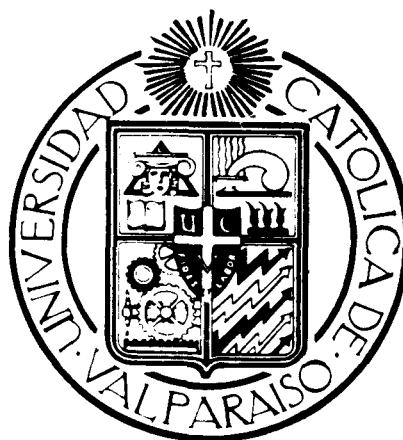


UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTALES



TALLER DE TITULACION

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

PATRICIO ARNOLDO TAPIA BUJFS

QUILLOTA CHILE

1993

INDICE DE MATERIAS

	Pag
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Introducción	3
2.2. Distribución y mercado internacional	4
2.3. Distribución y mercado nacional	5
2.4. Exportaciones chilenas	6
2.5. Botánica del palto	9
2.6. Características generales del árbol	12
2.6.1. Sistema radicular	13
2.6.2. Sistema vegetativo	16
2.6.3. Sistema reproductivo	19
2.6.3.1. Floración	19
2.6.3.2. Cuaja y caída de frutos	27
2.6.3.3. Desarrollo de frutos	32
2.7. Ciclo fenológico	34
2.8. Requerimientos hídricos	38
2.9. Fertilización	41
2.10. Control de enfermedades	45
3. MATERIAL Y METODO	48
3.1. Ubicación	48
3.2. Definición de la zona de ensayo	48
3.2.1. Clima	48
3.2.2. Suelo	50
3.2.3. Agua	51
3.3. Material vegetativo	51
3.4. Desarrollo vegetativo	53
3.5. Desarrollo reproductivo	53
3.6. Desarrollo radicular	55
3.7. Variables en estudio	57
4. RESULTADOS Y DISCUSION	60
4.1. Crecimiento vegetativo	60
4.2. Desarrollo radicular	67
4.2.1. Raíces en superficie	67

4.2.2.	Interacción crecimiento vegetativo y crecimiento radicular en superficie	75
4.2.3.	Tasa de crecimiento radicular en superficie	79
4.2.4.	Raíces en profundidad	83
4.3.	Floración	86
4.3.1.	Comportamiento floral	89
4.4.	Desarrollo de fruto	113
4.4.1.	Cuaja	113
4.4.2.	Caída de frutos	113
4.4.3.	Crecimiento del fruto	119
4.5.	Efectos del ciclo de crecimiento	123
4.5.1.	Requerimientos hídricos	125
4.5.2.	Requerimientos nutricionales	127
4.5.3.	Control de Phytophthora	129
5.	CONCLUSIONES	131
6.	RESUMEN	134
7.	LITERATURA CITADA	135
8.	(ANEXOS)	

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Número de flores femeninas y masculinas abiertas a las 09:00, 13:00 y 17:00 hr, y temperatura máxima y mínima del día anterior, palto Hass, Quillota, 1992.	Pag 88
CUADRO 2.	Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 09:00, 13:00 y 17:00 hr, y el total del día, con las temperaturas máximas y mínimas del día anterior.	100
CUADRO 3.	Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 22:00 hr, 02:00 hr y las totales abiertas en la noche con las temperaturas máximas y mínimas.	112

INDICE DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1. Tasa promedio de crecimiento de brotes. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	61
FIGURA 2. Crecimiento vegetativo y floración. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	64
FIGURA 3. Número promedio de raíces superficiales en geotextil, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	68
FIGURA 4. Número promedio de raíces superficiales en vidrio, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	69
FIGURA 5. Número promedio de raíces superficiales en malla, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	70
FIGURA 6. Número promedio de raíces superficiales en geotextil, vidrio y malla, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	71
FIGURA 7. Crecimiento vegetativo y número de raíces en superficie, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	77
FIGURA 8. Tasa de crecimiento radicular en superficie, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	81
FIGURA 9. Tasa de crecimiento radicular en profundidad, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	82
FIGURA 10. Tasa de crecimiento radicular en profundidad y en superficie, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	84
FIGURA 11. Número de flores totales, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	87
FIGURA 12. Número de flores caídas, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	90

FIGURA 13.	Apertura floral en estado masculino y femenino a las 09:00 hr. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	92
FIGURA 14.	Apertura floral en estado masculino y femenino a las 13:00 hr. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	93
FIGURA 15.	Apertura floral en estado masculino y femenino a las 17:00 hr. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	94
FIGURA 16.	Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 09:00. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	95
FIGURA 17.	Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 13:00. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	96
FIGURA 18.	Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 17:00. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	97
FIGURA 19.	Porcentaje de flores según su comportamiento, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	99
FIGURA 20.	Duración del ciclo de apertura, estado femenino y estado masculino, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.	105
FIGURA 21.	Apertura floral días 22 y 23 de octubre de 1992, palto cv. Hass, Quillota, V región.	108
FIGURA 22.	Apertura floral días 29 y 30 de octubre de 1992, palto cv. Hass, Quillota, V región.	109
FIGURA 23.	Apertura floral días 5 y 6 de noviembre de 1992. palto cv. Hass, Quillota, V región.	110
FIGURA 24.	Caída de frutos, en número, de los cajones, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	114

FIGURA 25.	Caída de frutos, en peso total, de los cajones, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	115
FIGURA 26.	Número de frutos en las panículas, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	116
FIGURA 27.	Peso promedio de frutos caídos en los cajones, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	120
FIGURA 28.	Crecimiento de fruto, diámetro ecuatorial, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1993.	121
FIGURA 29.	Crecimiento de fruto, diámetro polar, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1993.	122
FIGURA 30.	Crecimiento vegetativo, crecimiento radicular, floración, caída de frutos y crecimiento de frutos, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.	124

1. INTRODUCCION

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

En los árboles de hoja persistente los ciclos de la fenología anual describen un sistema fisiológico consistente de muchos factores que actúan sincronizadamente. Este patrón es influenciado por la especie, cultivar, manejos y condiciones ambientales. Este complejo de interacciones reduce la probabilidad de la relación causa y efecto con respecto al total del sistema (CULL, 1986).

El ciclo fenológico describe el patrón visual de la planta, pero no sus funciones fisiológicas. En la aproximación de la investigación, los patrones de desarrollo suministran las bases para el manejo de los factores fisiológicos que contribuyen a la productividad (CULL, 1986).

Las pobres producciones de palta son el mayor problema en las áreas productoras, tales como Australia, California, Florida e Israel. El problema aparece frecuentemente

como un ciclo de producciones bianuales donde una fuerte producción un año es seguida por una pobre cosecha al año siguiente. Muchos autores han discutido la importancia de la relación entre los niveles de carbohidratos, frutos, hojas y la iniciación floral y la importancia de considerar todos estos factores con respecto a la producción. De esta forma, todos los aspectos del desarrollo de la planta durante el año tienen efecto en 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 fin de orientar y sentar las bases para la investigación del palto y las aplicaciones para un manejo adecuado que permita lograr una mayor producción en esta especie frutal.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Introducción:

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

Al parecer, es originario de la altiplanicie volcánica del centro-sur de México, donde hace 13000 años comenzó a recibir la atención del hombre (MALO, 1986). Según CHANDLER (1962), es posible que no pueda decirse que las variedades de palto cultivadas, conocidas hoy bajo el nombre de P. americana, hayan descendido todas de una especie original sin hibridación.

En su ambiente ancestral mexicano, el palto goza de suelos volcánicos muy friables y recientes, por lo tanto, ricos en potasio y elementos menores como el hierro. Durante su evolución, el clima parece haber sido muy abrigado y más húmedo que el actual. Por eso, la mayoría de las formas rústicas e incluso de las variedades mexicanas muy "anisadas" de altura son susceptibles a temperaturas de congelamiento que duren varias horas.

Así mismo, sufren decaimiento con temperaturas superiores a 40 °C y humedad relativa menor a 30 % (MALO, 1986).

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

2.2. Distribución y mercado internacional:

Los principales países productores de paltas a nivel mundial son México (75.3%), Estados Unidos (11.5%), Sudáfrica (4.4%), Israel (4.0%), Chile (3.2%) y España (1.7%) (FUNDACION CHILE, 1991).

Los países con mayor participación dentro del mercado internacional de las paltas son México y Estados Unidos, con el 20.5% y 19.5% del total, respectivamente. 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 Africa (9.7%), los mayores productores son Sudáfrica, Camerún y Zaire (ESPINOZA, 1991).

Según FUNDACION CHILE (1991), las fechas en que se realizan las exportaciones de paltas en el mercado internacional dependen del país productor, como por ejemplo: California, entre febrero y agosto; México, mediados de agosto a mediados de enero; Chile, de septiembre a diciembre; Sudáfrica, mediados de marzo a agosto; Israel y España, de septiembre a enero.

2.3. Distribución y mercado nacional:

La superficie cultivada con paltos en Chile ha crecido en aproximadamente 200 há/año, llegando a 8265 há en la temporada 1990/1991. La producción a su vez, alcanzó en esta temporada un total de 39000 ton, y ha mantenido un crecimiento sostenido de hace 5 años, especialmente la variedad Hass (FUNDACION CHILE, 1993). Por otro lado, Chile es el segundo consumidor de paltas en el mundo, con un consumo per cápita de 2.5 Kg al año (FUNDACION CHILE, 1991).

La superficie de paltos plantados en el país se concentra principalmente en la V Región (4700 ha), Región Metropolitana (1928 ha) y en la VI Región (1033 ha), con una producción que alcanza las 19800, 10850 y 6110 ton, respectivamente (FUNDACION CHILE, 1993).

El mercado interno continúa siendo el principal destino de la producción nacional, consumiendo sobre el 85% de ésta. El fuerte aumento de las exportaciones ha ocasionado una merma de paltas en el mercado interno, con la consiguiente alza en los precios mayoristas (ESPINOZA, 1991).

2.4. Exportaciones chilenas:

En general, se puede decir respecto a la producción y consumo mundial, que el importante aumento registrado en los últimos años en las exportaciones de Chile y de otros países, se debe en gran parte a la menor producción registrada en Estados Unidos y también a una tendencia creciente en el consumo. Se estima que la demanda seguirá creciendo tanto para consumo en fresco como para la industria, siendo ejemplos de esto Japón (aunque crece lentamente). Estados Unidos y Europa, especialmente Francia.

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

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

Por lo tanto, el impacto más importante en el mercado se produciría si hubiese una paulatina entrada de México en el mercado norteamericano, hasta no tener ninguna restricción de comercio. Esta situación permitiría ingresar volúmenes crecientes al mercado norteamericano y por lo tanto se produciría un deterioro de los precios, y muchos productores chilenos y americanos deberían retirarse del negocio (FUNDACION CHILE, 1991).

Según antecedentes de la Asociación de Exportadores de Chile, y considerando cifras desde septiembre de un año hasta agosto del otro, en 1991/92 las exportaciones de palta alcanzaron a 1279709 cajas, aumentando en un 33% respecto a la temporada anterior (FUNDACION CHILE, 1993).

Las exportaciones según región de destino son las siguientes: Estados Unidos-Canadá, 1230715 cajas, subdivididas en costa Este (313706 cajas) y costa Oeste (917009 cajas), representando un 25.49% y 74.51% de la participación total, respectivamente; Latinoamérica, 24598 cajas, representando el 1.94%; y Europa, 15396 cajas (1.21%) (FUNDACION CHILE, 1993).

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

Uno de los problemas para la exportación de paltas continúa siendo el transporte, debido a que esta especie requiere de un almacenaje a distintas temperaturas que otras frutas, y en una época de bajo flujo de barcos. (ESPINOZA, 1991).

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

2.5. Botánica del palto:

Según un determinado criterio sistemático, las tres razas de palto (guatemalteca, mexicana y antillana), corresponden a una única especie, Persea americana (Mill.) o Persea gratissima (Garth.), de la que se podría destacar una subvariedad, Persea drimifolia, correspondiente a la raza mexicana (a la cual pertenecen los paltos "chilenos") (IBAR, 1986).

A continuación se sintetizan las principales características de estas razas. Sin embargo, estas características no son exclusivas. Así, aunque se considera típico de las variedades mexicanas el olor a anís que despiden al ser apretadas, se han encontrado

árboles netamente mexicanos sin olor. De esta forma, lo expuesto a continuación corresponde más bien a promedios y no excluye variedades dentro de cada raza lo que confirmaría su origen común (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Las siguientes características fueron recopiladas por BERGH (1969):

a. Raza mexicana. Las hojas poseen olor a anís; sus envases son más glaucosos. Las flores son generalmente más pubescentes; la floración es más temprana en la temporada (otoño a primavera en California). Fruta pequeña. La piel de la fruta es delgada a membranosa, raramente sobre los 0.75 mm. La semilla es relativamente grande a muy grande, y a menudo suelta. La pulpa de la fruta comúnmente varía de rica a fuerte en sabor, algunas veces con aroma a anís; a menudo fibrosa. Madura alrededor de seis meses después de floración. Es la raza de palto más resistente al frío; también es la más resistente a calor y humedad baja. Es la menos tolerante a suelo salino. Raramente crece bien en áreas costeras.

b. Raza antillana. Las hojas no poseen ningún olor a anís. Los frutos son pequeños a grandes. La piel de la fruta es como cuero, raramente sobre los 1.5 mm. La

semilla es relativamente grande; alguna veces suelta en su cavidad. La pulpa es de sabor suave a aguado; con menor contenido de aceites que las otras dos razas. La fruta madura cerca de seis meses después de floración. Es la raza menos resistente al frío y a la baja humedad, no se adapta en California. Es la raza más tolerante a salinidad, ya sea como portainjerto o como variedad. En el punto de unión de la fruta, los pedicelos tienen una configuración única de "cabeza de garra".

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

2.6. Características generales del árbol:

El cultivar Hass pertenece a la raza guatemalteca. Se originó en 1926 a partir de semillas plantadas por Rudolph G. Hass, en California (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol presenta un desarrollo mediano, crecimiento erecto, no presenta una tendencia tan marcada al añerismo como el cultivar Fuerte, ni tanta irregularidad en cada ejemplar dentro de un mismo huerto. Se ve afectado por heladas más drásticamente que cultivares de otras razas, resistiendo temperaturas de -1.1°C . Su floración se extiende desde septiembre hasta noviembre. El fruto es piriforme a ovoide (peso entre 180 a 360 gr). La cáscara es cueruda, algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol. Pero una vez cosechada, progresivamente toma un color negro a medida que la fruta se ablanda al madurar. Semilla pequeña. Contenido de aceite entre 15 a 20 %. Madura desde septiembre a marzo. Fruta de excelente calidad. En aquellas localidades en que la Hass produce bien no conviene plantar ninguna otra variedad de palto (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.6.1. Sistema radicular:

Los sistemas de raíces son superficiales, relativamente ineficientes para la toma de agua y susceptibles a pudrición radicular causada por Phytophthora cinnamomi (WHILEY et al., 1988). Los árboles de palto no forman pelos radiculares visibles por lo que, aparentemente, la absorción se realiza casi en su totalidad a través de los tejidos de los extremos de muchas ramificaciones secundarias, los que son de color blanco cuando están activos. Un poco antes de la punta, las raíces tienen una cubierta suberosa de color oscuro (CHANDLER, 1962).

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

El desplazamiento "ondulante" (formación-muerte-regeneración-muerte) de raíces finas pueden formar el mecanismo base del continuo volumen de exploración de

suelo. Así, el continuo movimiento "ondulante" puede ser visto como una elasticidad fenotípica del sistema radicular del palto, como un mecanismo adaptativo a los constantes cambios en las condiciones de suelo. El poder regenerativo de raíces es probablemente genético-dependiente (FLORES et al., 1988).

Por otra parte, la falta o muy bajos niveles de luz, podrían ser tomados en la cantidad como un posible factor que favorece el crecimiento radicular (BORYS, 1991).

Al comparar las cantidades de raíces de diámetro mayor de 2 mm con las de diámetro menor de 2 mm, se ve claramente que dominan las raíces finas sobre las más gruesas. En cuanto a la distribución de las raíces en la superficie, la mayor cantidad de ellas cuyo diámetro menor a 2 mm (81%), se encuentra entre los 30 y 150 cm del tronco del árbol. El 81% de las raíces mayores a 2 mm de diámetro se encuentra entre los 30 y 110 cm siendo la distancia de 30 a 70 cm la que contiene la mayor cantidad de éstas (56%). Es interesante de notar que las raíces finas se distribuyen horizontalmente en una manera más homogénea que las raíces de grosor mayor (SANDOVAL y BORYS, 1984).

El 80% de las raicillas en profundidad se distribuye entre 0-30 cm de profundidad y el 20% entre 30-60 cm, es decir, el desarrollo resulta ser superficial (WOLSTENHOLME, 1987; HERNANDEZ, 1991). En forma similar, PALMA (1991) observó que la distribución de las raíces en el perfil muestra que el 80% de las raíces se desarrollan en los primeros 50 cm y el 20% restante va de los 40 a los 60 cm de profundidad, no observándose desarrollo radicular de los 60 a 85 cm.

De igual forma, WHILEY y WINSTON (1987) indican que la mayor masa de raíces se distribuye en los primeros 45 cm de suelo, donde la raíz es vulnerable a rápidos cambios ambientales, debido a lo cual el crecimiento de éstas fue significativamente suprimido a temperaturas bajas (13°C), aumentando éste con temperaturas entre 18 y 23 °C. El crecimiento del brote fue mayor a las temperaturas más altas de crecimiento radicular, con una reducción significativa a los 13 °C. Debido a esto, el crecimiento de la raíz en plantas de palto es reducido durante el invierno, cuando la temperatura de la zona radicular cae más abajo de los 18 °C.

En cambio, el crecimiento radicular aunque disminuya a 1/3 de la velocidad máxima durante el invierno continua a

través de todo el año, para los cultivares Lula y Simmonds sobre portainjerto Waldin bajo las condiciones ambientales de Florida (PLOETZ et al., 1991).

2.6.2. Sistema vegetativo:

El palto es un árbol que puede adquirir un tamaño considerable, llegando a tener en plantaciones comerciales un ancho variable de 10 a 12 metros y una altura entre 8 y 10 metros (RODRIGUEZ, 1982). Las hojas son alternas, persistentes, coriáceas, de color verde, con forma elíptica o elíptica-lanceoladas, glabras, de 10 a 40 cm de largo y glandescentes en la cara inferior (PARODI, 1959).

La dominancia apical es marcadamente débil en el palto, desarrollándose yemas axilares anticipadas que evolucionan al mismo tiempo que la terminal (RODRIGUEZ, 1982). En primavera, poco después del periodo álgido de floración, se inicia un largo periodo de crecimiento, más pronto en los árboles de raza mexicana que en los de otras razas. Estos brotes interrumpen ocasionalmente su crecimiento y sus yemas terminales quedan protegidas por algunas escamas (CHANDLER, 1962; DAVENPORT, 1982). En primera instancia, la actividad vegetativa comienza con

la hinchazón de yemas, separándose las escamas y brácteas protectoras, produciéndose el llamado desborre (RODRIGUEZ. 1982).

El palto crece en flushes periódicos, resultando en una canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencias. Sin embargo, los brotes tienen un periodo largo que va desde fase de importación neta a otra de exportación de carbohidratos. Hasta el día 40 hay hojas que aún están importando carbohidratos para su crecimiento, existiendo una pérdida neta de energía para el crecimiento de ese brote. Las hojas también pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los periodos de demanda (WHILEY, 1990a; CAMEROON, 1952).

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

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

En relación con las reservas de la planta WOLSTENHOLME y WHILEY (1989) y SCHOLEFIELD, SEDGLEY, ALEXANDER (1985), describen que los niveles de carbohidratos y especialmente el nivel de almidón, que es la reserva más común e importante en la mayoría de las plantas, podrían estar estrechamente relacionados con la alternancia, ya que la acumulación de altos niveles de almidón durante la temporada anterior se asocian a una alta producción, la que a su vez conllevará a un gran gasto y por tanto niveles de almidón más bajos a la temporada siguiente, con la respectiva pobre cosecha.

