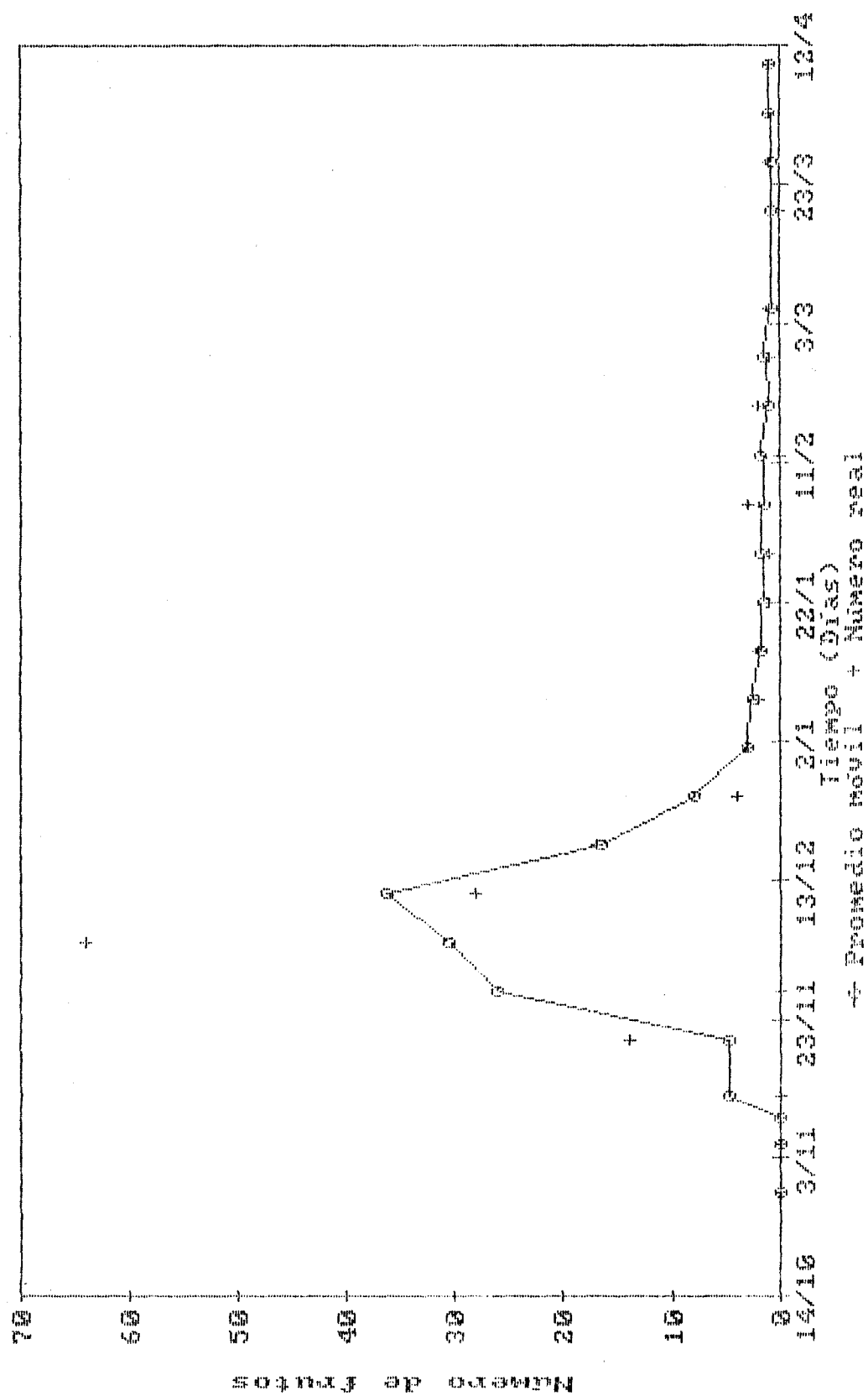


FIGURA 8. Desprendimiento de fruta en brotes, palto cv. Hass, Guillota, V región, 1990/1991.