El peak de concentración de almidón durante la estación de dormancia podría ser un índice cuantitativo de la producción potencial de la siguiente temporada, asumiendo que no hay influencia climática y un buen nivel de manejo del huerto (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989; 1990). Además, hay marcadas diferencias entre altas concentraciones de almidón en el tronco de paltos entre la zona templada de

Australia, donde hay un extenso verano y se logran niveles del 18% (SCHOLEFIELD, SEDGLEY, ALEXANDER, 1985), y el norte subtropical de Australia, donde el crecimiento puede ocurrir aún temprano en el invierno, donde se alcanzan niveles del 8.5% (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

Por otra parte, los niveles de almidón se incrementan al mismo tiempo que el azúcar. Durante todo el año, el azúcar varía menos que el almidón, indicando que la primera no es el principal carbohidrato de almacenaje, pero sí constituye un pool para uso inmediato dentro de la planta. La iniciación floral ocurre en un tiempo de mínimo contenido de carbohidratos en las ramas principales, por lo tanto, parece improbable que el nivel de carbohidratos cause la iniciación floral. Mejor dicho, bajos niveles de carbohidratos causan el cese en la actividad vegetativa y este hecho parece estar más relacionado con la iniciación floral (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

2.6.3. Sistema reproductivo:

2.6.3.1. Floración:

La flor del género *Persea* es actinomorfa, hermafrodita.

El cáliz está compuesto de seis sépalos tomentosos, unidos en la base. Posee 9 estambres fértiles. Los externos con anteras introrsas, están desprovistos de glándulas. Los internos, de anteras extrorsas, glandulosas. Posee además, tres estaminodios adyacentes al gineceo. El ovario sésil, con estilo alargado y estigma capitado. La fórmula floral del palto es $P_{3+3} A_{6+3} G_1$. 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 (1953-54), el sistema de yema frutal en el palto es derivado de yemas terminales y subterminales en crecimiento de la temporada previa, aunque también en los brotes del mismo año (RODRIGUEZ, 1982).

Ordinariamente, las yemas son mixtas y contienen primordios florales y vegetativos. Concurrente con la elongación del brote, las ramas laterales o brotes secundarios empiezan de nuevo como estructuras de ramas altas o simples sobre las que nacen flores individuales. La porción terminal del promedio de los ejes, permanece vegetativo. Sistemas de yemas florales de este tipo son

llamados indeterminados. Ocasionalmente, se encuentran tipos de brotes que terminan en una yema floral que no permite que se produzca crecimiento. Tal tipo de inflorescencias son llamadas indeterminadas (SCHROEDER, 1953-54).

Por otra parte, CHANDLER (1962) describe una característica notable de los árboles de palto, especialmente de la raza mexicana y sus híbridos, que es el enorme número de flores que forman. Un palto tiene alrededor de un millón de flores, pero sólo necesita que se polinicen 5000 para obtener una producción comercial de 50 kg/árbol. Esto corresponde sólo al 0.02% del número total de flores (BEKEY, 1986).

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

El palto tiene un comportamiento floral único, que puede ser definido como dicogamia protoginia de sincronización diurna. Tomando esto en orden, la dicogamia indica que las partes femeninas y masculinas maduran a distinto

tiempo. Todas las flores en el árbol son femeninas y masculinas a distintos tiempos. La sincronización es diurna, para cada árbol es funcionalmente masculino en una parte del día y funcionalmente femenino durante la otra parte. Finalmente, la dicogamia es protoginia ya que en la flor el pistilo madura antes que los estambres (BERGH, 1969).

Durante el primer periodo de apertura de la flor los estambres permanecen aplastados contra las partes del perianto y el pistilo en posición erguida y separado. En este estado el estigma es blanco y brillante, listo para recibir el polen, en cambio los estambres permanecen cerrados.

En el segundo periodo de apertura, los estambres son largos, verticales y prominentes. Los tres internos en posición erguida, alrededor del pistilo. Los otros seis en posición de ángulo de cerca de 40-50 grados. En este periodo los estambres liberan el polen, pero el estigma usualmente no está receptivo (PAPADEMETRIOU, 1974-75), apareciendo de un color café y deshidratado durante esta apertura (DAVENPORT, 1989).

Según STOUT (1932), los paltos están comprendidos en dos grupos principales respecto a su comportamiento floral. En las variedades del grupo A, las flores de un grupo abren primero como femeninas en la mañana. Estas flores cierran durante el mediodía y permanecen así hasta la próxima tarde cuando ellas abren por segunda vez como masculinas. Con esta sucesión de grupos día tras día, la planta entera funciona como hembra en la mañana y como macho en la tarde, así su ciclo total de apertura cubre aproximadamente 36 hr o un poco menos (BERGH, 1969).

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

Las observaciones en relación al comportamiento floral del palto concuerdan en los siguientes puntos básicos: la dicogamia es dependiente del calor, la sensibilidad a la temperatura varía con la variedad, pero cuando las temperaturas del día y la noche mínimas son bajas, aproximadamente 25°C-15 °C respectivamente el

comportamiento floral podría no ser igual al descrito por STOUT (1932) y BERGH (1969).

Es posible que la alta temperatura nocturna o el alto promedio de temperaturas diurnas sea más importante que la máxima diaria (SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER, 1985). Observaciones de BUTTROSE y ALEXANDER (1978) indican que se forman flores si las temperaturas son del orden de 20 °C o más bajas, viéndose inhibida la formación de flores con temperaturas de 25 a 30 °C por una hora en el día, lo cual concuerda con lo descrito por SEDGLEY, SCHOLEFIELD y ALEXANDER (1985), que explican dicho fenómeno por falta de carbohidratos en la planta, debido posiblemente a una alta tasa respiratoria dentro de la canopia bajo condiciones de alta temperatura, siendo la causa del anormal desborre de yemas.

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

Estudios realizados por SEDGLEY y ANNELLS (1981), en la variedad Hass, demuestran que con temperaturas máximas y mínimas de 33°C y 28 °C como también con 25°C y 20°C

respectivamente, las flores abrieron en la mañana en estado femenino y posteriormente en la tarde del día siguiente en estado masculino (ciclo floral típico de una variedad clase A). En cambio, con temperaturas máximas y mínimas de 17°C y 12°C, respectivamente, las flores abrieron en la tarde en estado femenino, cerrándose a las 21:00 hr y la reapertura en estado masculino ocurrió dos días después durante la tarde, permaneciendo abiertas toda la noche y comenzaron a cerrarse alrededor de las 11:00 hr de la mañana siguiente. A los 33°C/28°C y a los 25°C/20°C, el largo del ciclo floral fue de 36 hr y a 17°C/12°C éste fue de 72 hr, concordando estos resultados en forma general con lo observado por BRINGHURST (1951); LESLEY Y BRINGHURST (1951); HERNANDEZ (1991) y BEKEY (1986).

Para la variedad Fuerte, SEDGLEY (1977a) en las mismas condiciones de temperatura que el caso anterior (33/28, 25/20, 17/12 °C) menciona que en el caso de las dos primeras temperaturas las flores abrieron en la tarde como femeninas y en la mañana siguiente como masculinas (ciclo floral tipo B). En el caso de 17/12°C, muy pocas flores tienen un estado femenino, abriendo la mayoría una sola vez como masculinas. La duración del periodo de floración decreció con el aumento de temperaturas, como

también el número total de flores abiertas, de igual forma a lo descrito por PALMA (1991); LESLEY y BRINGHURST (1951): y SEDGLEY (1977b).

Existe suficiente evidencia para considerar el traslape de flores femeninas y masculinas dentro de un mismo árbol, indicando que el ciclo natural de doble apertura no es absoluto para cualquier grupo de cultivares de palto en distintas condiciones de temperatura (PALMA, 1991; HERNANDEZ, 1991; SEDGLEY y ANNELLS, 1981; BRINGHURST, 1951; SEDGLEY y GRANT, 1983; ISH-AN y EISIKOWITCH, 1991).

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

Registrando el espacio de floración de un cultivar en un distrito y relacionándolo con las temperaturas medias máximas y mínimas durante este periodo, la viabilidad comercial del cultivar en cualquier área estudiada puede predecirse (WHILEY et al., 1988). Si se tiene una relación compatible de floración con temperatura, pueden plantarse bloques compactos de variedades sin considerar polinización cruzada. Esta situación se prefiere más para las consideraciones de manejo culturales de la producción de paltos (WHILEY y WINSTON, 1987).

2.6.3.2. Cuaja y caída de frutos:

Según SCHOLEFIELD (1982), es esencial que el polen de una flor sea transmitido al estigma receptivo de otra parte para que prospere la fertilización y producción de frutos. Si la polinización es adecuada y muchos granos de polen son depositados en el estigma, no habrá problema en el crecimiento del tubo polínico y por ende, en la producción de fruta, pero en circunstancias donde uno o pocos granos de polen son depositados en el estigma, la polinización será inadecuada, decreciendo la producción del cultivo (PAPADEMETRIOU, 1976).

En el palto la penetración de los óvulos no significa necesariamente una fertilización y cuaja consiguiente, no siendo de primera importancia el genotipo del polen en dichos procesos (SEDGLEY, 1979b; SEDGLEY, 1979a). LOVATT (1990) menciona que la cuaja y el periodo temprano de caída de frutos es el estado más crítico del ovario en desarrollo desde el punto de vista del crecimiento.

Los frutos de palto que fracasan en la cuaja pueden dividirse en dos grupos: 1. Frutos resultantes de flores en las cuales ocurrió polinización, pero fracasó la subsecuente fertilización y, 2. Frutos provenientes de flores en las cuales la polinización y fertilización ocurrieron, resultando en un embrión normal y semillado (LOVATT, 1990).

La producción irregular del palto en varias partes del mundo fue atribuida a las condiciones adversas de temperatura durante los periodos de floración. De cualquier modo, la alta caída de flores y frutos observada después de floración cuando las condiciones presentes son convenientes para la polinización y desarrollo del embrión (25 °C de temperatura máxima y 20°C de mínima) indican que algunas funciones anormales de los procesos de cuaja pueden contribuir a una baja

producción (SEDGLEY, 1977a). Al aumentar la temperatura en noches frías o aumentar el nivel de carbohidratos en la planta pueden llevar a un considerable aumento en la productividad (ZAMET, 1990).

El crecimiento del tubo polínico en el pistilo es muy variable, dependiendo principalmente de la temperatura y la variedad, pero en todos los casos el crecimiento inicial es rápido (SEDGLEY y GRANT, 1983; SEDGLEY, 1977a). SCHROEDER (1954) propone que si la tasa de crecimiento del tubo polínico es constante, se requieren aproximadamente 28.5 hr para la efectiva fecundación siguiendo a la polinización bajo las condiciones de Los Angeles (Estados Unidos), en cambio PAPADEMETRIOU (1976), observó que el tubo polínico penetró dentro del ovario en una hora, bajo condiciones tropicales de Trinidad con temperaturas de aproximadamente 32.5 °C.

El crecimiento del tubo polínico y la penetración del óvulo ocurrió a todas las temperaturas (33/28, 25/20, 17/12, temperaturas máximas y mínimas, respectivamente). El crecimiento del tubo polínico fue más rápido a 33/28°C, pero los pistilos perdieron la habilidad para soportar dicho crecimiento a la segunda semana, debido a que dichas temperaturas reprimen el desarrollo

reproductivo en favor del crecimiento vegetativo. Una baja proporción de los óvulos a 17/12°C tuvo penetración en el saco embrionario por el tubo polínico, resultando en la falta de desarrollo de todo el embrión. La temperatura más conveniente para el régimen del crecimiento del tubo polínico y desarrollo del embrión fue 25/20°C, temperatura a la cual el polen germina rápidamente y penetra el ovario en cerca de 2 a 5 hr (SEDGLEY y ANNELLS, 1981; SEDGLEY, 1977a).

Sólo el 18% de los ovarios de la variedad Fuerte tenía un tubo polínico dentro del saco embrionario, comparado con 64% en ovarios de Hass a las 24 hr. Otro 48% más de ovarios de Fuerte tenían un tubo polínico en el tegumento o en la nucela, pero sin penetrar el sinérgido. Esta mala función en la variedad Fuerte puede explicar los bajos rendimientos de esta variedad (SEDGLEY, 1979b).

Una alta incidencia en la abscisión de flores y frutos del palto es un problema fisiológico que no está relacionado con anormalidades anatómicas en el óvulo o alguna interrupción de los procesos de fertilización. Frutitos con embriones y endosperma anatómicamente normales presentan detención del desarrollo, degeneración del contenido celular, seguido por la abscisión de los

frutitos. Esto sugiere que la distribución ineficiente de agua y nutrientes a los frutitos es particularmente la responsable de la detención del crecimiento (SEDGLEY, 1980).

Durante las primeras semanas después de la antesis la mayoría de las flores no fueron fertilizadas. Menos del 20% de las flores fueron anormales y la transferencia pobre de polen fue identificada como la principal razón para esta caída temprana. los frutitos caídos habían cesado su crecimiento cayendo la mayoría de ellos dentro de los 14 días después de polinizados (SEDGLEY, 1980; 1987).

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

WOLSTENHOLME et al. (1990) indican que durante temporadas de fuerte caída de frutos, los paltos tienen la última oportunidad de ajustar la carga durante el segundo flush

vegetativo a mediados de verano. Condiciones de stress en este tiempo pueden llegar a hacer perder sobre 400 frutos por árbol que puede alcanzar al 10-40% de la masa final.

SEDGLEY (1987) menciona que ninguna razón anatómica se ha observado para la alta proporción de fruta abortada y se sugiere que los efectos de la competencia pueden ser responsables de la abscisión. Hay competencia no sólo entre frutos en desarrollo, sino que también entre los frutos y el flush vegetativo en crecimiento. Es posible que esta situación de competencia pueda ser, al menos en parte, responsable de la alta proporción de aborto temprano de fruta. Esto coincide con las reservas de almidón que caen rápidamente durante la floración y cuaja, llegando a la más baja concentración durante la caída de fruta de verano, posteriormente aumenta para llegar al máximo en invierno (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

2.6.3.3. Desarrollo de frutos:

Según CHANDLER (1962) y WOLSTENHOLME, HOFMAN y CUTTING (1985), el fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoídea. Durante toda la temporada

hay un proceso de división y elongación celular, a diferencia de los frutos de las especies de hoja caduca en las cuales la división celular cesa en un cierto punto y el crecimiento posterior es por elongación celular exclusivamente.

PALMA (1991) observó que el crecimiento de frutos de la var. Fuerte, en cuanto al diámetro polar, tiende a estabilizarse a mediados de abril, manteniendo siempre su crecimiento. Por otra parte, el crecimiento ecuatorial muestra una relativa estabilización a partir de mayo obteniéndose curvas del tipo simple sigmoidea.

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

2.7. Ciclo fenológico:

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

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

Los paltos de la variedad Fuerte, bajo las condiciones de Palmwoods, Queensland, Australia (latitud 27° sur), presentan dos flushes principales vegetativos en una temporada de crecimiento completo. El primero se extiende entre finales de julio y los últimos días de noviembre, observando un peak a inicios del mes de septiembre. El segundo, ocurre desde diciembre hasta abril, con un peak a fines de febrero. Durante los meses de mayo y junio no se observa actividad vegetativa. El crecimiento radicular también presenta dos flush. El primero se inicia a mediados de septiembre, al mismo

tiempo que el crecimiento vegetativo del primer flush desciende. El peak ocurre a fines de noviembre, momento en que la actividad vegetativa es baja, y finaliza en los últimos días de diciembre, cuando se inicia el segundo flush vegetativo. El segundo flush radicular se extiende desde febrero hasta abril con un peak a fines de marzo. El crecimiento reproductivo empieza después de un corto periodo de semidormancia en el árbol con el desarrollo de la yema floral seguido por la floración y cuaja. La floración y cuaja ocurren entre mediados de junio y octubre, observándose la mayor intensidad en el mes de septiembre. La floración, cuaja y brotación son eventos que se desarrollan en forma simultánea. Existen dos fechas de caída de frutos, la primera ocurre entre septiembre y octubre y la segunda, entre diciembre y enero (WHILEY et al., 1988).

PALMA (1991) menciona que el ciclo fenológico en el palto cv. Fuerte, bajo las condiciones de Quillota, 32,59 latitud sur, Chile, el crecimiento vegetativo y radicular muestran dos flushes de desarrollo bien marcados y alternados en su ocurrencia, manifestándose primero el desarrollo vegetativo hasta mediados de diciembre, con un segundo flush desde mediados de enero a fines de mayo, siendo de mayor intensidad el primer flush. El

desarrollo radicular se extiende, para su primer flush, desde mediados de octubre a fines de marzo y desde principios de abril en adelante para el segundo flush, el cual fue menor que el primero.

Se observa una curva de desarrollo floral, que alcanza su máximo peak el 31 de octubre, llegando a su término el 11 de diciembre. Posterior a la floración se determinan dos peak de caída de frutos, siendo el primero mucho más intenso en número que el segundo.

En el caso del cultivar Hass en Quillota, Chile, HERNANDEZ (1991) describe que el desarrollo vegetativo presentó dos flush de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera (8 de octubre a 25 de diciembre) y otro de menor intensidad en verano-otoño (29 de enero a 5 de junio). El desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo flush de crecimiento. La floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, paralelamente al flush de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular. El peak de desprendimiento de frutos ocurrió entre el 20 de noviembre y el 8 de enero, es decir, aproximadamente un mes después de la floración.

Otra aproximación del ciclo fenológico fue realizada por PLOETZ y RAMOS (1991), en el sur de Florida, en los cultivares Simmonds y Lula e indican que aunque las proporciones de crecimiento individuales de brotes y raíces variaron considerablemente entre los árboles, son evidentemente visibles flushes de crecimiento de raíces y brotes, ya que se sobreponen todo el tiempo proporciones significativas de crecimiento de brotes y raíces. Los flushes de crecimiento vegetativo y radicular son sincronizados y alternados en ciclos de 30 a 60 días. El crecimiento de brotes virtualmente paró durante el otoño tardío y el invierno, aunque continúa el crecimiento radicular pese a que disminuye a $1/3$ de la velocidad máxima durante estas estaciones.

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

WOLSTENHOLME y WHILEY (1989) mencionan que la floración parte en forma conjunta con el crecimiento vegetativo de primavera, periodo de traslape y competencia intensa por los nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y agua del árbol. Esto puede por lo tanto, ser

necesario para el control del vigor del flush de primavera, especialmente en los cultivares vigorosos, como Fuerte, para mejorar la energía del sink de ajuste de flores y de frutos que no se caen, así son retenidos en mejor forma y la abscisión es menor.

El próximo evento principal de crecimiento reproductivo es la segunda caída de frutos temprano en verano. De igual forma, está asociado con un flush vegetativo principal resultando en una competencia entre las dos formas de crecimiento por las reservas del árbol. Esto remarca la identidad de los dos periodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afectan directamente la productividad. El manejo del crecimiento de los flushes y retención de la fruta se logra con fertilización cuidadosa, prácticas de riego adecuadas y la mantención de un sistema radicular sano (WHILEY et al., 1988).

2.8. Requerimientos hídricos:

Los paltos tienen un 90% agua, 9% carbohidratos, 0.9% proteínas y 0.1% de grasas, ácidos nucleicos y otros componentes (LOVATT, 1990), presentando un sistema o red vascular muy limitado, lo cual significa que la tubería que conduce el agua dentro de las hojas es limitada, así

es que los paltos tienden a estresarse más fácilmente que otros frutales (WHILEY, 1990a). El déficit de agua (stress) causa el cierre estomático, por medio de esto previene que ocurra fotosíntesis. En condiciones normales, el agua en las células individuales ejerce presión y sirve como una fuerza conductora para la expansión celular llevando de este modo a la elongación de brotes y expansión de hojas. Por el contrario, cuando el agua es limitante, el crecimiento cesa (LOVATT, 1990).

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

Cuando el árbol empieza a florecer, el requerimiento del agua se alza sustancialmente debido a que los órganos reproductivos son más sensibles a la pérdida de agua que las hojas, de ahí que un stress en esta etapa pueda ser muy detrimental para el comportamiento del mecanismo de la floración (WHILEY, 1990a; WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988; WHILEY et al., 1988).

El manejo del huerto durante floración puede ser crítico para la cuaja debido al stress que sufren las panículas y pueden sufrir un daño permanente. Similarmente, los frutitos jóvenes con un sostén tenue pueden abortar prematuramente.

Durante la última parte de la primavera, cuando el fruto ha establecido la fuerza del sink, esto es, hecha la demanda de recursos del árbol, el manejo del agua no es tan crítico, pero los árboles no podrán ser afectados ya que influyen en la calidad final de la fruta.

La segunda etapa de caída de fruta del ciclo de crecimiento es el periodo más crítico del manejo del agua. Hay un periodo de ajuste de cosecha y un huerto que en esta etapa promete una cosecha abundante puede cambiar rápidamente a uno mediocre o menos (WHILEY et al., 1988).

En este periodo hay un crecimiento vigoroso del árbol por lo tanto existe una competencia natural entre los frutos y el crecimiento, de manera que si ocurre un stress hídrico en esta etapa podría haber una mayor abscisión de frutos (WHILEY, 1990a).

Durante el periodo final de crecimiento rápido de la fruta y madurez, el manejo del riego efectivo reduce la caída de fruta (tarde en verano, el "anillo del cuello", desorden del pedúnculo de la fruta asociado a stress hídrico, puede causar sinificativas pérdidas de fruta) e incrementa el tamaño final del fruto. El último efecto es particularmente importante en cultivares de cosechas fuertes, como Hass, para lograr un alto porcentaje de fruta en el rango del tamaño preferido por el mercado (WHILEY et al., 1988).

2.9. Fertilización:

El desarrollo de estrategias de manejo nutricional está basado en una comprensión de la fisiología del árbol más que en la relación nitrógeno-fósforo-potasio tradicional (WHILEY, 1990b).

Según CAMERON, MUELLE, WALLACE (1952), la mitad o más del nitrógeno de las hojas del palto retorna a la planta antes de caer la hoja. Además, indican que alrededor del 57% del fósforo, 25% del potasio y 33% de azufre retorna a las plantas antes de la abscisión de las hojas. Por otra parte, el fierro, calcio y magnesio son aparentemente translocados desde las hojas antes de la

abscisión.

El crecimiento vegetativo y reproductivo son parcialmente separados en el tiempo y en el espacio. No obstante, esto es ciertamente crítico en fases donde la competencia es mayor, durante la primera fase de caída de frutos en el caso del palto (agosto a noviembre, dependiendo del área) y se puede extender hasta mediados de verano. Si el árbol es excesivamente vigoroso, el brote indeterminado competirá vigorosamente con la cuaja de los frutos, resultando en una fuerte caída de éstos. Esto también reduce el movimiento de calcio dentro del fruto cuajado durante las críticas primeras seis a ocho semanas, dejando al fruto predispuesto a desórdenes fisiológicos (WOLSTENHOLME Y WHILEY, 1990).

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

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

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

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

Experiencias realizadas en California, Sudáfrica y Australia, indican que la concentración de nitrógeno en las hojas de la var. Fuerte no debe exceder el 2% en otoño. Esto es aplicado principalmente a los climas calurosos, más subtropicales, con suelos más profundos y altos en materia orgánica. El ideal para cultivares vigorosos es probablemente 1.6-1.8%. Árboles con niveles más bajos naturalmente recibirán una mayor fertilización con dicho elemento. Para la var. Hass se necesita de alta cantidad de nitrógeno en las hojas para obtener altas producciones. Niveles óptimos para las hojas en Sudáfrica son 1.9-2.2%. En el sureste de Queensland (Australia), altos niveles en las hojas (2.5-2.7%) en Hass y Wurtz no han reducido las producciones (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

En cuanto a los nutrientes no reguladores, el boro está estrechamente relacionado a la división celular y a la actividad del meristema y es particularmente importante durante la polinización (COETZAR y ROBBERTSE, 1987) y el desarrollo temprano del fruto.

WHILEY (1990b) indica que existe una rápida e intensa movilización desde las hojas maduras a las panículas de las flores en desarrollo durante el invierno. Por lo

tanto, se deben aprovechar los meses de verano para ajustar los niveles de boro en los árboles, aplicándose dicho elemento al suelo en Australia. De manera similar al boro, las concentraciones de zinc foliares también descienden durante el desarrollo de las panículas. En tejidos florales, los niveles pueden ser entre 80 y 100% superiores durante la antesis en comparación a las hojas adyacentes. Las correcciones de las deficiencias de zinc se han logrado mediante la aspersión a hojas cuando están en expansión.

2.10. Control de enfermedades:

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

P. cinnamomi es un microorganismo que sobrevive bien en temperaturas medias, siendo sus temperaturas óptimas de crecimiento entre los 21°C y 27°C. No sobrevive con temperaturas inferiores a 6°C ni superiores a 34°C-35°C

(BESOAIN, 1990). Según WHILEY et al. (1988), el patógeno causa la mayoría del daño en los meses de verano cuando se encuentran estas condiciones de crecimiento y hay abundancia de raíces absorbentes blancas disponibles para la invasión.

Los primeros síntomas que presenta un árbol enfermo es la pérdida del brillo de las hojas y el marchitamiento parcial al medio día, aún cuando los niveles de agua en el suelo sean los adecuados (WHILEY et al., 1986). Síntomas más avanzados son la necrosis de raíces, fuerte caída de hojas, muerte de ramas pequeñas, hojas tornándose de color verde pálido a amarillo, flushes débiles de crecimiento, quemado de hojas por cloruro, poca cuaja y mucha abscisión de frutos, aumento de frutos quemados por el sol y baja producción de frutos de calidad. Síntomas de infección severa son la aparición de canchales en las ramas más bajas, pérdida total de hojas, y finalmente la muerte del árbol (WHILEY, 1990c; WHILEY et al., 1986; GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El mejor control de Phytophthora cinnamomi es impedir su introducción en el huerto, comprando plantas en viveros confiables, plantas en suelos bien drenados. No regar con aguas provenientes de zonas infectadas, evitar el

exceso de humedad en el suelo. Debe tenerse en cuenta que el árbol enfermo sólo requiere la cuarta parte de agua que un árbol sano. Otra alternativa es usar patrones resistentes como las selecciones Duke y G6 (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Las inyecciones al tronco de fosfonatos o las aplicaciones al suelo de fungicidas, deben aplicarse en la época adecuada para proteger la principal actividad de crecimiento radicular tarde en primavera y verano. Las inyecciones se realizan en cuanto madura la hoja de primavera y se repite cuando madura la hoja del flush de verano (WHILEY, 1990c) coincidiendo con el comienzo del flush de raíces de primavera y verano. Idealmente, las inyecciones de las plantas deben realizarse entre las 06:00-11:00 hrs, cuando la tasa de transpiración es alta (PICCONE, WHILEY y PEGG, 1987).

Por otra parte según WHILEY et al. (1987), en árboles inyectados con fosfito basado en los tratamientos con fosetil de aluminio y ácido fosforoso, se encuentran apreciables residuos de ácidos en tejidos de palmas 4 meses después del tratamiento.

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

3.2. Definición de la zona del ensayo:

3.2.1. Clima:

El clima de Quillota corresponde a un 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 de Köppen, Quillota está dentro de la notación c5b1, 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 4 meses (MARTINEZ, 1981).

NOVOA et al. (1989) indican que el régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 5,5°C. El período libre de heladas aprovechable es de 9 meses, de septiembre a mayo. La suma anual de temperaturas, base 5°C, es de 3700 grados días y, en base 10°C, 1900 grados días.

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 daño por bajas temperaturas (MARTINEZ, 1981).

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con 125 mm. La evaporación media llega a 1361 mm anuales, con un máximo mensual en diciembre de 219.3 mm y un mínimo en junio con 36.1 mm (NOVOA et al., 1989).

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

alta en los meses de invierno y durante las primera horas en 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 un estudio 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 los cerros ubicados al este del predio. De textura superficial franca arcillosa; de color pardo, y de textura arcillosa y color rojizo en profundidad. El substratum está constituido por gravas y piedras con material intersticial del suelo. El suelo es 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 tiene 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 en primavera principalmente al aumentar 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 vegetativo:

El material usado para este estudio es un huerto de paltos cultivar Hass sobre portainjerto de semilla Mexícola, plantado en 1975 a 5x5 m, los que posteriormente fueron raleados en diagonales en 1984, quedando a 7x7 m. Para escoger los árboles a evaluar, se eligieron aquellos que presentaban similar vigor y tamaño en cuanto al largo de ramas y cantidad de fruta principalmente, así como un estado sanitario adecuado (es decir, sin sintomatología visual de daño por Phytophthora). Se seleccionaron 10 árboles al azar. En

éstos se realizaron las diferentes observaciones y mediciones. La cosecha de los frutos se realizó en el mes de octubre, con el fin de no afectar el crecimiento general del árbol.

El huerto cuenta con un sistema de riego por microaspersión, con un emisores de 36 l/hr por emisor y dos emisores por árbol. Para verificar las tensiones del agua en el suelo se cuenta con tensiómetros a 30 y 60 cm de profundidad, cuyas lecturas eran leídas y registradas en forma diaria a las 08:00 AM. En base a estos registros se determinó la frecuencia y el tiempo de riego. Las tensiones máximas permitidas con las cuales se regaba el huerto eran de 25-30 cb en primavera-verano y 30-35 cb en otoño-invierno, medidos a 30 cm de profundidad.

Se registraron las temperaturas máxima y mínima y la humedad relativa en una subestación metereológica en el huerto. La temperatura del suelo se midió a 15 y 30 cm de profundidad a las 09:00 y 15:00 hr. Además, de la estación meteorológica de la Facultad de Agronomía se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas.

3.4. Desarrollo vegetativo:

El estudio se comenzó el mes de julio de 1992. Se escogieron 4 ramillas de un vigor similar, cada una en punto cardinal de los árboles a una altura de 1,5 m, aproximadamente. En cada ramilla marcada se escogió la yema apical y una yema lateral, los cuales fueron medidos a intervalos semanales con un pie de metro en los primeros estadios de desarrollo y con una regla cuando su largo era mayor. Por otra parte, se observó la brotación de la temporada a nivel de huerto, para obtener una visión más general de los eventos. En el momento que se comenzaron las mediciones, a mediados de agosto, los árboles se encontraban en brotación con un promedio menor a 1 cm de crecimiento de la yema.

3.5. Desarrollo reproductivo:

Las mediciones y observaciones del hábito de floración y cuaja se realizaron en las mismas yemas elegidas para el estudio del desarrollo vegetativo. Se determinó para cada panícula durante el período de floración el número de flores totales, el número de flores abiertas totales, el número de flores abiertas en estado femenino y el número de flores abiertas en estado masculino, en forma

diaria a las 09:00, 13:00 y 17:00 hr. Además, se realizaron observaciones nocturnas a las 22:00 y 02:00 hr en tres días para determinar el comportamiento sexual en la noche y para un mayor seguimiento a través del tiempo. En forma paralela se observó la floración del huerto para obtener una visión global del porcentaje de apertura floral.

Para determinar el ciclo total de apertura y la duración de los estados sexuales, se marcó una flor de cada panícula escogida, las cuales fueron medidas a igual intervalo de tiempo que las demás flores.

En las paniculas en estudio, se determinó semanalmente el número de frutos cuajados (los que se contabilizaron desde el momento en que los pétalos de la flor se hubiesen desprendido) y posteriormente se midieron los diámetros polar y ecuatorial de los frutos en forma semanal.

Para cuantificar la caída de flores y frutos, respecto a magnitud, se instaló bajo la canopia de 5 árboles, 4 cajones de 60 x 40 cm, colocándose uno en cada punto cardinal con una superficie de 240 cm². El número de flores se determinó en base a su peso seco, siendo

recolectadas dos veces por semana. Los frutos caídos fueron recolectados a intervalos semanales, determinándose su número y peso fresco.

3.6. Desarrollo radicular:

El desarrollo del sistema radicular del palto es superficial existiendo incluso crecimiento de raicillas bajo la cobertura de las hojas. Aprovechando esta característica se dispusieron, a una distancia de 2 m del tronco del árbol, distintos materiales con el fin de observar el crecimiento radicular. Estos fueron geotextil, vidrio y malla raschel de 50% de sombra, la que se colocó doble. Todos los materiales medían en la zona de observación 80 cm de largo y 40 cm de ancho cubriendo un área de 3200 cm². Cada uno de ellos fue dispuesto en tres árboles distintos y cubierto luego por el mulch de hojas. Quincenalmente, se evaluó el número y longitud de raíces activas que se encontraban en el área delimitada. Por otra parte, dichos materiales fueron escogidos debido a que en estudios anteriores realizados por PALMA (1991) y HERNANDEZ (1991) el uso de papel de diario no fue totalmente satisfactorio.

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 luz durante 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 y una tapa superior de madera. Las mediciones se realizaron en forma semanal, registrándose el nuevo crecimiento en forma total de las raíces que crecieron en el rizotrón.

Con el fin de evitar la incidencia de Phytophthora cinnamomi, el 16 de enero de 1991, todos los árboles en estudio fueron inyectados en el tronco con ácido fosforoso al 7.5%, en dosis de 15 cc/m de diámetro de canopia.

3.7. Variables en estudio:

Las mediciones fueron realizadas desde agosto de 1992 hasta mayo de 1993. Las variables en estudio fueron:

- Temperatura:

Temperatura máxima diaria.

Temperatura mínima diaria.

Temperatura de suelo a 15 cm de profundidad
(09:00 y 15:00 hr).

Temperatura de suelo a 30 cm de profundidad
(09:00 y 15:00).

- Crecimiento vegetativo:

Longitud de brote.

- Crecimiento radicular:

Rizotrón:

Longitud de raíces en forma total.

Superficial:

Longitud de raicillas.

Número de raicillas activas.

- Desarrollo reproductivo:

Flores:

Número de flores abiertas masculinas 09:00 hr.

Número de flores abiertas masculinas 13:00 hr.

Número de flores abiertas masculinas 17:00 hr.

Número de flores abiertas masculinas 22:00 hr.

Número de flores abiertas masculinas 02:00 hr.

Número de flores abiertas femeninas 09:00 hr.

Número de flores abiertas femeninas 13:00 hr.

Número de flores abiertas femeninas 17:00 hr.

Número de flores abiertas femeninas 22:00 hr.

Número de flores abiertas femeninas 02:00 hr.

Total de flores abiertas (09:00, 13:00, 17:00, 22:00 y 02:00 hr).

Total de flores (día).

Flores marcadas (ciclo floral).

Número de flores caídas en cajones bajo el árbol.

Frutos:

Número de frutos cuajados en las panículas.

Número de frutos caídos de ramillas medidas.

Número de frutos caídos de cajones bajo el árbol.

Diámetro polar del fruto.

Diámetro ecuatorial del fruto.

Las mediciones de las ramillas se efectuaron a intervalos regulares, en un período de 10 meses a partir de agosto de 1992. Para el estudio de las variables se consideró el promedio respecto a cada árbol y fecha de medición. Por otro lado, la tasa de crecimiento resulta de la diferencia entre la medición del día y la medición anterior.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Crecimiento vegetativo:

La tasa de crecimiento vegetativo entre el 21 de agosto de 1992 y el 17 de mayo de 1993 (Anexo 1) mostró en forma clara dos periodos de crecimiento o flush, como se aprecia en la Figura 1. El inicio del primer flush se produjo el 31 de agosto. El peak de crecimiento pudo apreciarse entre el 26 de octubre y el 9 de noviembre, disminuyendo hasta caer a niveles muy bajos que indican el término de este período el 19 de enero. Posteriormente, entre el 19 de enero y el 22 de marzo la tasa de crecimiento en los brotes fue muy baja o prácticamente cero. A partir del 29 de marzo la tasa de crecimiento volvió a incrementarse, dando origen al segundo flush de crecimiento, cuyo peak ocurrió entre el 26 de abril y el 3 de mayo, decreciendo posteriormente en forma más rápida que el primer flush hasta alcanzar un nivel muy bajo el 17 de mayo, la cual se consideró como fecha de término del crecimiento vegetativo de la temporada.

Esto concuerda con lo observado por HERNANDEZ (1991); PALMA (1991); CALVERT (1993); WHILEY et al. (1988);

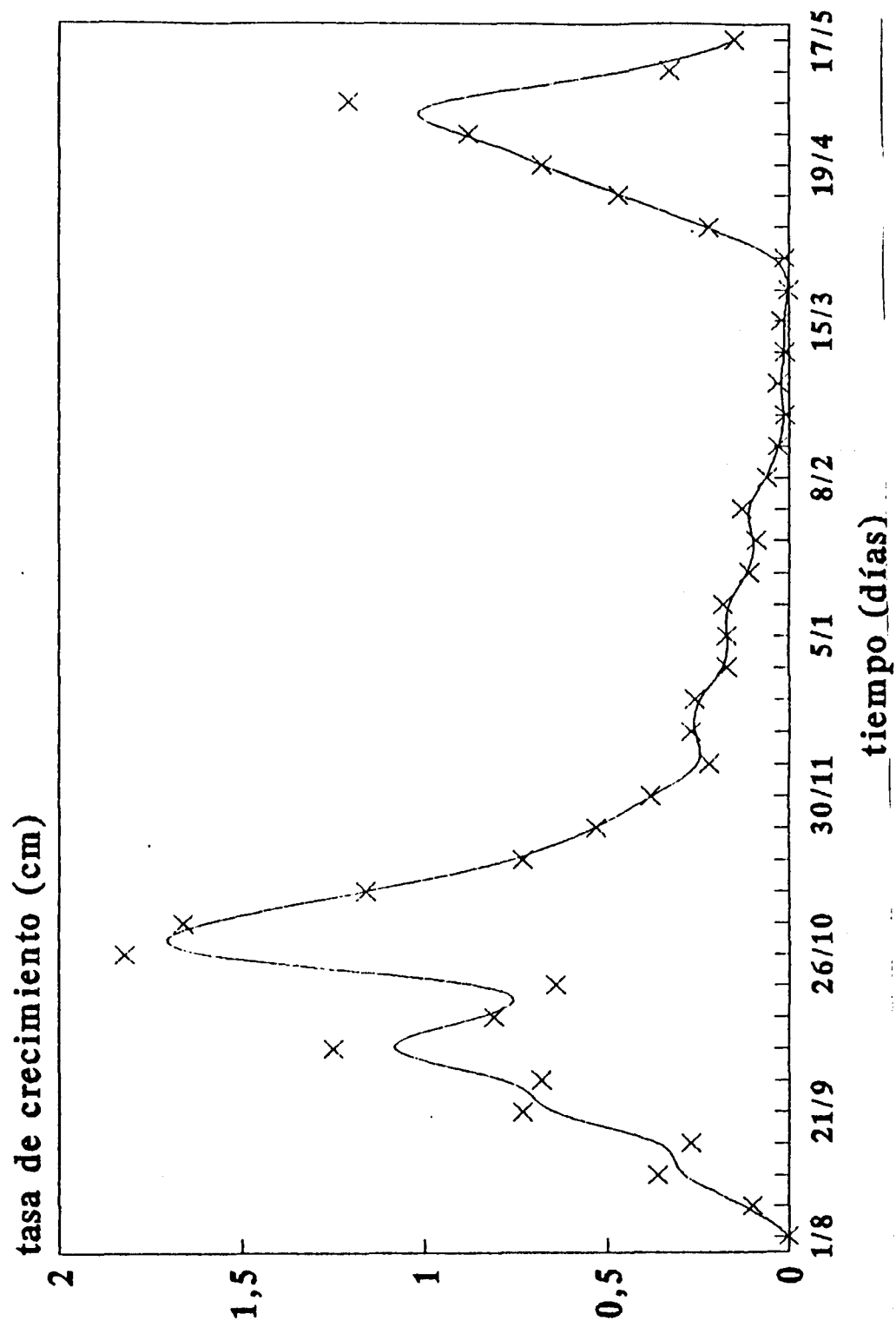


FIGURA 1. Tasa promedio de crecimiento de brotes. palto
cv. Hass. Quillota. V región, 1992/1993.