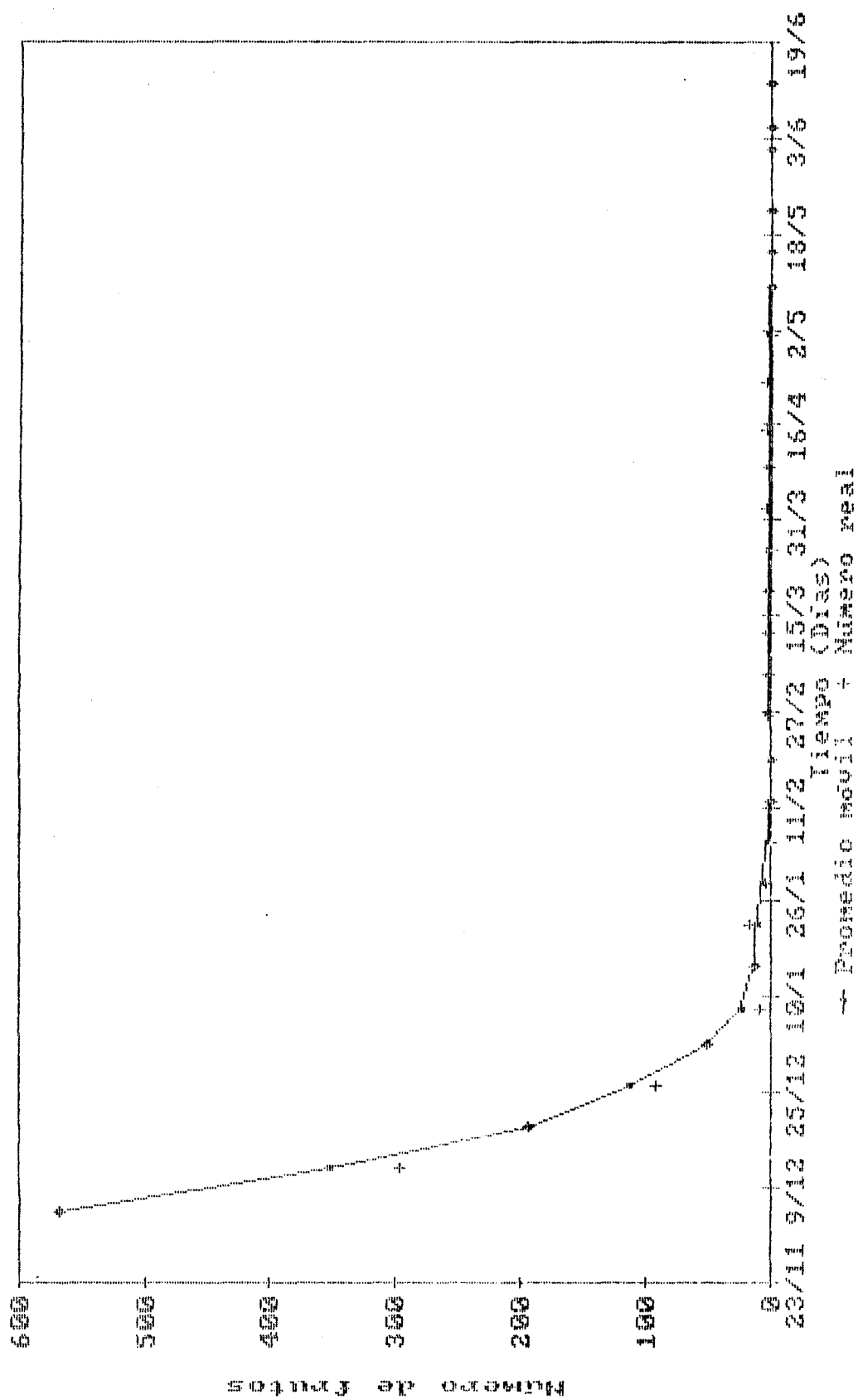


FIGURA 9. Caída de fruta bajo la canopia, palto
cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

El inicio del peak no puede ser apreciado por lo tardío de la implementación del sistema de medición.

SEDGLEY (1987) determinó que existe una caída durante las primeras semanas después de la antesis, pero, se trata principalmente de flores infertilizadas. Un mes después de la antesis, ocurrió el principal desprendimiento de frutos, todos ellos estaban fertilizados y tenían embriones normales y desarrollo del endosperma, no se observó una razón anatómica que explicara la alta tasa de caída. SEDGLEY (1987) sugiere que efectos de competencia entre el crecimiento vegetativo y los frutos, así como también entre los frutos, pueden ser los responsables de esta absición. Una pequeña caída, también ocurre durante el período de crecimiento del fruto.

La floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre y el peak de caída de frutos se extiende entre el 20 de noviembre y 8 de enero, es decir, un mes después de la antesis, tal como lo describe SEDGLEY (1987).

Al sobreponer las curvas de crecimiento vegetativo y radicular, con las de floración y caída de frutos

(Figura 10), se aprecia que la floración y por tanto la cuaja, coinciden con el flash de crecimiento vegetativo de primavera, es decir, estos eventos ocurren en forma simultánea y por lo tanto compiten por una fuente limitada de recursos. Es por esto, que un peak de desprendimiento de frutos se produce luego de la floración y del flash de crecimiento vegetativo de primavera. Una caída continua ocurre luego del peak, esta no parece estar relacionada con el segundo flash de crecimiento vegetativo, ya que no se produce un incremento de ella durante este flash. Este desprendimiento podría estar relacionado a una competencia entre los frutos, por un nivel de reservas cada vez más reducido, puesto que el nivel de carbohidratos de reserva es bajo en verano y alcanza los mínimos valores en otoño, tal como lo ha descrito SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER (1985).

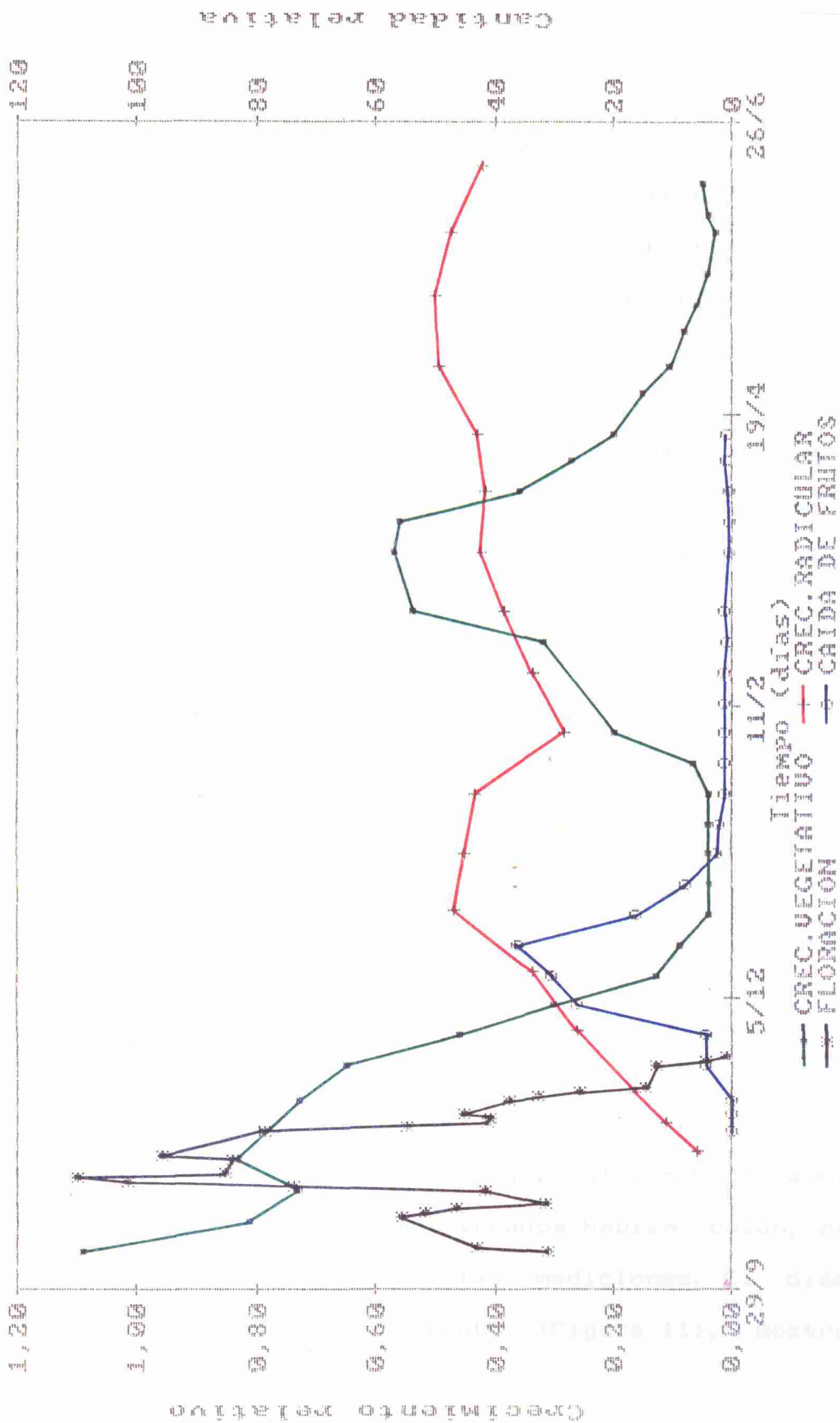


FIGURA 10. Ciclo fenológico de palto cv. Hass, Guiltota, V región, 1990/1991.

Controlado el vigor de los brotes durante el crecimiento de primavera, es posible reducir la intensidad de la competencia y así reducir la abscisión de fruta posterior a la floración; con ello se logra mayor productividad y un control del tamaño de los árboles.

Los resultados de caída de frutos difieren de los determinados por WHILEY et al, (1988a). Ellos encontraron 2 pick de caída de frutos, el primero de menor intensidad que el segundo. Esta diferencia se puede atribuir al hecho, que el segundo flash de crecimiento vegetativo resultó de menor intensidad que el de primavera, a diferencia de WHILEY et al, (1988a) que determinaron dos flash vegetativos de similar intensidad.

4.3.5. Desarrollo del fruto:

El diámetro polar y ecuatorial de los frutos, fue medido desde el 2 de enero, con el propósito de construir la curva de crecimiento. Sin embargo, al día 9 de abril la totalidad de los frutos muestreados habían caído, por lo que no se pudo continuar las mediciones. El diámetro polar y ecuatorial del fruto (Figura 11), mostró un

crecimiento sostenido desde el 2 de enero hasta el 5 de marzo, entre el 5 y 26 de marzo el incremento es muy escaso y a partir del 2 de abril nuevamente se incrementa el diámetro.

Segun CHANDLER (1962) 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 otras frutas donde la división celular cesa en un cierto punto y el crecimiento posterior es por elongación celular exclusivamente.

La explicación más razonable para la detención observada en la curva de crecimiento del fruto, es que durante el período comprendido entre el 5 y 26 de marzo se midió frutos que tenían sus haces vasculares interrumpidos, pero que aún no se habían desprendido. Si bien esta situación pudo haber ocurrido en las mediciones anteriores, en este período afectó en mayor forma la curva, debido al reducido número de frutos que quedaban en la muestra a esa fecha.