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), quienes determinaron que para paltos (cv. Fuerte y Hass) existen dos periodos de crecimiento vegetativo, en primavera y verano-otoño. Esto es a diferencia de medios más subtropicales y tropicales, donde los flushes vegetativos en paltos son menos uniformes y más frecuentes, como lo observado por PLOETZ y RAMOS (1991). Además, aunque las fechas de extensión de los flushes varían considerablemente, siempre el primer flush es de mayor intensidad que el segundo, lo que concuerda con lo observado en el presente estudio, donde el crecimiento en promedio de los brotes registrado en el primer flush fue mayor (13,37 cm), comparado con el segundo periodo de crecimiento (4,47 cm), concordando con lo observado por HERNANDEZ (1991); WOLSTENHOLME y WHILEY (1989); SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), quienes observaron que los brotes crecían más en primavera que en verano.

La menor intensidad del segundo flush de crecimiento puede deberse a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles a dicha fecha, en comparación a temprano en la temporada cuando ocurre la brotación de primavera donde los niveles llegan a sus valores máximos, coincidiendo con el inicio del crecimiento en esta fecha

(WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

En cuanto al análisis de la curva de crecimiento en el primer flush (Figura 1), puede observarse una disminución en la tasa de crecimiento en el periodo comprendido entre el 13 y el 20 de octubre. Esto es similar a lo observado por HERNANDEZ (1991) y PALMA (1991), aunque no es concordante en las fechas. Esta baja en el crecimiento puede explicarse en la competencia que se establece entre los brotes y el desarrollo floral por nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y fuentes de agua en el árbol (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

La competencia entre el crecimiento vegetativo y la floración puede observarse en la Figura 2, ya que dicho descenso en el crecimiento vegetativo coincide con el mayor desarrollo floral en cuanto al número de flores totales en las panículas. A su vez, al disminuir el número de flores, empieza a aumentar el crecimiento de los brotes hasta llegar a su peak en la primera semana de noviembre, mes en el cual las temperaturas son del orden de los 23.6°C en promedio, siendo éstas aptas para el crecimiento vegetativo (SEDGLEY y ANNELLS, 1981).

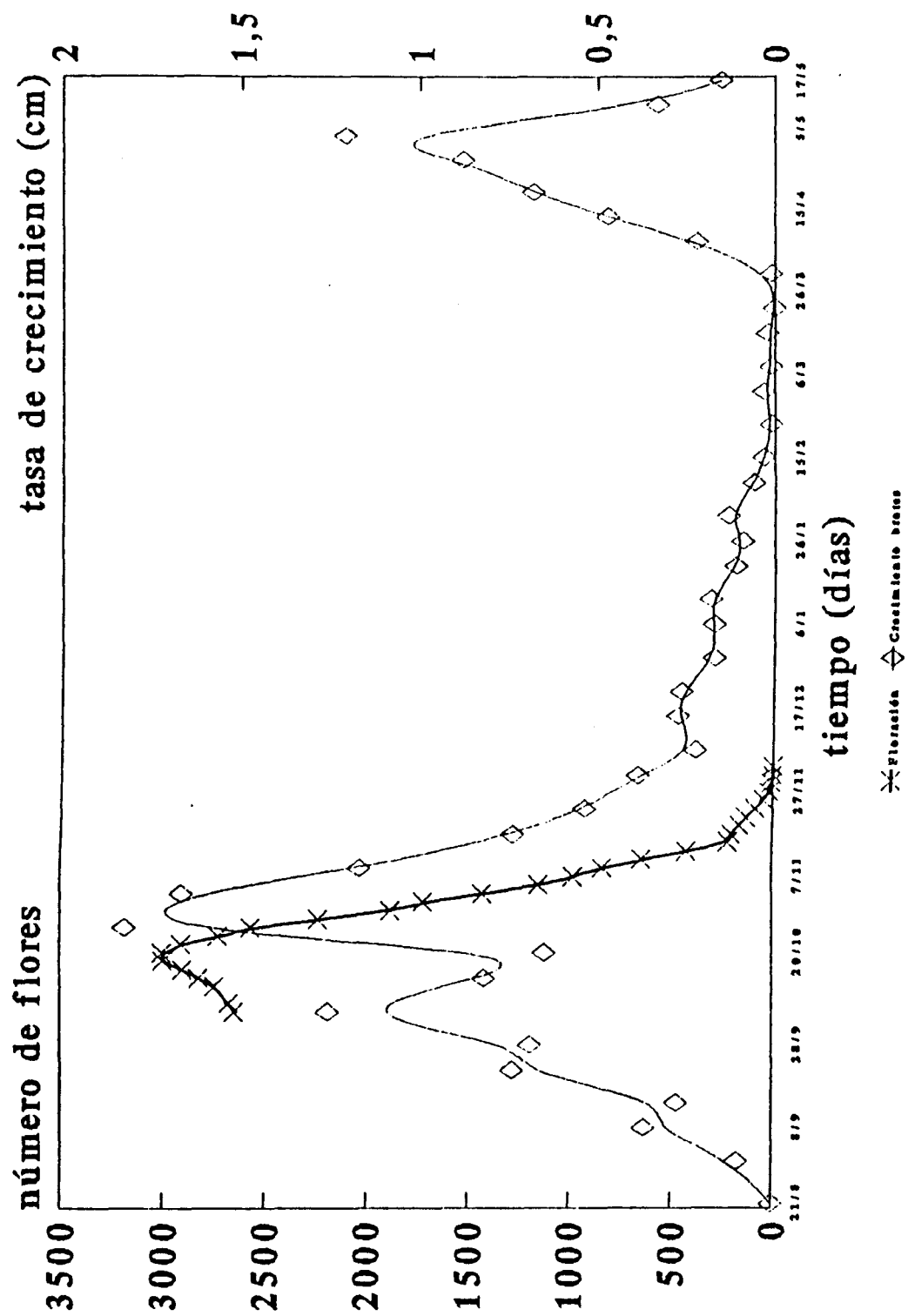


FIGURA 2. Crecimiento vegetativo y floración, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

Otra causa puede deberse a una disminución leve en la temperatura máxima en dicho periodo (21°C) comparada a la temperatura máxima del periodo anterior (24,5°C) (Anexo 2) lo que se corrobora con lo expresado por SEDGLEY y ANNELLS (1981), sobre que las altas temperaturas parecen estimular el crecimiento vegetativo a expensas del reproductivo.

Cabe mencionar el hecho que no todos los brotes seleccionados (80 en total), presentaron crecimiento activo en la temporada considerando un número de 59 brotes para el estudio, lo que representaba un 73,75%, lo que coincide con lo observado por SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) y HERNANDEZ (1991), quienes registraron que no todos los brotes crecían durante toda la temporada.

El descenso de la curva de crecimiento vegetativo en el periodo final del primer flush, no se puede explicar por el hecho de una disminución de la temperatura ambiente sino que más bien al hecho de que las raíces no son capaces de abastecer a los brotes de nutrientes y agua en momentos en que la demanda atmosférica se hace mayor y las reservas del árbol han disminuido (WHILEY et al., 1988; HERNANDEZ, 1991; PALMA, 1991).

Existe un retraso observado en el inicio y desarrollo del segundo flush vegetativo (Figura 1), si se compara con lo descrito por WHILEY *et al.* (1988) y PALMA (1991) en el cultivar Fuerte y especialmente con HERNANDEZ (1991) en la variedad Hass. Este retraso puede deberse a que las temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo, comparadas con las registradas en el año 1991, fueron más bajas siendo del orden de 3,30C en promedio inferiores en dichos meses (Anexo 2), las cuales retrasarían el comienzo del crecimiento hasta los meses de abril-mayo, ya que en estas fechas habrían cumplido sus necesidades o requerimientos estando en condiciones de iniciar un nuevo crecimiento. Este flush de crecimiento es de una corta duración, ya que a fines de mayo las temperaturas caen, siendo en promedio del orden de los 180C como máximas y alrededor de los 80C como mínimas, siendo estas condiciones inhibitorias del crecimiento, tal como lo menciona ZAMET (1990).

Otra posible causa del retraso observado en el inicio del segundo flush es que al presentar los árboles una alta productividad su periodo de acumulación de carbohidratos, necesarios para la brotación de verano, no son alcanzados en dicha época. Debido a la alta competencia establecida por los frutos, tal como lo indican WHILEY y WOLSTENHOLME

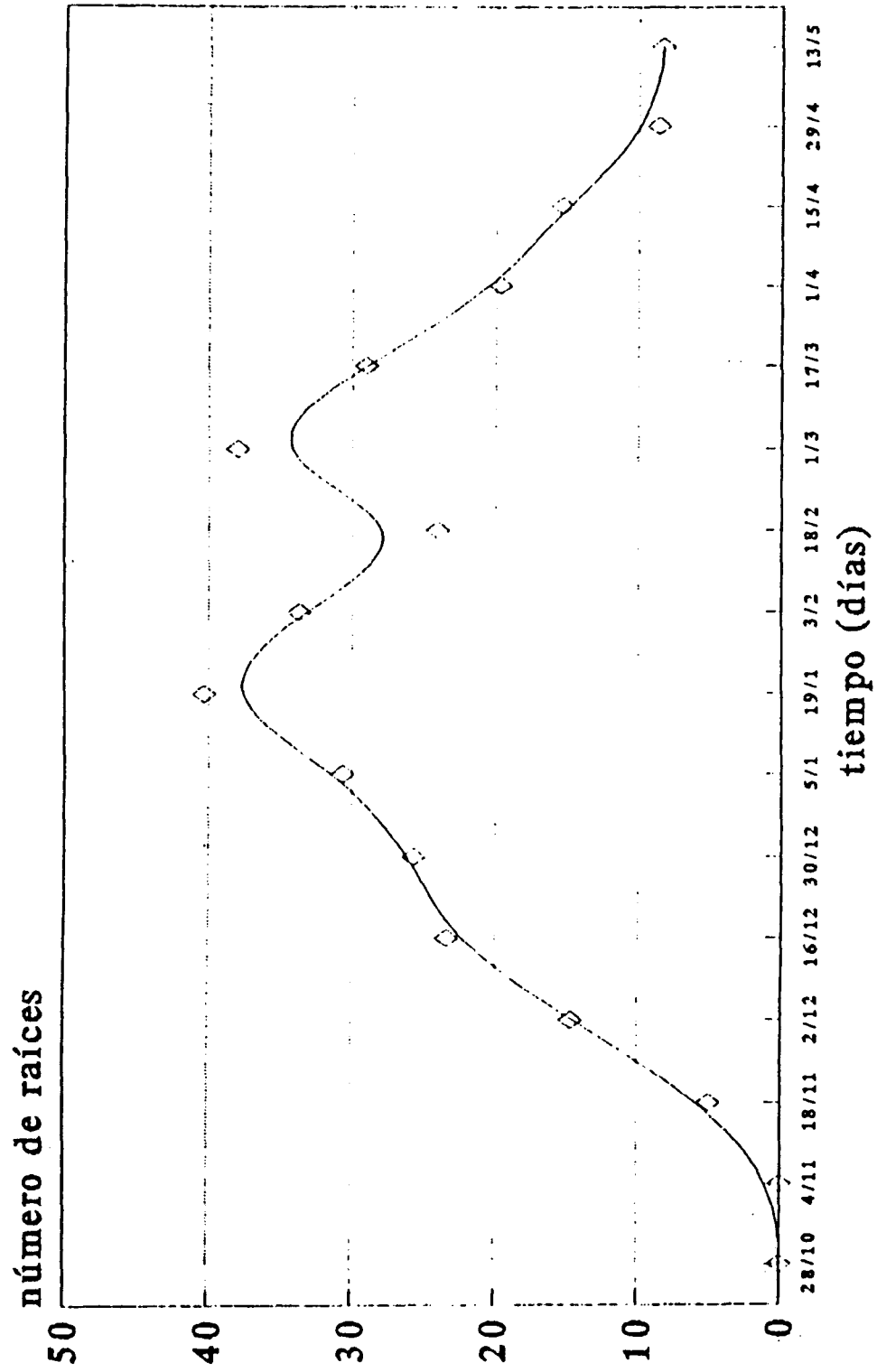
(1990), los niveles de carbohidratos necesarios para la segunda brotación sólo se alcanzan en el mes de marzo.

4.2. Desarrollo radicular:

4.2.1. Raíces en superficie:

En el ensayo planteado para visualizar el crecimiento en superficie, se usaron como materiales de cubrimiento de las raíces geotextil, vidrio y malla Raschel. El número de raíces en cada material (Anexo 3) a través del período de medición se observa en las Figuras 3, 4 y 5, respectivamente y de los tres materiales en forma conjunta en la Figura 6.

Al comparar los materiales, se aprecia que el mejor resultado en cuanto a número de raíces se obtuvo con la malla Raschel, debido a que principalmente no retenía tanta humedad como los dos restantes, siendo mucho más representativa de la hojarasca natural, impidiendo además de mejor forma la entrada de luz, lo cual es importante según lo mencionado por BORYS (1991), ya que la falta o niveles muy bajos de luz pueden ser un factor que favorezca el crecimiento radicular. En cambio, el geotextil generaba una condición de exceso de humedad, lo



→ Geotextil

FIGURA 3. Número promedio de raíces superficiales en geotextil. palto cv. Hass. Quillota. V región. 1992/1993.

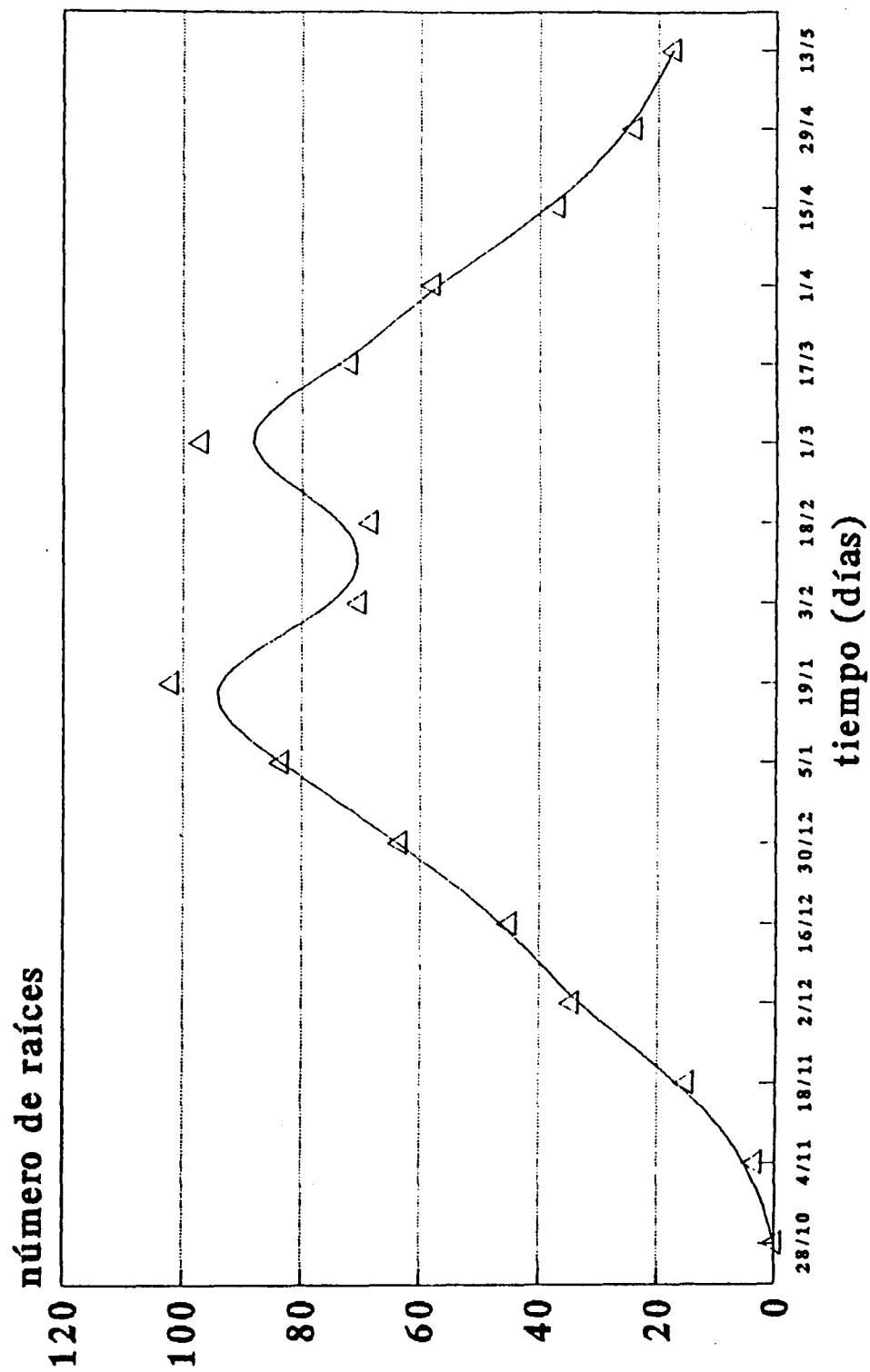


FIGURA 4. Número promedio de raíces superficiales en vidrio, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

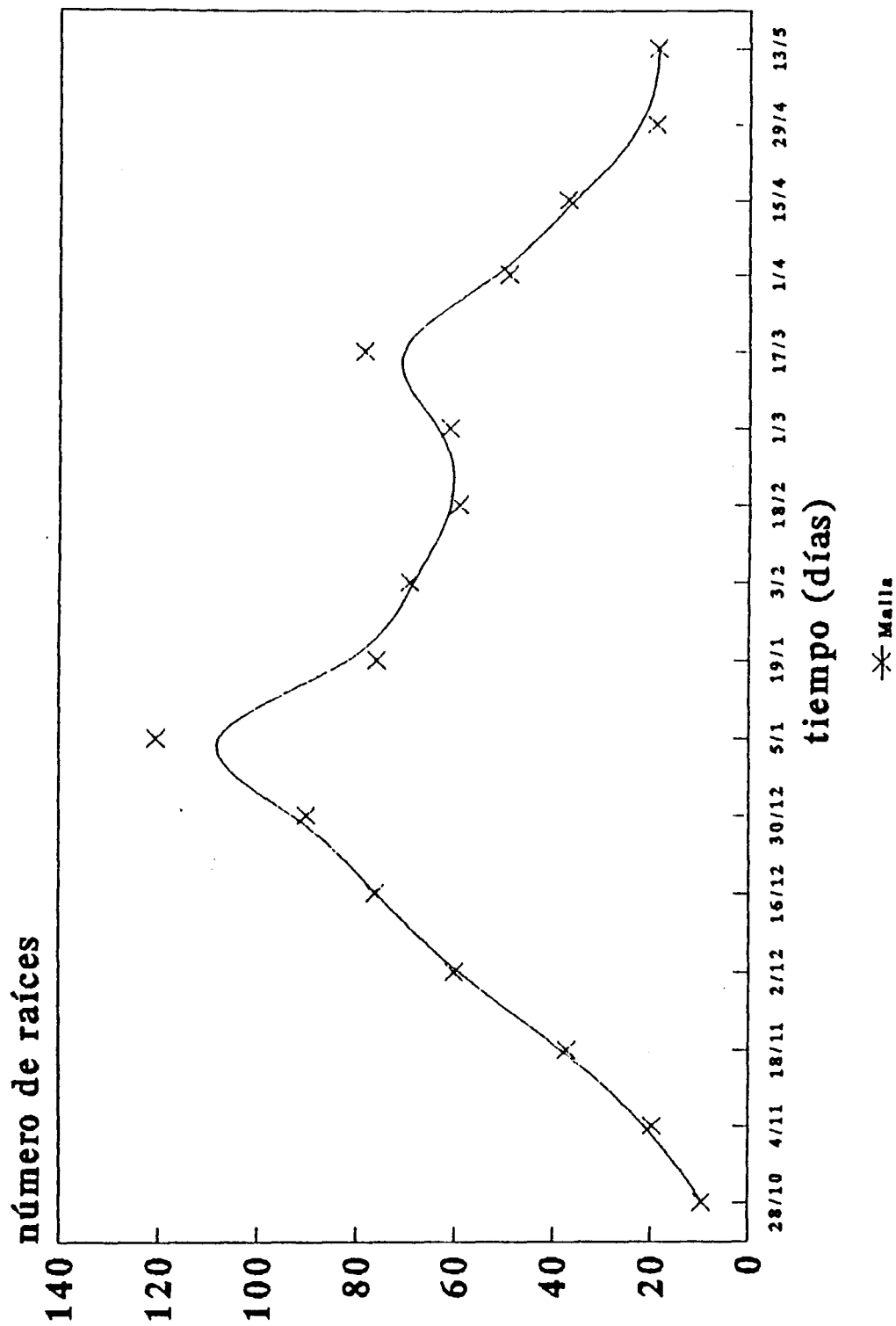


FIGURA 5. Número promedio de raíces superficiales en malla, palto cv. Hass. Quillota, V región, 1992/1993.