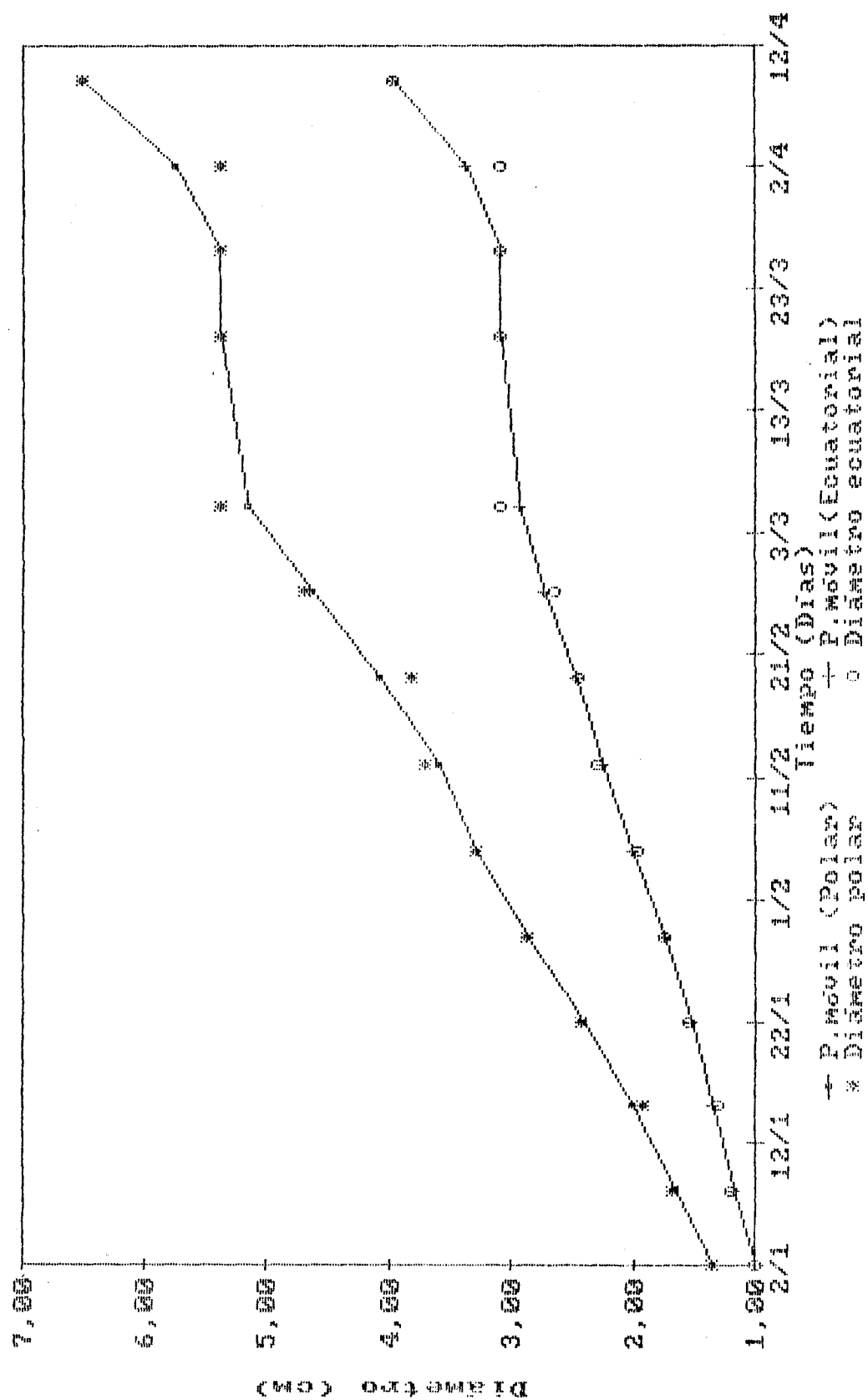


FIGURA 11. Diámetro polar y ecuatorial promedio de frutos de palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

4.4. Riego:

La frecuencia y tiempo de riego se determinó a partir de la lectura de tensiómetros a 30, 60 y 90 cm de profundidad ubicados en el huerto en ensayo. En base a los tiempos de riego por mes y el gasto de los emisores se calculó el gasto en litros por segundo por hectárea, para cada mes (Figura 12).

Se puede apreciar que el mes de octubre presenta un gasto mayor al mes de noviembre y diciembre, pese a que la evaporación de bandeja es menor. WHILEY et al, (1988a) demostraron que los requerimientos de agua aumentan sustancialmente durante esta etapa, ya que se incrementa la superficie de exposición, y si el agua es limitante, la panícula es la primera en estresarse, pudiendo sufrir daños irreversibles y los frutos recién cuajados pueden abortar prematuramente. Este mayor gasto entonces se debe a que durante el mes de octubre se concentró la floración.

El mayor gasto se produjo en enero, o sea, en el mes de mayor demanda atmosférica, según lo indica el evaporímetro de bandeja clase A (Figura 12).



FIGURA 12. Gasto de agua de riego y evaporación diaria de bandeja clase A (promedio mensual) palto cv. Hass, Quillota, V región, 1990/1991.

El mes de abril presenta un gasto mayor que el de marzo, pese a que la evaporación de bandeja fue menor; esto se debe a que el día 29 de abril se realizó un riego de 4 horas, es decir, se produce una distorsión de los resultados al estar en el límite con el mes de mayo.

4.5. Estado nutricional de los Árboles:

El día 25 de abril se tomó una hoja madura de un brote sin fruta del crecimiento de verano de cada punto cardinal de los árboles en ensayo, para realizar un análisis de tejido y determinar el estado nutricional de los árboles y los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 5.

Al comparar los resultados del análisis de tejido y los estándares óptimos, excesivo y deficiente, se encontró que el nivel de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) se encuentran dentro del rango óptimo. Los micronutrientes (Zn y B), se encuentran en un rango oculto, es decir, no están en un nivel óptimo, pero tampoco caen dentro del rango deficiente.

CUADRO 5. Concentraciones estándar para análisis foliar en árboles adultos cv. Hass (*).

Elem.	Uni.	Nivel			
		Nivel muestra	Deficiente	Adecuado	Excesivo
N	%	2,02	<1.6	2,00 - 2,40	> 2.5
P	%	0,10	<0.05	0,08 - 0,25	> 0.3
K	%	0,75	<0.35	0,75 - 2,00	> 3.0
Ca	%	2,70	<0.50	1,00 - 3,00	> 4.0
Mg	%	0,55	<0.15	0,25 - 0,80	> 1.0
Zn	ppm	22	<10-20	30 - 150	> 300
B	ppm	24	<10-20	50 - 100	100-250

(*) Corresponde a la poca de muestreo marzo- abril.
Despus de Jones y Embleton (1966).

5. CONCLUSIONES

Se logró 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.) cv. Hass.

El desarrollo vegetativo presentó dos flash de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera (8 de octubre a 25 de diciembre) y otro en verano-otoño (29 de enero a 5 de junio).

El 44 % de los brotes muestreados no mostró un segundo flash de crecimiento, además, los brotes del segundo flash fueron de menor longitud total en comparación con el desarrollo logrado durante el primer flash de crecimiento.

El desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, evidenciándose aparentemente un solo flash de crecimiento. El inicio de este flash parece tener una correlación directa con la temperatura del suelo.

La detención del crecimiento vegetativo de primavera pareciera estar relacionado con la baja población de raíces que existe en ese momento.

Las raicillas se desarrollaron principalmente en forma superficial, el 80 % de éstas se encontraron en los primeros 30 cm de profundidad, además, su diámetro no superó los 5 mm y el número de raíces principales y secundarias fue pobre.

El período efectivo de floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, es decir, en forma paralela al flash de crecimiento vegetativo de primavera y un escaso desarrollo radicular.

La dicogamia tipo A descrita para el cultivar Hass, no se cumple bajo las condiciones ambientales de la zona de Quillota, V región.

Un peak de desprendimiento de frutos ocurrió entre el 20 de noviembre y 8 de enero, es decir, un mes después de la floración. Una caída de baja intensidad; pero persistente se registró desde el 8 de enero hasta el 1 de mayo.

6. RESUMEN

Se describe una aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V región. El desarrollo vegetativo presentó dos flash de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera (8 de octubre a 25 de diciembre) y otro de menor intensidad en verano-otoño (29 de enero a 5 de junio). El desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo flash de crecimiento. La floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, paralelamente al flash de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular. Se pudo determinar además, que la dicogamia tipo A descrita para el cv. Hass no se cumple bajo las condiciones ambientales de la zona. 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.

7. LITERATURA CITADA

- BARRERA, J.L., BORYS, M.W. and MARTINEZ, H. 1981. Root systems of Persea americana Mill. and Persea schiedeana Nees, 21st. International Horticultural Congress, Hamburg, Frg, Abstracts.
- BEN-YA'COV, A. 1973. Avocado rootstock-scion relationships: a long-term, large - scale, field research. Project II, data recollected from fruit bearing orchards. California Avocado Society Yearbook 56 : 130-134.
- BERGH, B.O. y WHITSELL, R.H., 1974. Self-pollinated Hass seedlings. California Avocado Society Yearbook 1973-74: 118-126.
- BIRAN, D. 1979. Fruitlet abscission and spring growth retardation - their influence on avocado productivity. M. Sc. dissertation. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- BLUMENFELD, A., GAZIT, S. and ARGAMAN, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. Israel, Bet-Dagan, Volcani Institute, Department of Subtropical Horticulture, pp. 84-85 (Special publ. N° 222).
- BORYS, M.W., BARRERA, J.L. and LUNA, J. 1985. Some root characteristics of avocado (Persea americana Mill.) seedling of the West Indian and Guatemalan races. California Avocado Society Yearbook 69: 111-122.
- 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.

- CAMACHO, S.E., HALL, A.E. and KAUFFMANN, M.R. 1974. Efficiency and regulation of water transport insome woody and herbaceous species. Plant Physiology 54: 169-172.
- CAMERON, 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. 1961. Frutales de hoja perenne. Mexico, Hispanoamericana. 675p.
- DE FINA, A. Y RAVELO, A. 1985. Climatología y Fenología Agrícola. Buenos aires, E U DE B A. 351p.
- COETZER, L.A. and ROBBERTSE, 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.
- ENGLER'S, A. 1964. Syllabus, Der Pflanzenfamilien, Vol II, Angiospermen Übersicht, Gebruder Borntraeger. Berlin-Nikolassee, 666 p.
- ESPINOZA, A. 1991. Rentabilidad de una plantación de paltos. Revista de Desarrollo Agrícola, Banco Osorno 1: 9-13.
- ESTERN, R.E., KAUFMANN, M.R. and ZENTMYER, G.A. 1977. Enviromental effects on transpiration and leaf water potencial in avocado, Physiologie Plantarum 41: 1-6.
- GARDIAZABAL, F. Y ROSENBERG G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 201 p.
- JONES, W.W., EMBLETON, T.W. and CREE, C.B. 1957. Numbers of replications and plot sizes required for reliable evaluation of nutritional studies and yield relationships whith citrus and avocado, Proc. American Society Horticultural Science 69: 208-216.

- KÖNHE; J.S. and KREMER-KÖNHE, S. 1987. Vegetative growth and fruit relation in avocado as affected by a new plant growth regulator (Paclobutrazol). South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 64-66.
- LESLEY, J.W. and BRINGHURST, R.S. 1951. Environmental conditions affecting pollination of avocado. California Avocado Society yearbook pp.169-173.
- MALO, S. 1986. El aguacate. Agricultura de las Américas junio : 16-21.
- MARTINEZ, A.R. 1981. Proyecto de implantación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- MINAS, K.P. 1974-75. Pollen tube growth in avocados. California Avocado Growers' Association Yearbook pp.99-102.
- _____. 1976. Some aspects of the flower behavior, pollination and fruit set of avocado (Persea americana Mill.) in Trinidad. California Avocado Growers' Association Yearbook pp.106-152.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET, J., SIERRA, C., DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p.
- PALMA, A.R. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de agronomía. (Por publicar)
- PARODI, L.R., 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Vol I, Descripción de las Plantas Cultivadas. Buenos Aires, Acme. 385 p.
- PETERSON, P.A. 1956. Flowering types in the avocado with relation to fruit production. California Avocado Society Yearbook pp.174-179.

- POSSINGHAM, J.V. and KRIEDEMANN, P.E. 1986. Tree water, relations. *Acta Horticulturae* 175: 343-350.
- SALAZAR, S. and CORTES, J. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. *California Avocado Society Yearbook* 70: 165-174.
- SCHOLEFIELD, P.B., WALCOTT, J.J., KRIEDEMANN, P.E. and RAMADASAN, A. 1980. Some environmental effects on photosynthesis and water relations of avocado leaves. *California Avocado Society Yearbook* 64: 93-105.
- _____, SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.M.E. 1985. Carbohydrate cycling relation to 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. 1977. The effect of temperature on floral behavior, pollen tube growth and fruit set in avocado. *Journal of Horticultural Science* 52: 135-141.
- _____. 1979. Light microscope study of pollen tube growth, fertilization and early embryo and endosperm development in the avocado varieties Fuerte and Hass. *Annals of Botany* 44: 353-359.
- _____. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* 46: 771-777.
- _____. and ANELLS, C.M. 1981. Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar "Hass". *Scientia Horticulturae* 14: 27-33.
- _____. and GRANT, W.J.R. 1983. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.