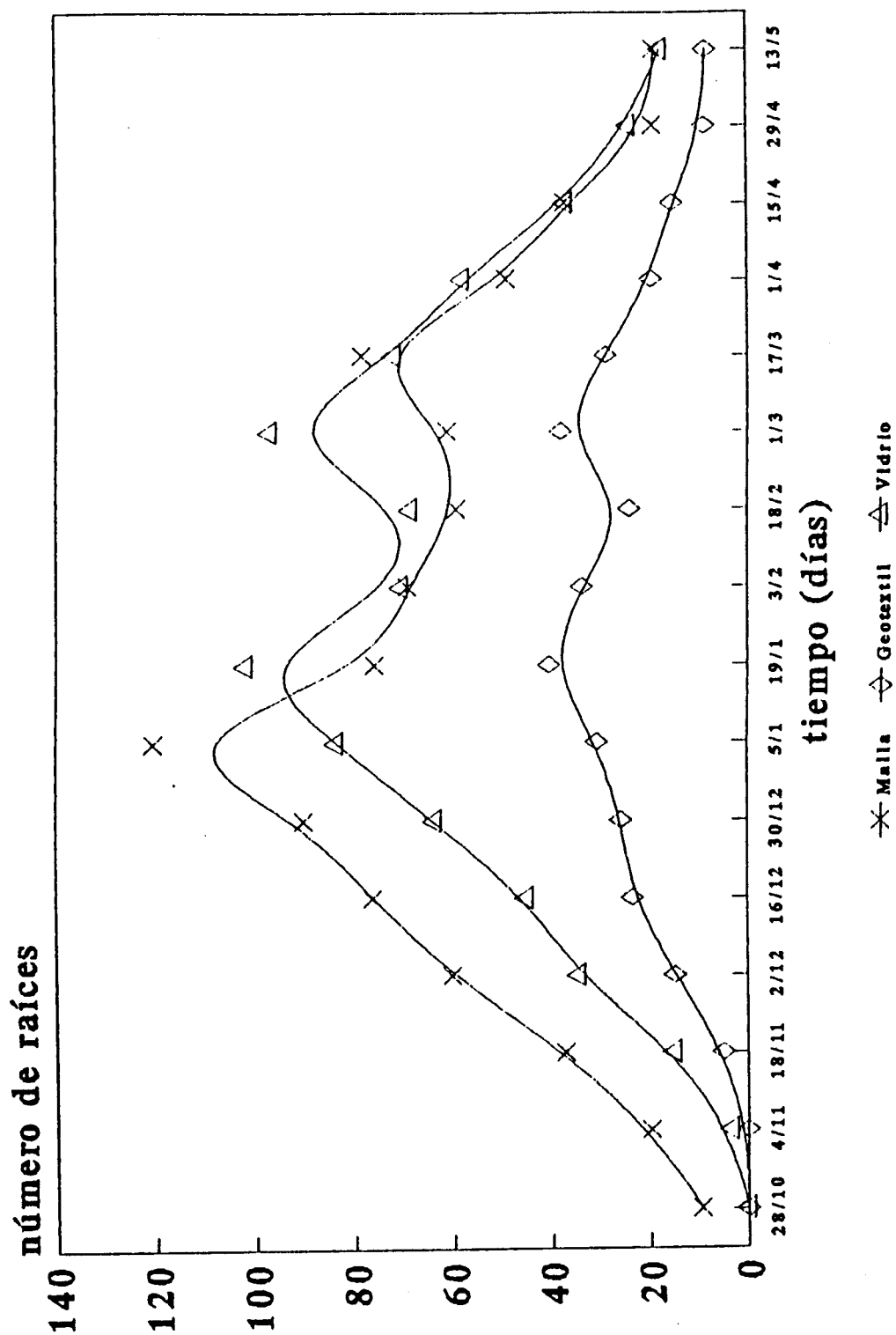


FIGURA 6. Número promedio de raíces superficiales en geotextil, vidrio y malla, palto cv. Hass. Quillota, V región, 1992/1993.

que coincide con lo observado por CALVERT (1993), la cual produce asfixia de las raicillas lo que podría ser la causa del bajo número obtenido con dicho material. Cabe mencionar que en periodos cortos de tiempo (2-4 semanas) se morían raíces y reaparecían otras, dando un período de vida radicular muy corto, el que variaba de un árbol a otro. Esto es reafirmado por FLORES et al. (1988), al observar que el desplazamiento "ondulante" (formación-muerte-regeneración-muerte) de raíces finas pueden formar el mecanismo base del continuo volumen de exploración de suelo, como un mecanismo adaptativo a los cambios en las condiciones de suelo.

El crecimiento radicular comenzó antes en los árboles cubiertos por malla Raschel (28 de octubre), seguido por el vidrio (4 de noviembre) y finalmente el geotextil (18 de noviembre), y a la fecha de término de las mediciones (13 de mayo), todos los materiales presentaban números relativamente similares y bajos en comparación a las mediciones anteriores. Pese a que los resultados en número de raíces por material es distinto durante todo el periodo de crecimiento radicular, cabe destacar que la tendencia de la curva del desarrollo de raíces es similar para todos los materiales usados.

La curva de crecimiento radicular se construyó a partir del número promedio de raicillas y se extendió entre el 28 de octubre y el 13 de mayo. Desde la fecha de inicio se apreció un aumento sostenido hasta el 5 de enero y una baja desde esa fecha hasta el 18 de febrero. Posteriormente, existe un alza el 17 de marzo, para luego caer hasta el 13 de mayo. De lo mencionado anteriormente se manifiesta la existencia de dos flushes de crecimiento radicular, concordando con lo observado por WHILEY et al. (1988) y HERNANDEZ (1991).

En cuanto a la magnitud de dichos flushes se aprecia que el primero es mayor que el segundo periodo de crecimiento, a diferencia de lo observado por WHILEY et al. (1988) y HERNANDEZ (1991), que describen dos flushes de similar magnitud.

El comienzo del desarrollo radicular es a fines de octubre, fecha en la cual la temperatura de suelo ha aumentado con respecto al invierno, llegando a los 13,25°C medidos a los 15 cm de profundidad (Anexo 4). Esto concuerda con lo observado por HERNANDEZ (1991). Según WHILEY et al. (1987), el crecimiento de la raíz de los paltos está determinado primordialmente por la temperatura del suelo, no obteniéndose crecimiento

significativo con temperaturas de suelo menores a 13°C. El mayor desarrollo se obtiene con temperaturas del orden de 18°C, lo que queda en evidencia al observar las temperaturas de suelo del mes de octubre en adelante (Anexo 4).

El posterior descenso desde mediados de enero hasta febrero puede deberse a la competencia que se establece entre el desarrollo de los frutos y el crecimiento vegetativo, en desmedro del crecimiento radicular, según lo mencionado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1990), quienes indican que en general la fructificación tiene un fuerte efecto en la división de los asimilados y tiende al antagonismo con el crecimiento vegetativo y muy especialmente con el radicular. Además, las reservas están en sus concentraciones más bajas (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

Una vez reajustada la carga del árbol y al no haber crecimiento vegetativo presente (figura 1), hay un leve repunte en el número de raíces que se produjeron hasta mediados de marzo, lo cual correspondería a una pequeña alza de crecimiento, a diferencia del primer flush que es más constante en el tiempo y en su magnitud; esto podría deberse a la ausencia de crecimiento vegetativo o a

condiciones de alta temperatura de suelo, pudiendo ser una condición excepcional, lo que de ser así, en condiciones normales se debería presentar un sólo flush al igual que las observaciones realizadas por PALMA (1991). Este hecho se repite para todos los materiales usados (Figuras 3, 4, 5 y 6), por lo que se descarta el hecho de que esta alza sea propiciada por algún material en especial.

Este descenso también se debe al hecho de que las temperaturas de suelo a 15 cm. descendieron a 13,6 °C, ya que el crecimiento se suprime a temperaturas menores de 13°C y se hace muy lento a temperaturas menores de 18°C, obteniéndose una respuesta similar a la observada por WHILEY (1987b), WHILEY (1988), PALMA (1991) y HERNANDEZ (1991), y a diferencia de PLOETZ et al. (1991), cuyo crecimiento radicular disminuye a 1/3 en invierno y no se restringe, pero bajo condiciones tropicales de Florida.

4.2.2. Interacción crecimiento vegetativo y crecimiento radicular en superficie:

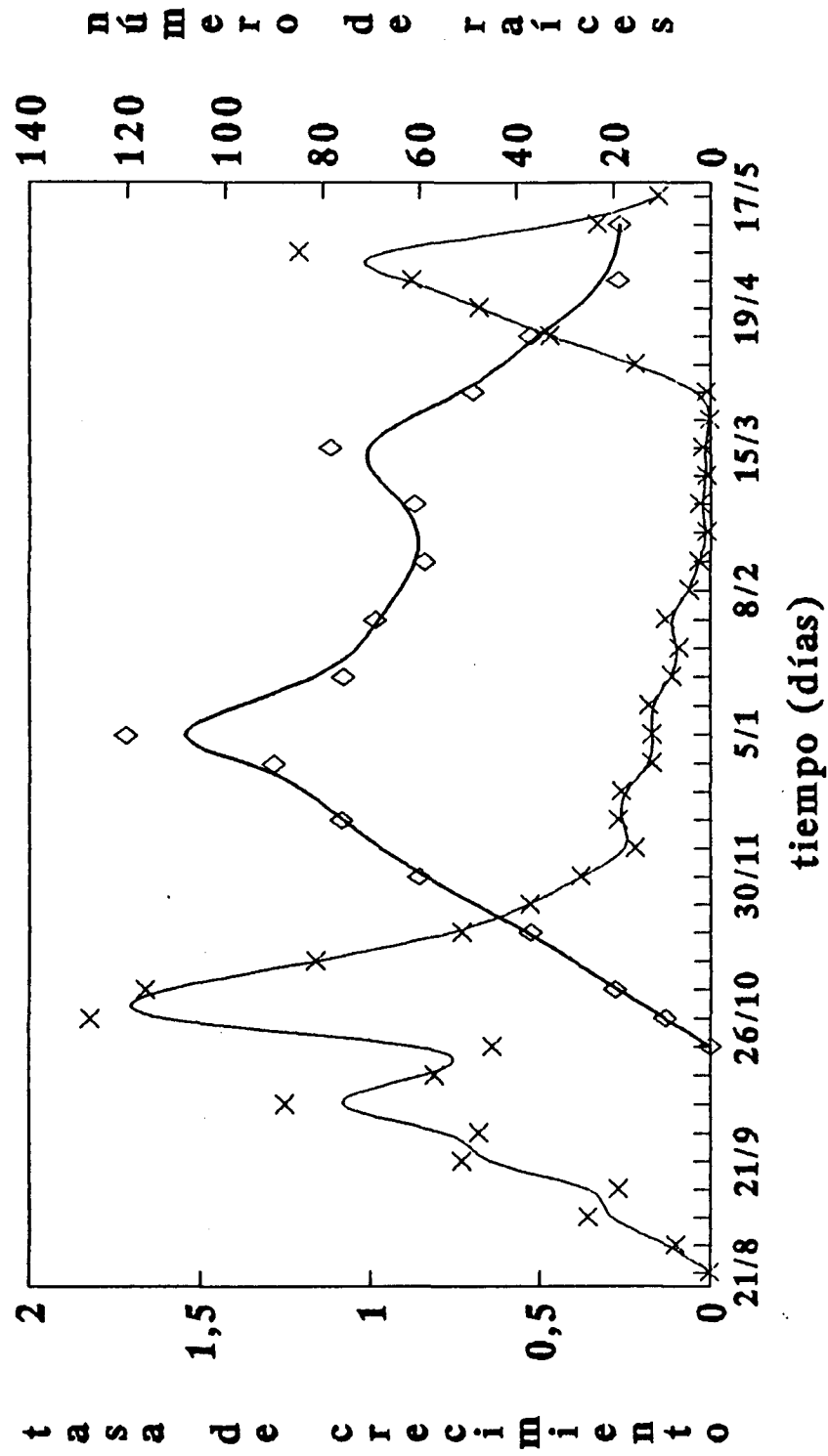
La aproximación fenológica de las raíces superficiales refleja de buena manera el comportamiento radicular activo del árbol. Además de estar el 80% de la masa

radicular en los primeros centímetros de profundidad, dando una gran influencia por parte de las raíces superficiales, a la nutrición del árbol.

Al sobreponer las curvas de crecimiento radicular en superficie con crecimiento vegetativo (Figura 7), se aprecia que el inicio del crecimiento de las raíces, en número, coincide con el peak de crecimiento vegetativo, pero al disminuir este último, el aumento de las raíces se hace considerable, para llegar a su peak cuando el crecimiento vegetativo es mínimo.

Esta diferencia en el inicio de ambos crecimientos se basa en lo expresado anteriormente en relación a la temperatura, ya que la temperatura del medio ambiente (Anexo 2) aumenta más rápidamente que la del suelo (Anexo 4), siendo esta condición ambiental estimuladora de la brotación y no del desarrollo radicular, concordando con lo observado por HERNANDEZ (1991) y PALMA (1991).

Cuando el nivel de carbohidratos es máximo, antes de la primavera, el crecimiento vegetativo depende solamente del nivel térmico para "gatillar" el ciclo. Una vez que se dan las condiciones de temperatura, el crecimiento vegetativo se desarrolla explosivamente, importando



—x— crecimiento brotes —◇— número de raíces

FIGURA 7. Crecimiento vegetativo y número de raíces en superficie, paito cv. Hass, Quillota. V región. 1992/1993.

carbohidratos los primeros 42 días (WHILEY et al., 1988; WOSTENHOLME y WHILEY, 1990). Una vez alcanzado el primer peak, el nivel nutricional no es suficiente para sustentar el crecimiento vegetativo; este decrece al mismo tiempo en que las raíces han alcanzado su nivel térmico de activación y de desarrollo anteriormente mencionados (13°C y 18°C, respectivamente). El crecimiento radicular se hace evidente hasta equilibrarse con el crecimiento vegetativo.

Ante esto puede agregarse que la temperatura es la responsable de activar las funciones radiculares. Sin embargo, una vez que las raíces logran su máximo desarrollo, el crecimiento se independiza del efecto de la temperatura entrando a regularse más bien en forma nutricional a través del equilibrio con el sistema vegetativo y los frutos en desarrollo.

La Figura 7 describe la alternancia de crecimiento entre los ciclos vegetativo y radicular.

De lo anteriormente mencionado se desprende que la interacción del crecimiento vegetativo y radicular se debe, por una parte, a un equilibrio y fluctuación nutricional (de reservas, especialmente carbohidratos)

tal como es mencionado por SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER. (1985); WHILEY et al., (1988); WOLSTENHOLME y WHILEY. (1989) y WOLSTENHOLME y WHILEY, (1990); y por otra parte, la temperatura ambiente y de suelo para el crecimiento vegetativo y radicular respectivamente, descrito por WHILEY et al., (1988); HERNANDEZ (1991); PALMA (1991) y PLOETZ et al., (1991).

4.2.3. Tasa de crecimiento radicular en superficie:

Para determinar el crecimiento radicular en superficie, en cuanto a su longitud, se utilizaron los árboles que tenían vidrio como material de cubrimiento. Cabe mencionar el hecho de que sólo dos de los tres árboles en estudio pudieron ser registrados en toda la temporada de crecimiento, ya que en el restante, las raíces vivían un período muy corto de tiempo el cual sólo permitía cuantificar el número de raicillas, ya que éstas por condiciones de humedad excesiva morían por asfixia radicular, al igual que lo observado por HERNANDEZ (1991), usando papel de periódico como material de cubrimiento o por condiciones propias del portainjerto de semilla (SANDOVAL y BORYS, 1984; FLORES et al., 1988).

Los valores de la tasa de crecimiento, medidos cada dos

semanas. se adjuntan en el Anexo 5.

De igual forma que el número de raíces en el vidrio (Figura 4), el crecimiento comienza el 4 de noviembre, llegando a su nivel máximo el 30 de diciembre; posteriormente presenta una disminución en el mes de febrero, comenzando nuevamente a presentar tasas más altas, logrando un peak el 17 de marzo, fecha en que cae hasta llegar a niveles mínimos al término de las mediciones (17 de mayo), lo cual se aprecia en la Figura 11, coincidiendo con el crecimiento en profundidad (Figura 8) y el número de raíces en superficie (Figura 6), en cuanto a la presencia de dos períodos de crecimiento, aunque estos son prácticamente iguales en magnitud. La baja de crecimiento en febrero puede deberse a las mismas razones mencionadas anteriormente, ya que el comportamiento del crecimiento en forma general, es muy similar. Debido al hecho que las mediciones se realizaban quincenalmente para evitar fluctuaciones ambientales en la parte superior, a diferencia del crecimiento en profundidad, que era registrado semanalmente, resulta posible comparar solamente si se llevasen los registros a valores quincenales, lo que se aprecia en la Figura 9.