- _____. 1987. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 42-43.
- SOLARES, M. 1976. Cultivo moderno y rentable del aguacate, Mexico, Editores Mexicanos Unidos, S.A. 586p.
- STOUT, A.B. 1932. Sex in avocados and pollination, California Avocado Growers' Association Yearbook pp.172-173.
- VRHEIJ, E.W.M. 1986. Towards a classifications of tropical trees fruit trees. Acta Horticulturae 175: 137-140.
- WALLIHAN, E.F., EMBLETON, T.W. and PRINTY, W. 1958. Zinc deficiency in the avocado. California Agriculture 12: 4-5.
- 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. 1987a. Influence of Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture 27: 173-177.
- _____, and WINSTON, E.C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 45-47.
- _____, WOLSTENHOLME, B.N., SARANAH J.B. and ANDERSON P.A. 1987b. Effect of root temperatures on growth of two avocado rootstock cultivars. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. (report N°5)

- _____, CHAPMAN, K.R. and SARANAH, J.B. 1988. Water loss by floral structures of avocado (Persea americana Mill. cv. Fuerte) during flowering. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 457-467.
- _____, SARANAH, J.B., CULL, B.W. and PEGG, K.G. 1988a. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agriculture Journal* 114: 29-36.
- _____, WINKS, C.W., STEPHENSON, R.A. and WINSTON, E.C. 1988b. Boron nutrition of subtropical and tropical fruit and nut crops in Queensland. Australia, Maroochy Horticultural Research Station Report 5: 103-104.
- _____. 1990a. CO₂ assimilation of developing fruiting shoots of cv. Hass avocado (Persea americana Mill.). *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 13: 35-37.
- _____. 1990b. Nutrición, una herramienta estratégica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto. Curso Internacional de Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas, 2 - 5 Octubre de 1990, Viña del Mar, Chile.
- _____. 1990c. Interpretación de la fenología y fisiología de palto para obtener mayores producciones. Curso Internacional de Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas, 2 - 5 Octubre de 1990, Viña del Mar, Chile.
- _____, WOLSTENHOLME, B.N., SARANAH J.B. and RASMUSSEN, T.S. 1991. Effect of Paclobutrazol sprays at mid-anthesis on fruit size and yield of avocado (Persea americana Mill. cv. Hass). *Journal of Horticultural Science*, in review.
- WOLSTENHOLME, B.N. 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. *California Avocado Growers' Association Yearbook* 10: 58-61.

ANEXO 1. Temperatura máxima y mínima (oC), promedio mensual, palto cv.Hass, Quillota, 1990/1991.

Mes	T máx. (oC)	T mín (oC)
OCT	22,6	8,8
NOV	26,0	8,8
DIC	29,5	9,9
ENE	30,8	10,5
FEB	29,6	10,6
MAR	26,0	10,8
ABR	22,6	10,0
MAY	18,9	8,4
JUN	17,3	10,0

ANEXO 2. Temperatura de suelo (oC), promedio mensual, medido a las 8:00 y 15:00 h, Quillota, 1990/1991.

Mes	15 cm prof.		30 cm prof.	
	Temp. 8:00 (oC)	Temp. 15:00 (oC)	Temp. 8:00 (oC)	Temp. 15:00 (oC)
Octubre	12,7	12,9	11,7	11,8
Noviembre	14,8	15,2	14,7	14,7
Diciembre	16,2	16,5	16,1	15,9
Enero	17,3	17,8	17,2	17,1
Febrero	16,9	17,3	17,0	17,0
Marzo	16,6	16,8	16,7	16,7
Abril	15,7	15,9	15,8	15,8
Mayo	14,3	14,5	14,4	14,4
Junio	13,8	14,2	13,9	14,0

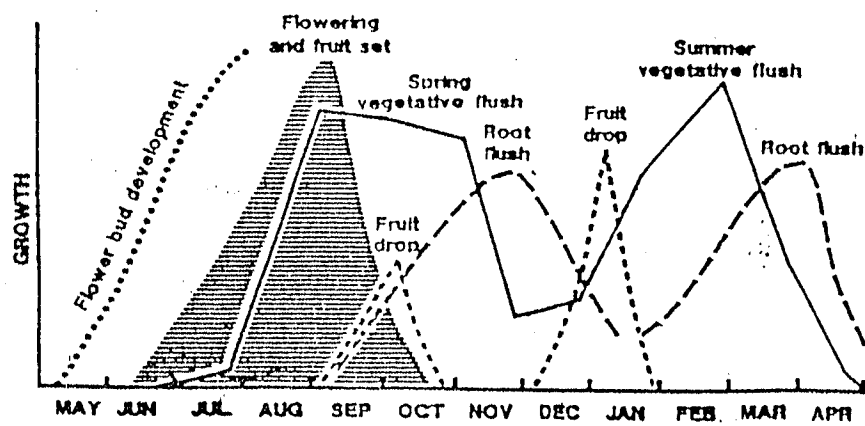
ANEXO 3. Datos promedios mensuales registrados
en la Estación Climatológica Quillota,
Cuenca Rio Aconcagua.

MES	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Presipitación Diaria (mm)	Evaporación diaria Bandeja Clase A (mm)
SEP/90	19,79	9,80	0,27	2,33
OCT/90	20,26	8,79	0,23	2,18
NOV/90	23,30	9,66	0,00	3,17
DIC/90	26,02	9,33	0,00	6,45
ENE/91	26,96	9,97	0,00	7,19
FEB/91	26,48	11,06	0,00	6,11
MAR/91	23,84	10,63	0,00	4,43
ABR/91	22,35	9,34	0,07	2,70
MAY/91	20,18	8,77	1,55	1,28

ANEXO 4. Tensiones (cb) registradas durante el mes
de enero, palto cv. Hass, Quillota, 1991.

DIA	TENSIONOMETROS			TIEMPO DE RIEGO (h)
	30	60	90	
1/1/91				0,0
2/1/91	20,0	10,0	12,0	0,0
3/1/91	26,0	10,0	12,0	8,0
4/1/91	8,0	10,0	12,0	0,0
5/1/91	8,0	10,0	12,0	0,0
6/1/91				0,0
7/1/91	28,0	12,0	20,0	6,0
8/1/91	32,0	12,0	20,0	0,0
9/1/91	50,0	14,0	20,0	0,0
10/1/91	60,0	14,0	18,0	0,0
11/1/91	64,0	14,0	18,0	10,0
12/1/91	68,0	16,0	12,0	4,0
13/1/91				0,0
14/1/91	20,0	18,0	14,0	0,0
15/1/91	30,0	14,0	12,0	8,0
16/1/91	10,0	12,0	12,0	10,0
17/1/91	0,0	0,0	2,0	0,0
18/1/91	2,0	0,0	4,0	0,0
19/1/91	2,0	2,0	4,0	8,0
20/1/91				0,0
21/1/91	0,0	0,0	4,0	0,0
22/1/91	20,0	2,0	8,0	6,0
23/1/91	8,0	0,0	8,0	0,0
24/1/91	8,0	2,0	8,0	0,0
25/1/91	8,0	2,0	8,0	4,0
26/1/91	2,0	2,0	4,0	0,0
27/1/91				0,0
28/1/91	2,0	0,0	4,0	0,0
29/1/91	2,0	0,0	6,0	0,0
30/1/91	0,0	10,0	8,0	0,0
31/1/91	0,0	8,0	12,0	0,0

ANEXO 5. Ciclo total de crecimiento del palto cultivar Fuerte. (Determinado por Whiley, Sarana y Pegg).



ANEXO 6. Longitud y tasa de crecimiento promedio,
en centímetros, de crecimiento de brotes,
de palto cv. Hass, Quillota 1990/1991.

Fecha	Longitud promedio (cm)	Promedio móvil (Orden 3)	Tasa Promedio (cm)	Promedio Móvil (Orden 3)
25/09/90	1,71	1,71		
8/10/90	2,80	2,60	1,09	1,09
15/10/90	3,31	3,41	0,51	0,81
22/10/90	4,14	4,15	0,83	0,73
29/10/90	4,99	4,97	0,86	0,83
5/11/90	5,79	5,76	0,79	0,79
12/11/90	6,51	6,49	0,73	0,73
20/11/90	7,18	7,14	0,67	0,65
27/11/90	7,73	7,60	0,54	0,46
4/12/90	7,91	7,90	0,18	0,30
11/12/90	8,07	8,04	0,17	0,13
18/12/90	8,13	8,12	0,05	0,09
25/12/90	8,17	8,17	0,04	0,04
1/01/91	8,20	8,20	0,03	0,04
8/01/91	8,24	8,24	0,04	0,04
15/01/91	8,29	8,28	0,05	0,04
22/01/91	8,32	8,32	0,03	0,04
29/01/91	8,36	8,39	0,03	0,07
5/02/91	8,50	8,59	0,14	0,20
26/02/91	8,93	8,91	0,44	0,32
5/03/91	9,31	9,46	0,37	0,54
19/03/91	10,12	10,03	0,82	0,57
26/03/91	10,66	10,59	0,53	0,56
2/04/91	10,99	10,95	0,33	0,36
9/04/91	11,21	11,22	0,23	0,27
15/04/91	11,45	11,42	0,24	0,20
25/04/91	11,58	11,57	0,12	0,15
1/05/91	11,68	11,68	0,10	0,11
9/05/91	11,78	11,76	0,10	0,08
15/05/91	11,82	11,82	0,04	0,06
22/05/91	11,86	11,86	0,04	0,04
1/06/91	11,90	11,90	0,04	0,03
5/06/91	11,92	11,93	0,02	0,04
12/06/91	11,98	11,98	0,05	0,05

ANEXO 7. Número promedio de raicillas
superficiales, palto cv. Hass,
Quillota, V región.

Fecha	Número Promedio	Promedio Móvil (Orden 3)
25/9/90	0,00	0,00
31/10/90	12,60	8,50
7/11/90	12,90	15,30
14/11/90	20,40	23,07
28/11/90	35,90	35,90
12/12/90	51,40	46,23
26/12/90	51,40	64,47
8/01/91	90,60	62,10
22/01/91	44,30	59,83
5/02/91	44,60	38,93
19/02/91	27,90	46,63
5/03/91	67,40	52,93
19/03/91	63,50	58,67
2/04/91	45,10	57,20
15/04/91	63,00	58,93
1/05/91	68,70	68,43
17/05/91	73,60	68,67
1/06/91	63,70	65,17
16/06/91	58,20	58,20

ANEXO 8. Total de flores en panículas apicales y laterales, palto cv.Hass, Quillota, V región.

Fecha	Número de flores		Totales
	Panícula apical	Panícula lateral	
18/10/90	1540	554	2094
19/10/90	1478	620	2098
22/10/90	1475	654	2129 *
26/10/90	1316	714	2030
29/10/90	1157	695	1852
5/11/90	785	611	1396
9/11/90	552	482	1034
12/11/90	349	331	680
20/11/90	147	150	297
27/11/90	58	65	123
4/12/90	5	12	17
11/12/90	0	1	1
18/12/90	0	0	0

* Número máximo de flores totales.