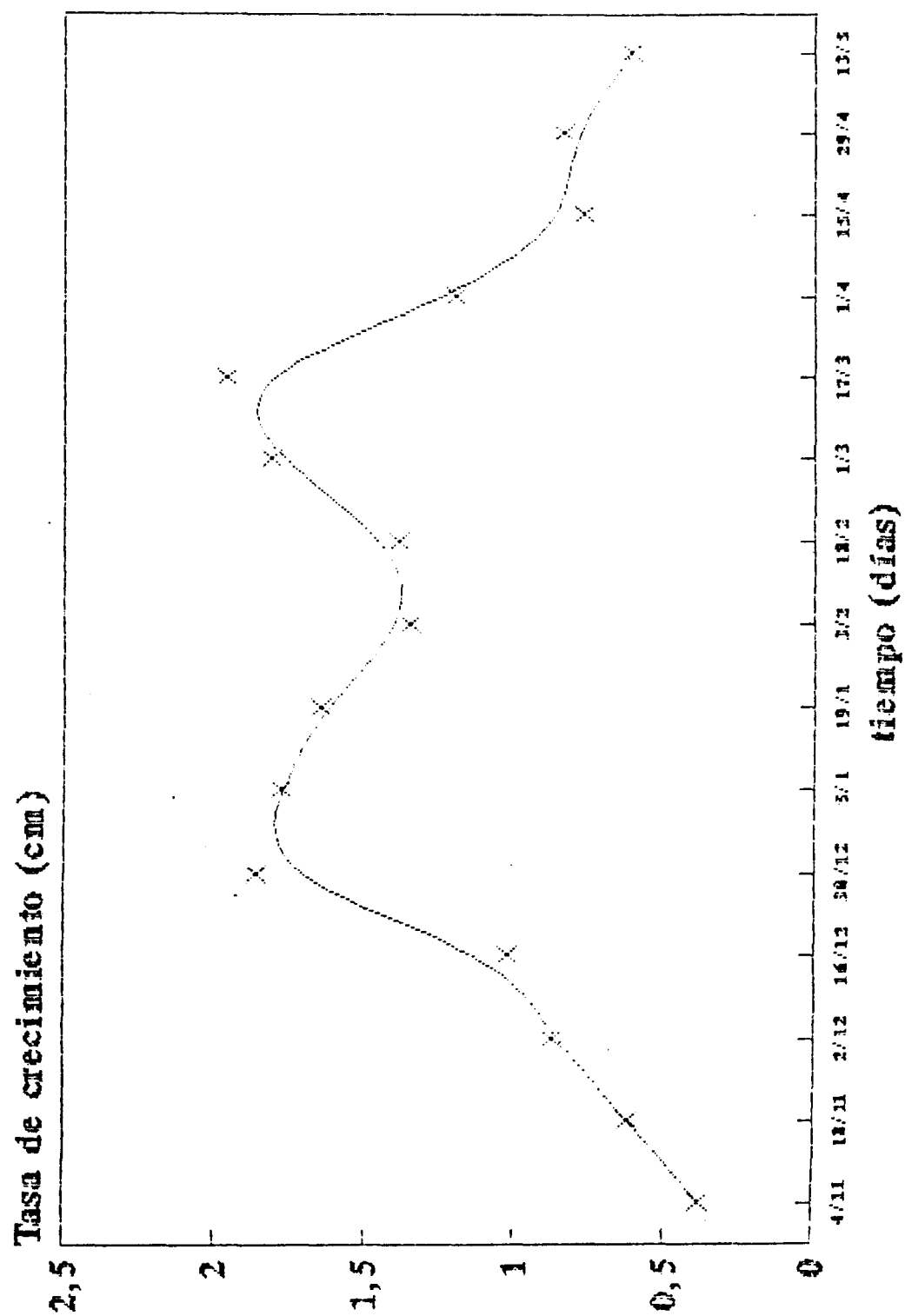


FIGURA 8. Tasa de crecimiento radicular en superficie, palto cv. Hass, Quillota. V región, 1992/1993.

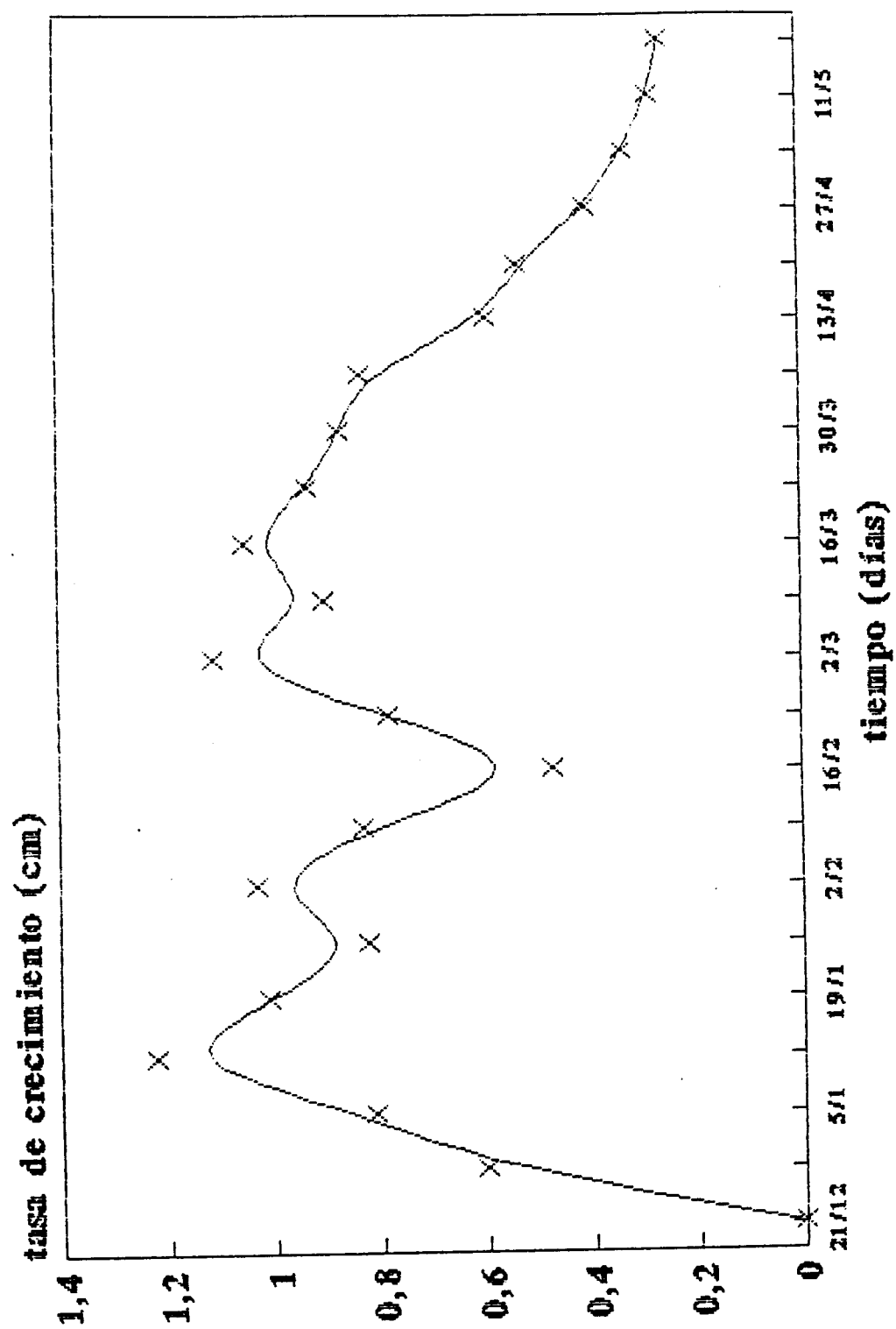


FIGURA 9. Tasa de crecimiento radicular en profundidad, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

4.2.4. Raíces en profundidad:

La instalación del rizotróon se efectuó a fines de julio, para monitorear el crecimiento radicular en profundidad (Anexo 6). El primer crecimiento se apreció el 28 de diciembre, llegando a su máximo el 12 de enero, para caer en forma relativa hasta el 16 febrero, reiniciándose el crecimiento desde esta fecha en adelante y caer a sus niveles más bajos de desarrollo desde fines de abril hasta el 18 de mayo (Figura 10).

De lo mencionado anteriormente, se desprende que existen dos flushes de crecimiento: el primero desde el 28 de diciembre hasta el 9 de febrero y el segundo, desde fines de febrero hasta el 20 de mayo, siendo similar a lo observado en superficie, aunque los cambios en la tasa de crecimiento son menores en profundidad. Este hecho puede deberse a que las fluctuaciones de temperatura diaria en profundidad son muchos menores que en la superficie, coincidiendo con lo observado por WHILEY et al. (1988) y PALMA (1991), aunque las fechas de ocurrencia y la intensidad de los flushes varían.

Al comparar el crecimiento radicular superficial con lo ocurrido en profundidad (Figura 9), se observa que en

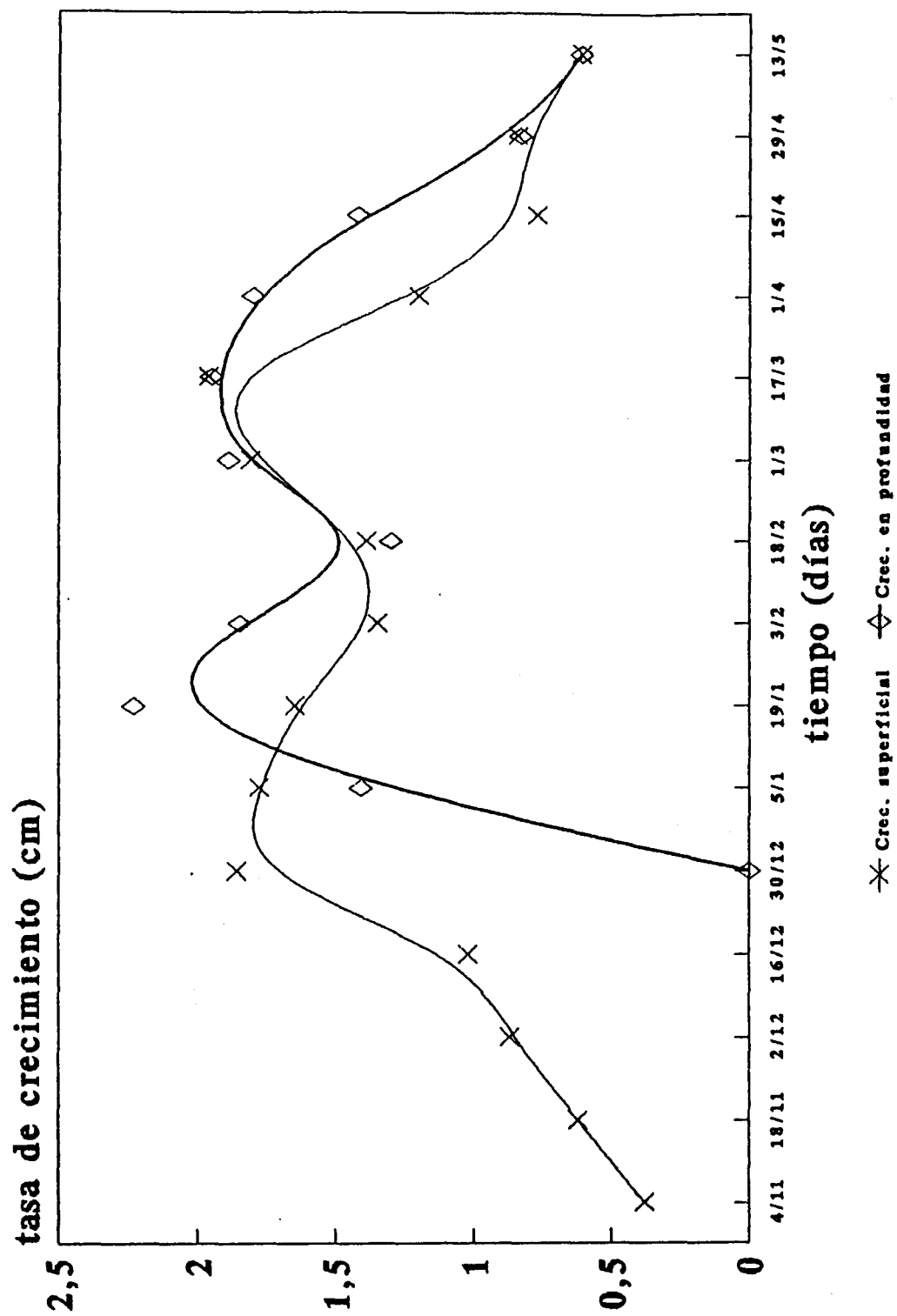


FIGURA 10. Tasa de crecimiento radicular en profundidad y en superficie, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

términos generales presenta un comportamiento similar, aunque el inicio del crecimiento en profundidad se ve retardado hasta el 28 de diciembre, lo que puede deberse más bien a un período de adaptación del sistema radicular al rizotrópico y no a una condición de desarrollo como tal.

Los demás componentes de la curva de crecimiento en profundidad, se rigen en forma similar a las anteriormente mencionadas para el crecimiento en superficie, aunque en superficie el número de raíces es menor en proporción a la tasa de crecimiento en profundidad al finalizar las mediciones, debiéndose esto a la menor temperatura de suelo registrada en superficie que en profundidad.

En cuanto a la distribución de las raíces en profundidad, éstas se presentan en un 80% del total en los primeros 40 cm y el 20% restante entre los 40 y 60 cm, de lo cual se desprende que el desarrollo radicular de palto es principalmente superficial de acuerdo a lo mencionado por SALAZAR y CORTES (1986); PALMA (1991); HERNANDEZ (1991) y a diferencia de lo observado por CALVERT (1993), quien registró crecimiento radicular a profundidades mayores.

El diámetro de las raíces observadas varió

considerablemente entre los árboles, aunque muy pocas de éstas fueron mayores de 5 mm, concordando con lo descrito por SANDOVAL y BORYS (1984). Estas variaciones pueden deberse a que el portainjerto utilizado era Mexícola proveniente de semilla, lo cual confiere una gran variabilidad; tal como fue indicado por SANDOVAL y BORYS (1984) y FLORES et al. (1988), quienes mencionan la existencia de diferencias entre la distribución radical de los árboles en función de los números y diámetro, lo cual tiene características que se explican por la herencia de cada patrón.

4.3. Floración:

En cuanto al número de flores totales en las panículas marcadas en el estudio (Anexo 7), la evolución de éste en el tiempo puede observarse en la Figura 11. De ésta se desprende que la mayor cantidad se produjo el día 21 de octubre, para descender rápidamente hasta llegar a valores mínimos el 16 de noviembre y finalizar por completo el día 2 de diciembre, coincidiendo con lo descrito por WHILEY et al. (1988) y HERNANDEZ (1991), aunque el periodo de abertura de flores se extendió por un mayor periodo (Cuadro 1). El periodo relativamente largo de desarrollo floral se debe probablemente a

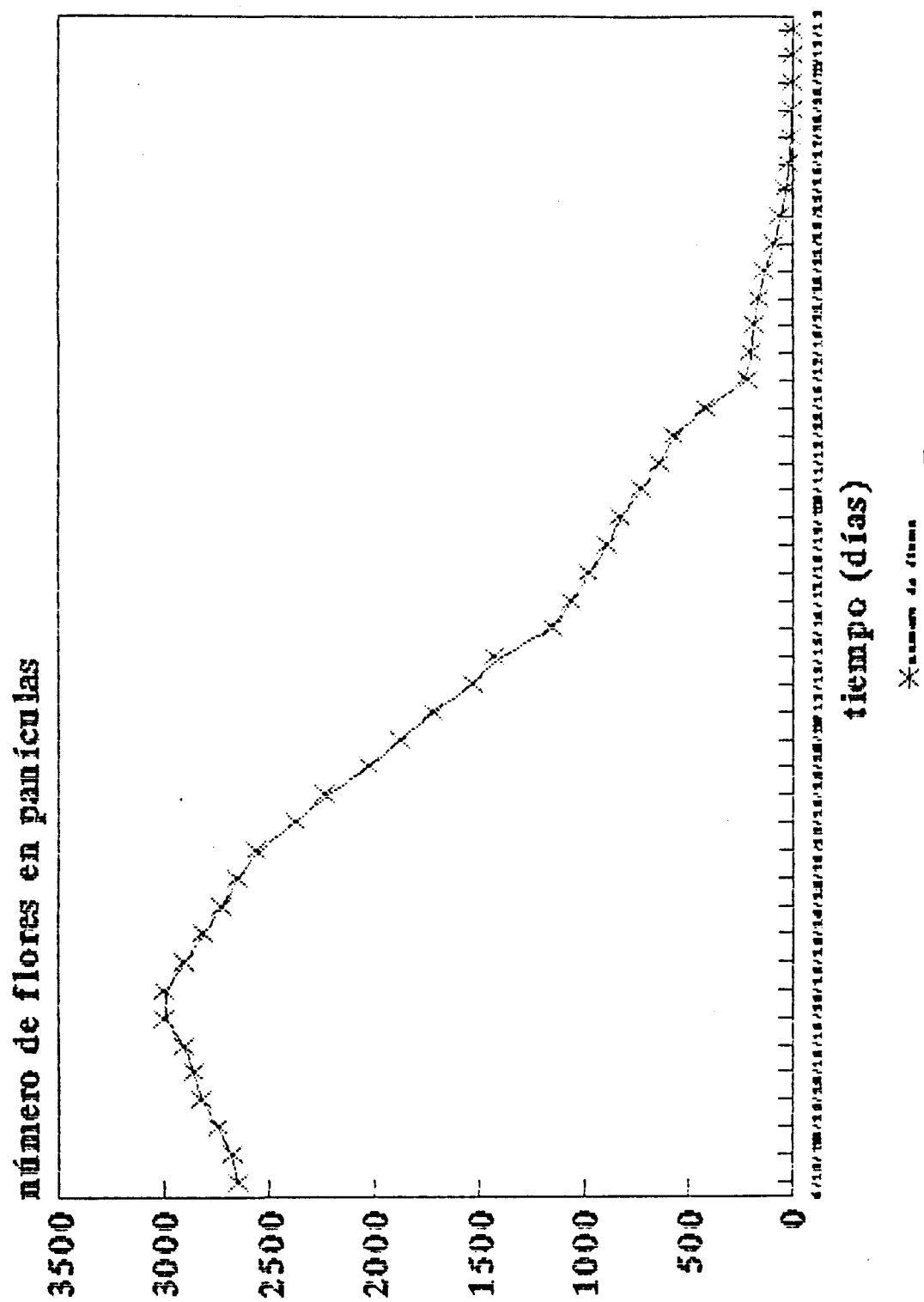


FIGURA 11. Número de flores totales, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

condiciones de lento crecimiento. En cambio, con altas temperaturas las flores se producen en cualquier tiempo (WHILEY et al., 1988).

CUADRO 1. Número de flores femeninas y masculinas abiertas a las 09:00, 13:00 y 17:00 hr, y temperatura máxima del día anterior y mínima nocturna, palto Hass, Quillota, 1992.

Fecha	Temp. máx. (°C)	Temp. mín. (°C)	09:00		13:00		17:00	
			F	M	F	M	F	M
21/10	24	6	17	91	5	65	85	11
22/10	20	11	4	6	8	34	18	72
23/10	23	10.8	8	25	8	13	69	1
24/10	17	11.8	28	218	7	238	11	2
25/10	17.6	10.4	6	25	4	12	28	5
26/10	20	5.8	20	70	3	19	90	57
27/10	27	6.2	10	86	100	4	121	11
28/10	23	4	22	149	8	32	76	70
29/10	26	5.4	9	155	3	81	64	16
30/10	26	5.6	6	214	13	154	45	79
1/11	26	6	6	96	9	81	31	6
2/11	21	7.8	7	60	2	65	36	10
3/11	20	3	14	60	5	83	19	11
5/11	27	5.8	2	39	2	39	41	5
6/11	18.8	10.4	3	33	7	32	28	29
7/11	17	9.4	3	49	1	52	18	5
8/11	20	10	3	21	11	17	27	6
9/11	21	11.6	0	29	3	20	17	4
10/11	19	12.4	30	2	25	5	4	20
11/11	21.8	9.6	0	16	1	8	17	4
12/11	23.2	9.8	0	9	9	28	20	26
13/11	28.6	10.6	0	0	19	0	14	22
Total			1453	198	1082	253	731	879
%			31.6	4.3	23.5	5.5	15.9	19.

El período de floración, coincide con el primer flush de crecimiento vegetativo (Figura 2) compitiendo por las reservas de carbohidratos del árbol (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). Por otra parte, la floración es el principal evento en el ciclo reproductivo, contribuyendo en un 8% a la producción total de materia seca del árbol e incrementando la superficie de exposición con pérdida de agua del árbol cerca de un 90% (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

En la Figura 12 se observa que la caída de flores comienza el 24 de octubre, llegando a su peak el 7 de noviembre, finalizando el 1 de diciembre, lo que coincide con el descenso observado en el número de flores de las panículas (Figura 11). Esto es similar a lo mencionado por SEDGLEY (1980), quién registró que sólo 1/3 del número total de flores cae en forma posterior al período de floración, indicando que un gran número de éstas es abscisionada durante el período de floración.

4.3.1. Comportamiento floral:

El comportamiento sexual durante la floración no se ajustó a la clasificación realizada por STOUT (1932), quién incluye a la variedad Hass dentro del grupo A.

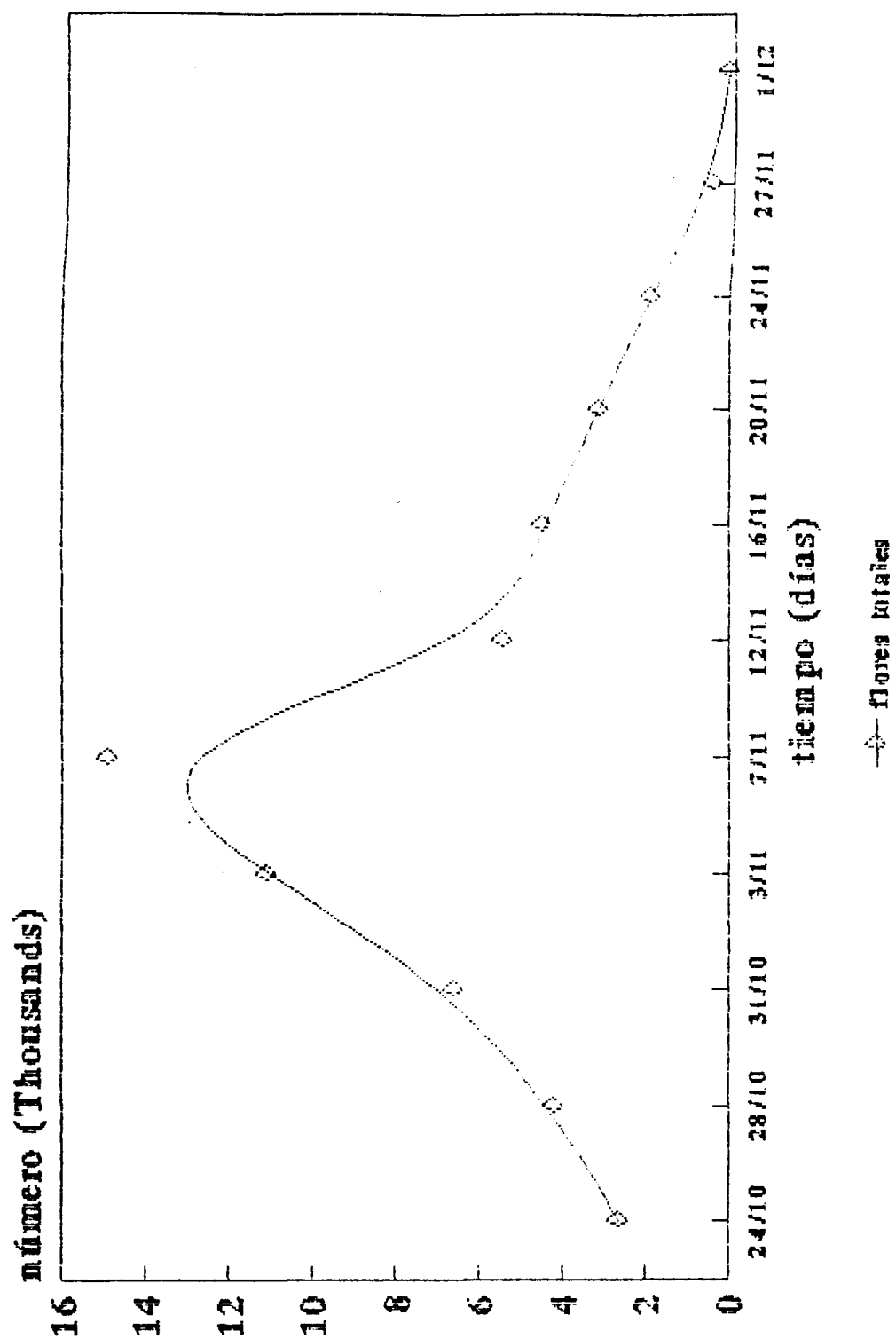


FIGURA 12. Número de flores caídas, palto cv. Hass. Quillota, V región, 1992.

Según las observaciones efectuadas (Cuadro 1) en la medición realizada a las 09:00 hr (Figura 13) existió un 81.82% de días con traslape de flores en ambos estados; de igual forma a las 13:00 hr (Figura 14), el traslape llega a un 95.45% y finalmente el traslape de estados llega a un 100% a las 17:00 hr (Figura 15) en los días observados, concordando con lo descrito por SEDGLEY (1977a), BRINGHURST (1952), HERNANDEZ (1991) y PAPADEMETRIOU (1976), entre otros.

En cuanto al número de estados totales de todas las flores abiertas, llegó a 4596, siendo el número máximo posible de obtener de 6002, ya que el número de flores máximo registrado fue de 3001. De esto se desprende que existe un alto porcentaje de flores (23.42%) que cae sin abrir o lo hace en periodos fuera del rango de observación.

La cantidad total de flores femeninas fue aumentando a lo largo del día (12% a las 09:00hr, 19% a las 13:00 hr y 54.6% a las 17 hr). En cambio para las flores masculinas este proceso fue inverso, siendo mayor a las 09:00 hr (88%), y disminuyendo la apertura en este estado durante el resto del día (13:00 hr fue de 81% y a las 17:00 hr fue de 45.4%) (Figuras 16, 17 y 18).

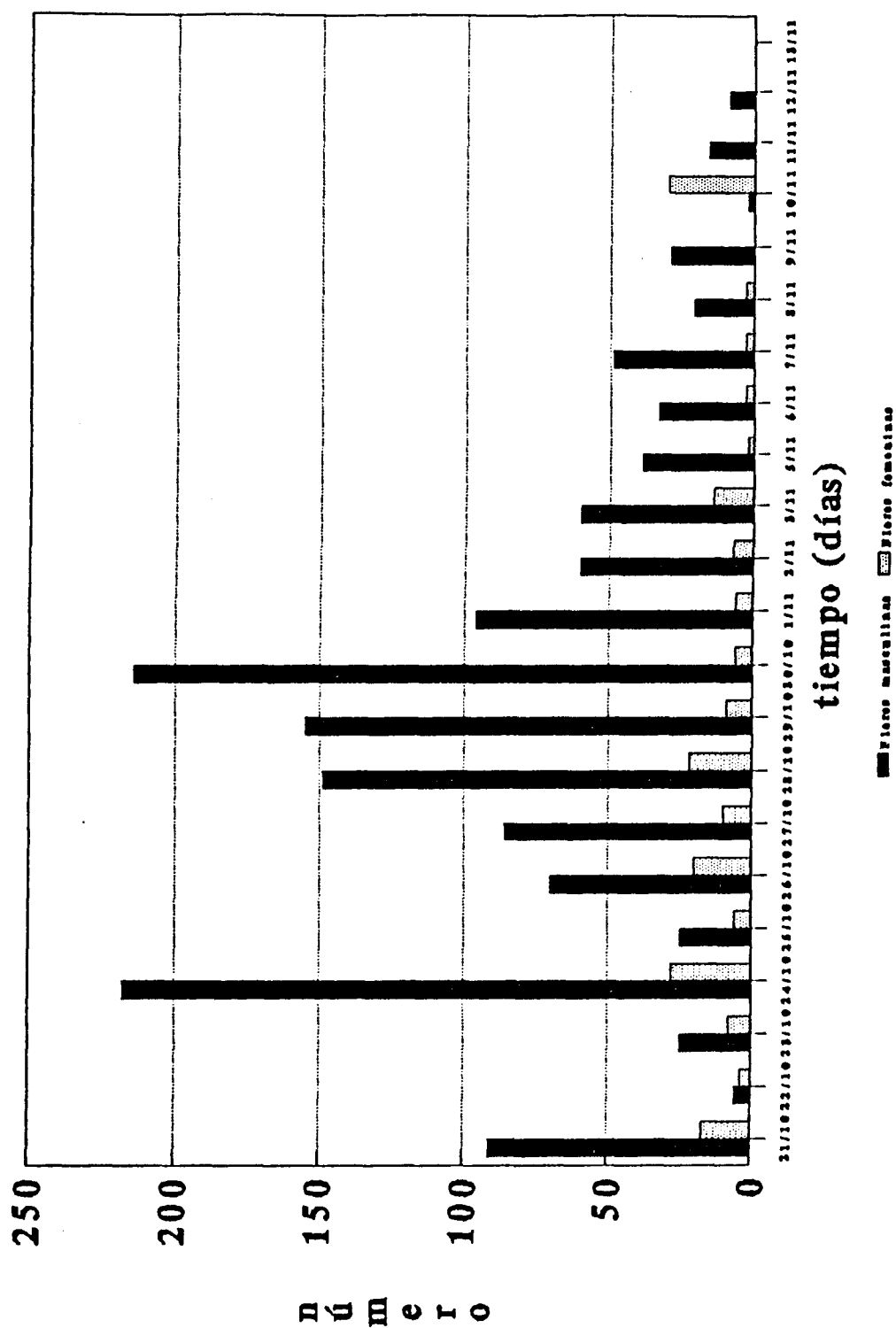


FIGURA 13. Apertura floral en estado masculino y femenino a las 09:00 hr, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

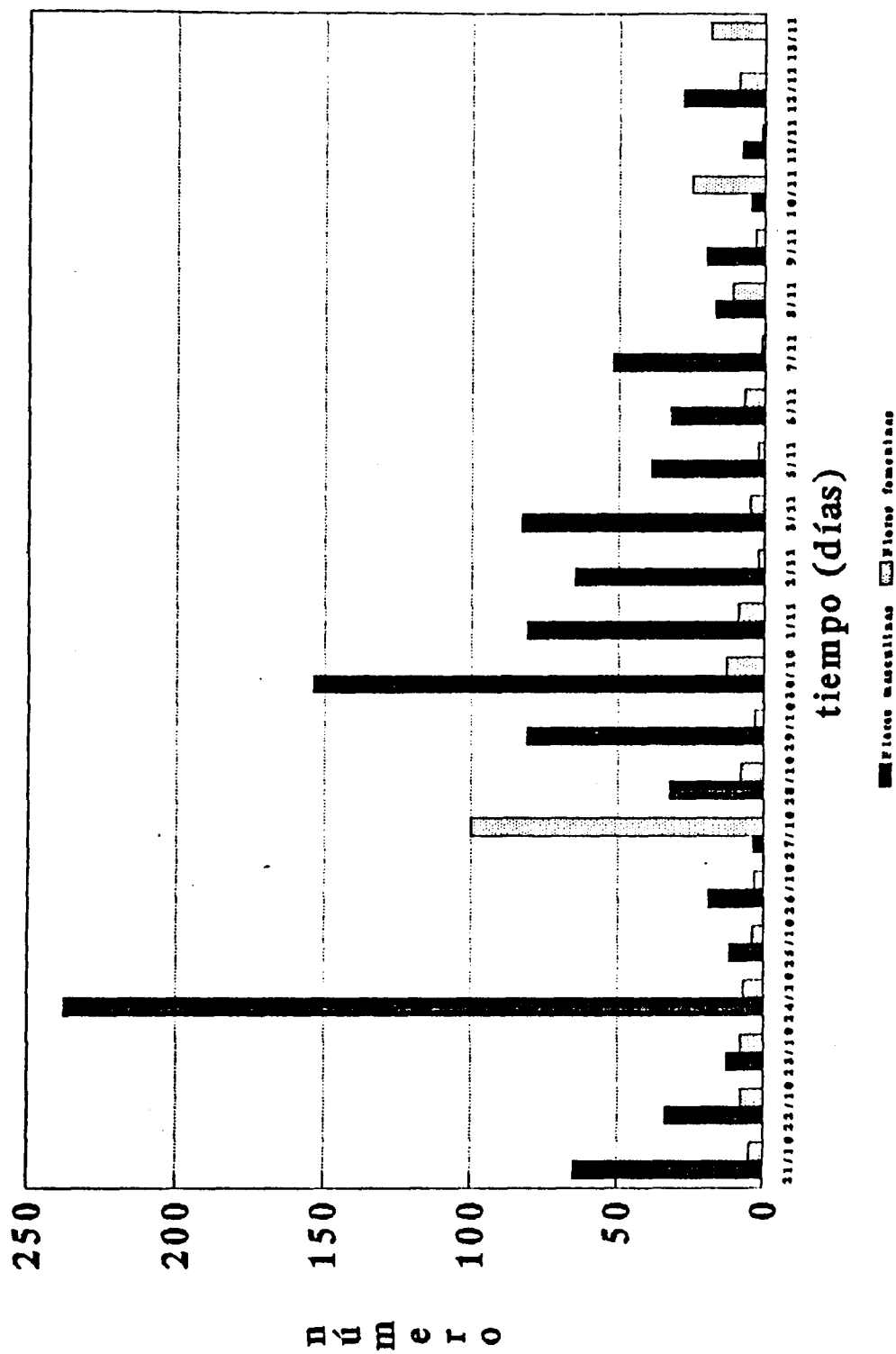


FIGURA 14. Apertura floral en estado masculino y femenino a las 13:00 hr, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

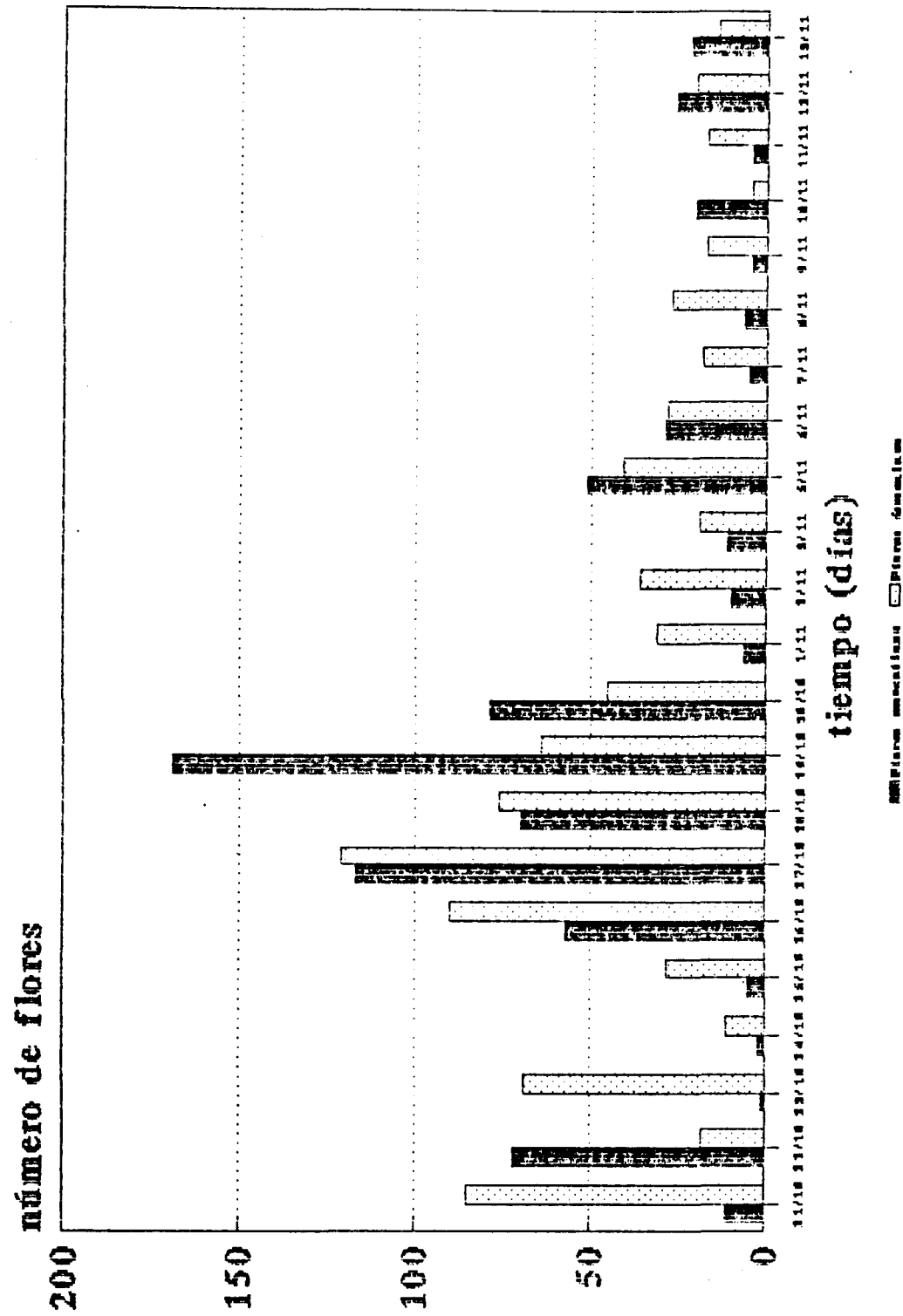
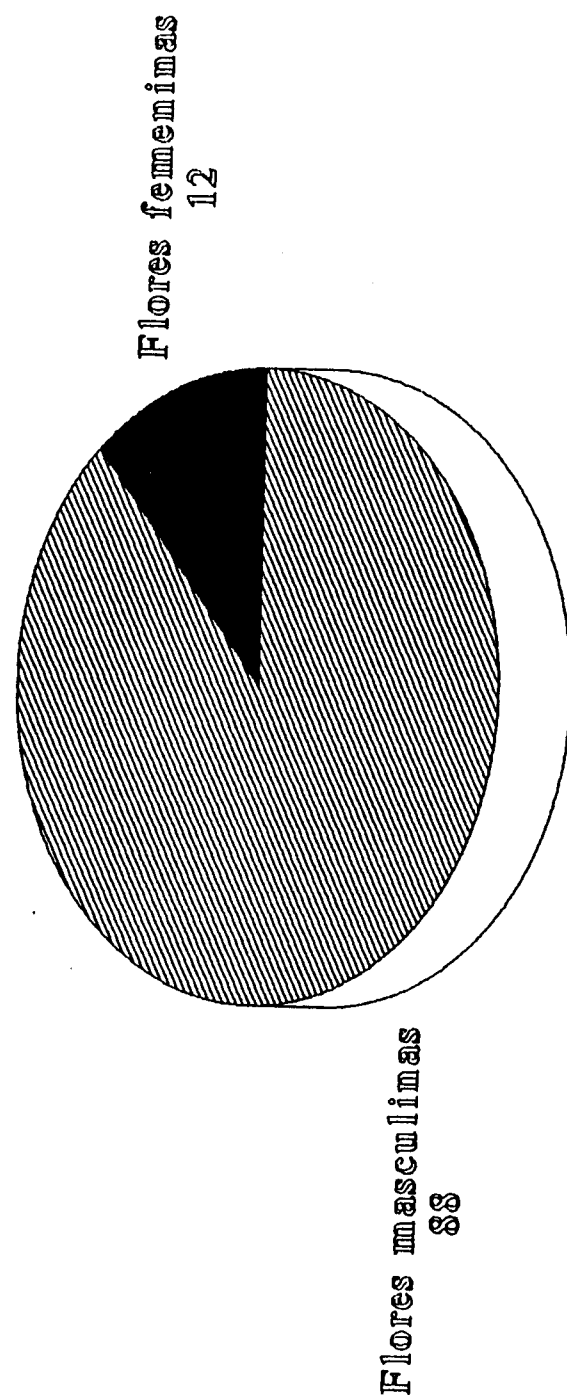
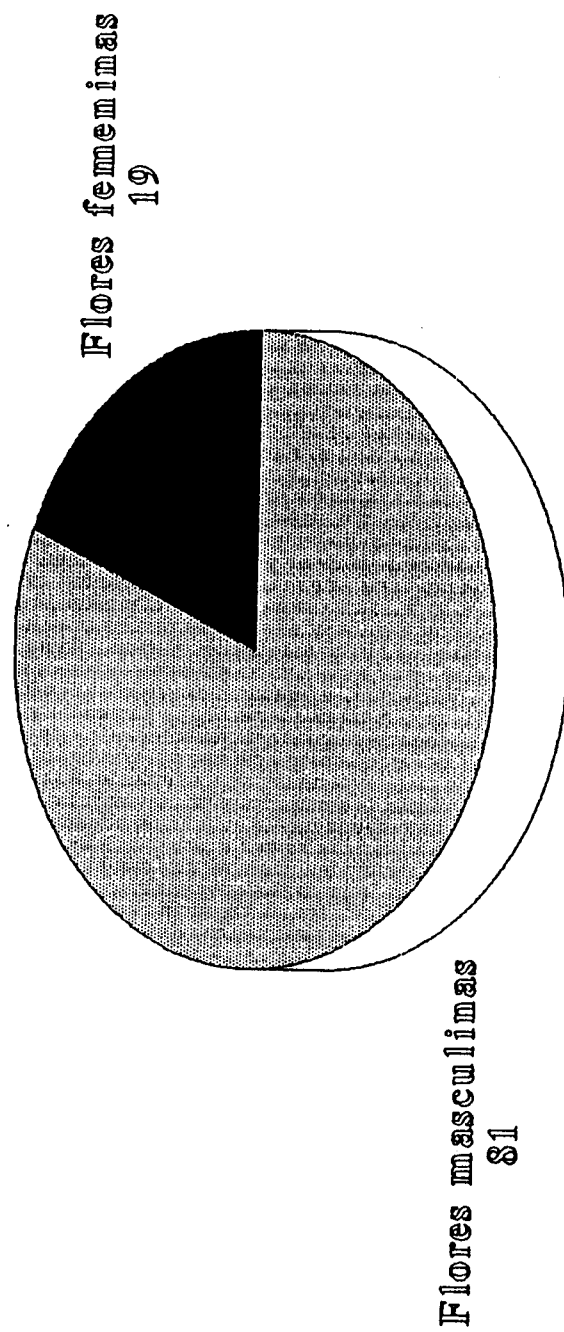


FIGURA 15. Apertura floral en estado masculino y femenino a las 17:00 hr. palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.