ANEXO 9. Total de frutos cuajados y número de
frutos despredidos, palto cv. Hass,
Quillota, V región.

Fecha	Total frutos	Promedio móvil (Orden 3)	Número frutos caídos	Promedio móvil (Orden 3)
29/10/90	24	24,00		
5/11/90	38	39,33	0	0,00
9/11/90	56	58,33	0	0,00
12/11/90	81	94,33	0	0,00
20/11/90	146*	119,67	0	4,67
27/11/90	132	136,67	14	4,67
4/12/90	132	110,67	0	26,00
11/12/90	68	80,00	64	30,67
18/12/90	40	43,67	28	36,33
25/12/90	23	27,33	17	16,33
1/01/91	19	19,33	4	8,00
8/01/91	16	16,33	3	3,00
15/01/91	14	14,00	2	2,33
22/01/91	12	12,33	2	1,67
29/01/91	11	11,00	1	1,33
5/02/91	10	9,33	1	1,67
12/02/91	7	8,00	3	1,33
19/02/91	7	6,33	0	1,67
26/02/91	5	5,33	2	1,00
5/03/91	4	4,00	1	1,33
19/03/91	3	3,33	1	0,67
26/03/91	3	2,67	0	0,67
2/04/91	2	2,00	1	0,67
9/04/91	1	1,00	1	1,00
15/04/91	0	0,00	1	1,00

* Número máximo de frutos cuajados.

ANEXO 10. Total de flores abiertas y porcentaje de floración (en base a 1540 flores), palto cv. Hass, Quillota, 1990.

Fecha	Total	Promedio Móvil (Orden 3)	Porcentaje de floración	Promedio Móvil (Orden 3)
8/10	31	31,00	2,01	2,01
9/10	26	43,00	1,69	2,79
16/10	72	55,67	4,68	3,61
17/10	69	51,67	4,48	3,35
18/10	14	46,33	0,91	3,01
19/10	56	31,67	3,64	2,06
22/10	25	41,67	1,62	2,71
23/10	44	73,67	2,86	4,78
24/10	152	101,33	9,87	6,58
25/10	108	109,67	7,01	7,12
26/10	69	85,00	4,48	5,52
29/10	78	83,67	5,06	5,43
30/10	104	95,67	6,75	6,21
5/11	105	78,33	6,82	5,09
6/11	26	55,00	1,69	3,57
7/11	34	41,33	2,21	2,68
8/11	64	40,67	4,16	2,64
9/11	24	45,00	1,56	2,92
12/11	47	37,67	3,05	2,45
13/11	42	32,67	2,73	2,12
14/11	9	25,67	0,58	1,67
15/11	26	14,67	1,69	0,95
20/11	9	13,00	0,58	0,84
21/11	4	4,67	0,26	0,30
22/11	1	1,00	0,06	0,06

ANEXO 11. Número de frutos caídos en
cajones bajo la canopia, palto
cv.Hass, Quillota, 1990-1991.

Fecha	Número de frutos caídos	Promedio móvil (Orden 3)
5/12/90	567	567,00
12/12/90	297	353,00
19/12/90	195	194,67
26/12/90	92	112,67
2/1/91	51	50,67
8/1/91	9	24,00
15/1/91	12	12,33
22/1/91	16	11,00
29/1/91	5	7,00
5/2/91	0	1,67
12/2/91	0	0,00
19/2/91	0	0,67
26/2/91	2	1,00
5/3/91	1	1,33
12/3/91	1	1,33
19/3/91	2	1,00
26/3/91	0	1,67
2/4/91	3	1,33
9/4/91	1	2,33
15/4/91	3	2,33
23/4/91	3	2,00
1/5/91	0	1,00
9/5/91	0	0,00
15/5/91	0	0,00
22/5/91	0	0,00
1/6/91	0	0,00
5/6/91	0	0,00
12/6/91	0	0,00

ANEXO 12. Diámetro polar y ecuatorial, en centímetros,
y sus respectivos promedios móviles, palto
cv.Hass, Quillota, Vregión.

FECHA	D. POLAR		D. ECUATORIAL	
	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO MOVIL (ORDEN 3)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	PROMEDIO MOVIL (ORDEN 3)
2/1/91	1,36	1,36	1,01	1,01
8/1/91	1,68	1,66	1,21	1,17
15/1/91	1,94	2,02	1,30	1,35
22/1/91	2,44	2,42	1,54	1,53
29/1/91	2,88	2,87	1,75	1,76
5/2/91	3,29	3,29	1,98	2,01
12/2/91	3,70	3,61	2,31	2,25
19/2/91	3,83	4,07	2,45	2,47
26/2/91	4,69	4,64	2,65	2,73
5/3/91	5,39	5,16	3,09	2,94
19/3/91	5,39	5,39	3,09	3,09
26/3/91	5,39	5,39	3,09	3,09
2/4/91	5,39	5,76	3,09	3,38
9/4/91	6,50	6,50	3,97	3,97

ANEXO 13. Gasto de agua, palto cv.Hass,
Quillota, V región, 1990-1991.

Emisores/ha	Gasto/Emisor	l/h/ha
408	34 L/hr	13.872

Mes	h/día	l/día/ha	l/s/ha
OCT	1,78	24.692	0,285
NOV	1,47	20.531	0,238
DIC	1,68	23.305	0,270
ENE	2,06	28.576	0,331
FEB	1,36	18.866	0,218
MAR	0,71	9.849	0,114
ABR	0,83	11.513	0,133
MAY	0,35	4.855	0,056