Porcentaje de flores

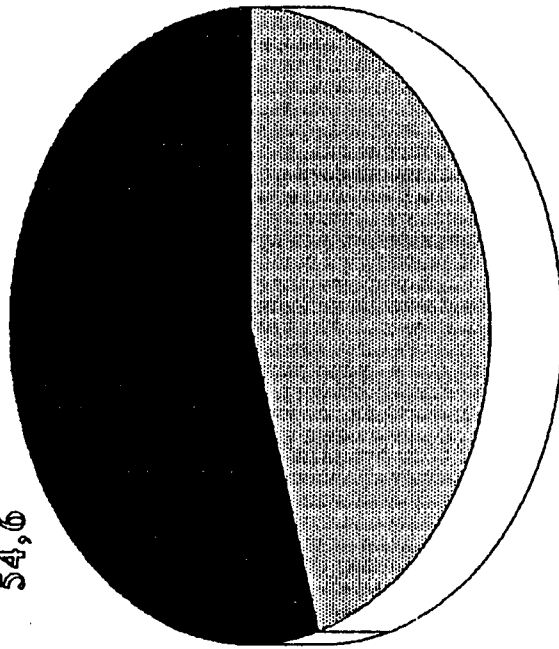
FIGURA 16. Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 09:00, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.



Porcentaje de flores

FIGURA 17. Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 13:00, pinto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

Flores femeninas
54,6



Flores masculinas
45,4
Porcentaje de flores

FIGURA 18. Porcentaje de flores en estado masculino y femenino a las 17:00, palto cv. Hass. Quillota. V región, 1992.

El número total de flores abiertas fue muy similar a las 09:00 y 17:00 hr. a diferencia de lo observado por HERNANDEZ (1991), quién obtiene una mayor apertura a las 16:00 hr. En cambio, a las 13:00 hr se obtiene un 20% menos de flores abiertas (Figura 19).

Las flores masculinas representaron un 71,1% del total de flores abiertas del periodo y las flores femeninas alcanzaron tan sólo a un 28,9%, concordando con lo descrito por BRINGHURST (1952), quien indica el hecho de que con temperaturas mínimas muy bajas sólo se presenta el estado II o masculino, o bien, que el estado femenino ocurre en la noche. Lo mismo indican PALMA (1991) y HERNANDEZ (1991).

Al correlacionar el número de flores abiertas masculinas y femeninas, tanto para el día como para cada medición (09:00, 13:00 y 17:00 hr) con la temperatura máxima de la tarde anterior y la mínima de la noche previas a la floración (Cuadro 2), se obtuvo una correlación mayor entre la temperatura máxima con los estados femeninos por día, a las 13:00 y 17:00 hr; y con el estado masculino, a las 17:00 hr. solamente. Sin embargo, todas estas correlaciones positivas son bajas. Otras correlaciones significativas entre la temperatura máxima o mínima y el

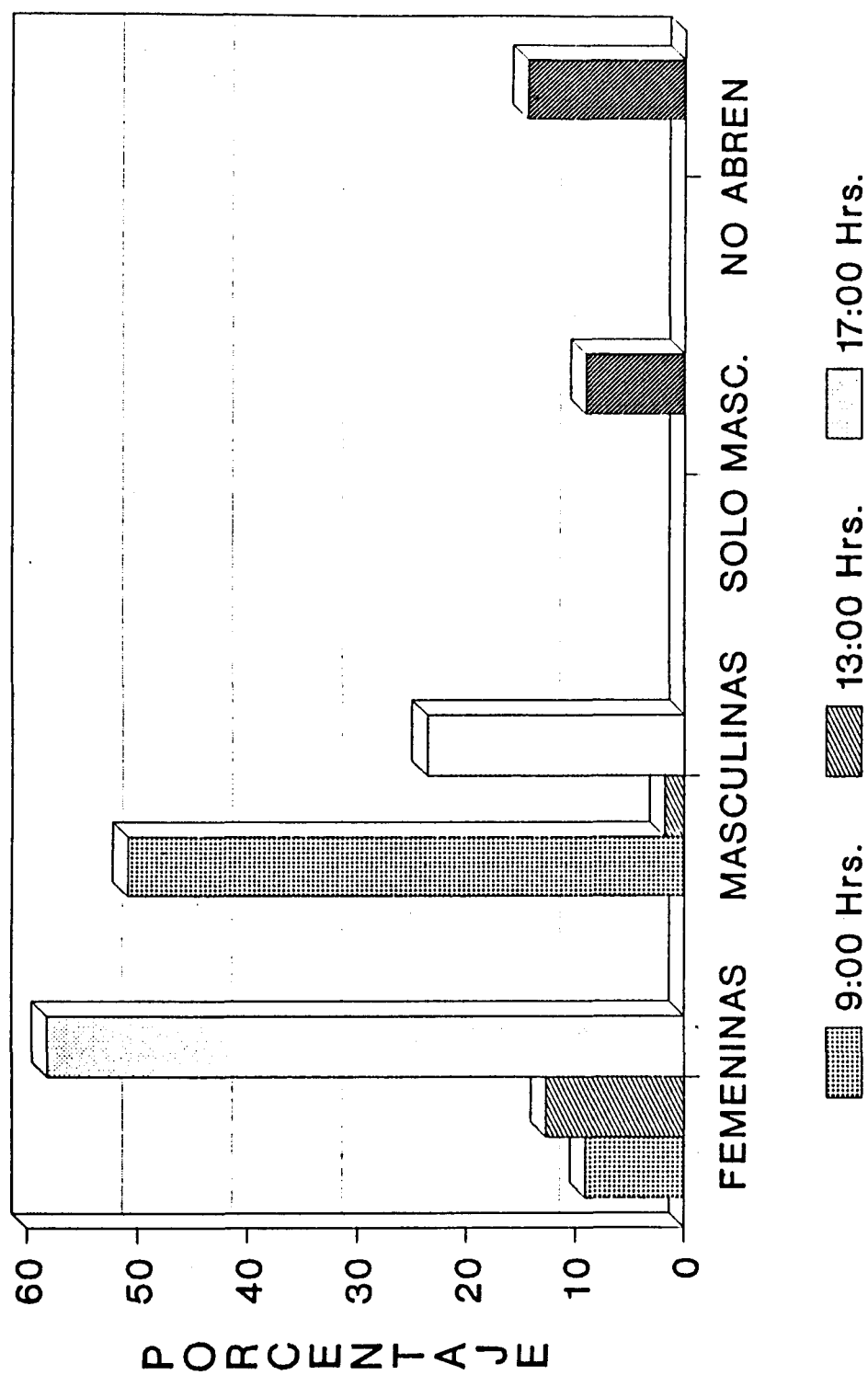


FIGURA 19. Porcentaje de flores según su comportamiento, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

número de flores abiertas en estado femenino o masculino, no fueron encontradas.

CUADRO 2. Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 09:00, 13:00 y 17:00 hr. y total del día, con las temperaturas máxima y mínima.

Número de flores abiertas	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Femeninas (09:00)	- 0.2853	- 0.1341
Masculinas (09:00)	0.1556	- 0.4599
Femeninas (13:00)	0.3469	- 0.0738
Masculinas (13:00)	- 0.1158	- 0.1565
Femeninas (17:00)	0.4187	- 0.5669
Masculinas (17:00)	0.3980	- 0.4068
Femeninas (día)	0.3287	- 0.4357
Masculinas (día)	0.2060	- 0.4236
Totales (día)	0.2347	- 0.5010

Una gran cantidad de investigaciones se han realizado en cuanto al comportamiento de la dicogamia en paltos en relación a las condiciones ambientales, especialmente la temperatura.

LESLEY y BRINGHURST (1951) mencionan que la definición convencional de clase A y clase B de las variedades son

probablemente sólo válidas a ciertas temperaturas, que en algunas localidades son poco frecuentes.

BRINGHURST (1952) encontró que la primera apertura de las flores en condiciones cálidas (33 y 18°C de temperaturas máximas y mínimas como promedio, respectivamente), comenzó temprano en la mañana como femenina y en la tarde como masculina. La situación fue revertida si las condiciones eran de 10°C como mínima y 20°C como máxima. En estos casos, la primera apertura de las flores como femeninas aparece desde el mediodía hasta la tarde o en condiciones de días muy fríos el primer estado no ocurre o abre en la noche, donde la polinización es imposible.

Estudios más recientes realizados por SEDGLEY y ANNELLS (1981) y SEDGLEY (1987), al someter a la variedad Hass a tres regímenes de temperatura (33°C en el día, 28°C en la noche, $33^{\circ}\text{C}/28^{\circ}\text{C}$, como máxima y mínima en forma respectiva; $25^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$; y $17^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$), han determinado que la apertura floral femenina ocurre en la mañana en los dos primeros regímenes, comportándose en forma normal a lo descrito por STOUT (1932); en cambio, a los $17^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$, las flores abrieron en la tarde como femeninas, comenzando la reapertura al estado masculino dos días después en la tarde. Cuando las flores abrieron como

femeninas en la tarde permanecieron así durante toda la noche y el cierre comenzó a la mañana siguiente, produciéndose un retraso en el ciclo normal, lo cual permite el traslape, de igual forma a lo observado por HERNANDEZ (1991), SEDGLEY y GRANT (1983) y PAPADEMETRIOU (1976).

Según SEDGLEY y GRANT (1983), la respuesta floral del palto tipo A y en el palto cv. Bacon (excepción del tipo B) bajo condiciones de 17°C/12°C consiste en la presencia de ambos estados en la mayoría de las flores, aunque no en su totalidad. Esto difiere de lo observado en los cultivares tipo B, los cuales no presentaban estado femenino, abriendo sólo como masculino siendo similar a lo observado por PALMA (1991), respecto a que en Fuerte el porcentaje de flores femeninas presentes fue considerablemente menor a lo registrado por HERNANDEZ (1991) para la variedad Hass.

WHILEY et al. (1988) demostraron que los cultivares tipo B son más sensibles a la temperatura que aquellos del ciclo de tipo A, siendo estos últimos funcionales con una temperatura máxima mayor a 20°C y una temperatura mínima en la noche de 10°C sin que ocurra la ausencia de apertura floral femenina con la consiguiente pérdida de

productividad.

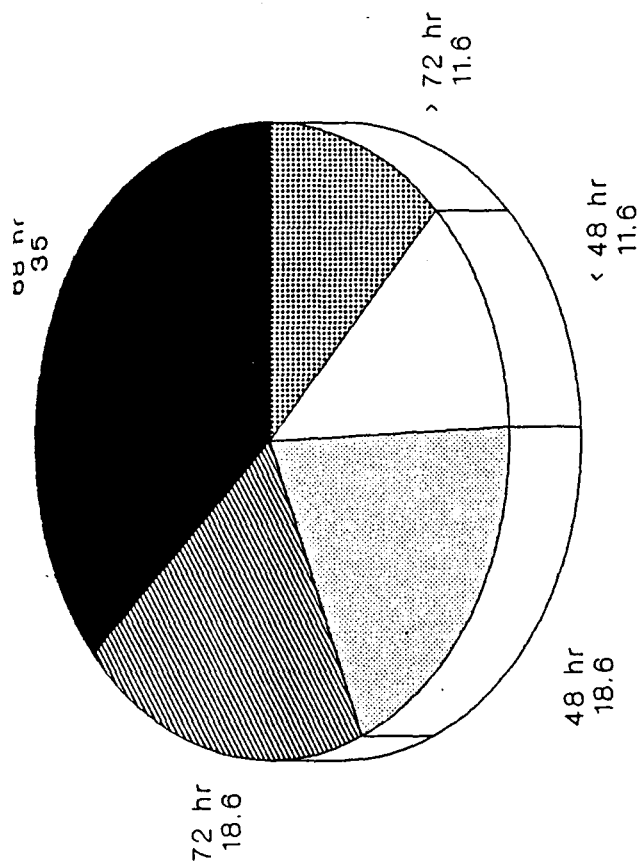
Al analizar las temperaturas máxima del día y mínima de la noche anterior a cada observación del comportamiento floral (Cuadro 1), se aprecia que sólo 5 días cumplen con el rango mínimo para no sufrir trastornos en la productividad (20°C/10°C) (WHILEY *et al.*, 1988), aunque otros 4 días fueron muy cercanos a dichos valores, y en todo el ciclo de la floración, vale decir desde mediados de septiembre hasta el mes de noviembre éstos alcanzan a 17 días (Anexo 8).

Para determinar un patrón en el comportamiento floral, se puede ver que un solo día, 10 de noviembre, se logran temperaturas superiores a los 17°C/12°C. Cabe mencionar el hecho de que las temperaturas mínimas nocturnas no sobrepasan los 12°C, no siendo limitante la temperatura máxima. Este hecho podría explicar la diferencia observada en cuanto al ciclo floral descrito por STOUT (1932), ya que la más alta proporción de flores femeninas se obtiene en la tarde (17:00 hr), siendo similar a lo observado por BRINGHURST (1952) y SEDGLEY y ANNELLS (1981), ya que bajo las condiciones de temperatura anteriormente descritas las flores abrirían como femeninas en la tarde, siendo explicativo de la presencia

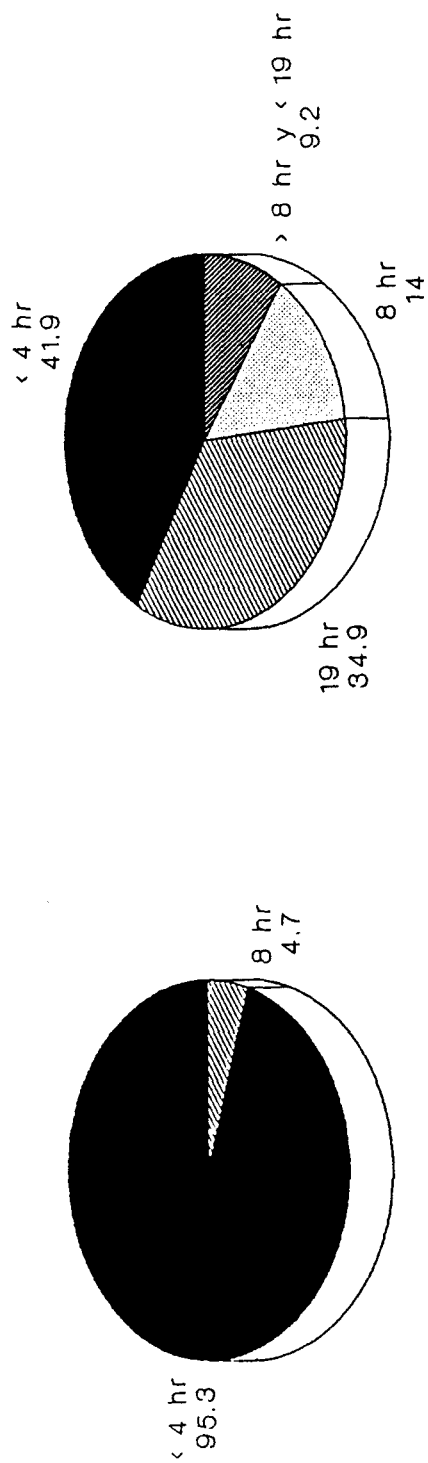
de flores en dicho estado a las 17:00 hr. Las flores comenzarían su segundo estado o masculino, aproximadamente dos días después, permaneciendo abiertas durante toda la noche para cerrarse en la mañana siguiente, lo cual explicaría su presencia en la medición de la mañana (09:00 hr). Debido a esto, el comportamiento de la floración, al igual que HERNANDEZ (1991), está dado a la condición climática más fría de la zona de Quillota en comparación a la zona donde STOUT (1932) realizó su estudio de clasificación.

En cuanto a la duración de la apertura floral, ésta se determinó en base al seguimiento de flores marcadas (Anexo 9) y los resultados se muestran en la Figura 20. De ésta se desprende que existe un alto porcentaje de flores (23,64%) que no presenta estado femenino o cae sin haber abierto en el período de floración no siendo viables para la fructificación.

Respecto a la duración total del ciclo de apertura, ésta varió considerablemente entre las flores observadas (Anexo 9), dando en promedio una duración de 62,2 hr desde que abre como femenina hasta que cierra en el estado masculino siendo el mayor porcentaje (65,2%) de las flores con una duración mayor o igual a 68 hr; por lo



Duración del período floral



Duración del estado femenino Duración del estado masculino

FIGURA 20. Duración del ciclo de apertura, estado femenino y estado masculino, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992.

que el ciclo es más largo en comparación a las 36 hr descritas por STOUT (1932) y SEDGLEY y ANNELLS (1981) bajo condiciones de alta temperatura. Por otra parte, la duración del ciclo coincide con lo observado por SEDGLEY y ANNELLS (1981), bajo un régimen de temperatura de 17°C/12°C, donde el largo del ciclo floral es de 72 hr, siendo dichas temperaturas similares a las registradas en el período de floración de este estudio. De esto se desprende que la mayor duración del ciclo floral estaría relacionado con la temperatura.

El estado femenino tiene en promedio una duración de 4,2 hr. El 95,3% de las flores femeninas presenta un tiempo de apertura menor a 4 hr. Por otra parte, el estado masculino presenta una duración de 11,07 hr en promedio y el 58,1% de las flores en dicho estado tiene una duración de la apertura mayor a 4 hr, pudiendo permanecer abiertas hasta 19 hr (34,9%), coincidiendo con lo observado por SEDGLEY y ANNELLS (1981) y CALVERT (1993), en estudios en las variedades Hass y Fuerte en las cuales la apertura de la flor en estado masculino es mayor a la duración de las flores femeninas.

Probablemente, este comportamiento esté dado a la condición más fría de Quillota, originando un retardo

natural de todos los eventos, hasta alcanzar temperaturas más altas, adecuadas para un mínimo desarrollo.

En las mediciones realizadas en la noche (Anexo 10), se observó la presencia de flores abiertas a las 22:00 y 02:00 hr. (Figuras 21, 22 y 23) a diferencia de lo descrito por STOUT (1932).

La presencia de flores en la noche fue mencionada, aunque no en forma clara, por LESLEY y BRINGHURST (1951), BRINGHURST (1951), SEDGLEY y ANNELLS (1981) para la variedad Hass en condiciones frías que producen una mayor duración del ciclo floral.

En dos días de las mediciones nocturnas, 22 y 29 de octubre, cuyas temperaturas máximas y mínimas fueron 23°C/10,8°C y 26°C/5,6°C, respectivamente, predominaron las flores masculinas en forma clara sobre las femeninas. Por el contrario, el día 5 de noviembre, con temperaturas máximas y mínimas de 18,8°C y 10,4°C, la situación se revirtió claramente, donde la mayoría de las flores abiertas se encontraron en estado femenino. No se observaron flores masculinas abiertas a las 22:00 hr y comenzando su apertura a las 02:00 hr.

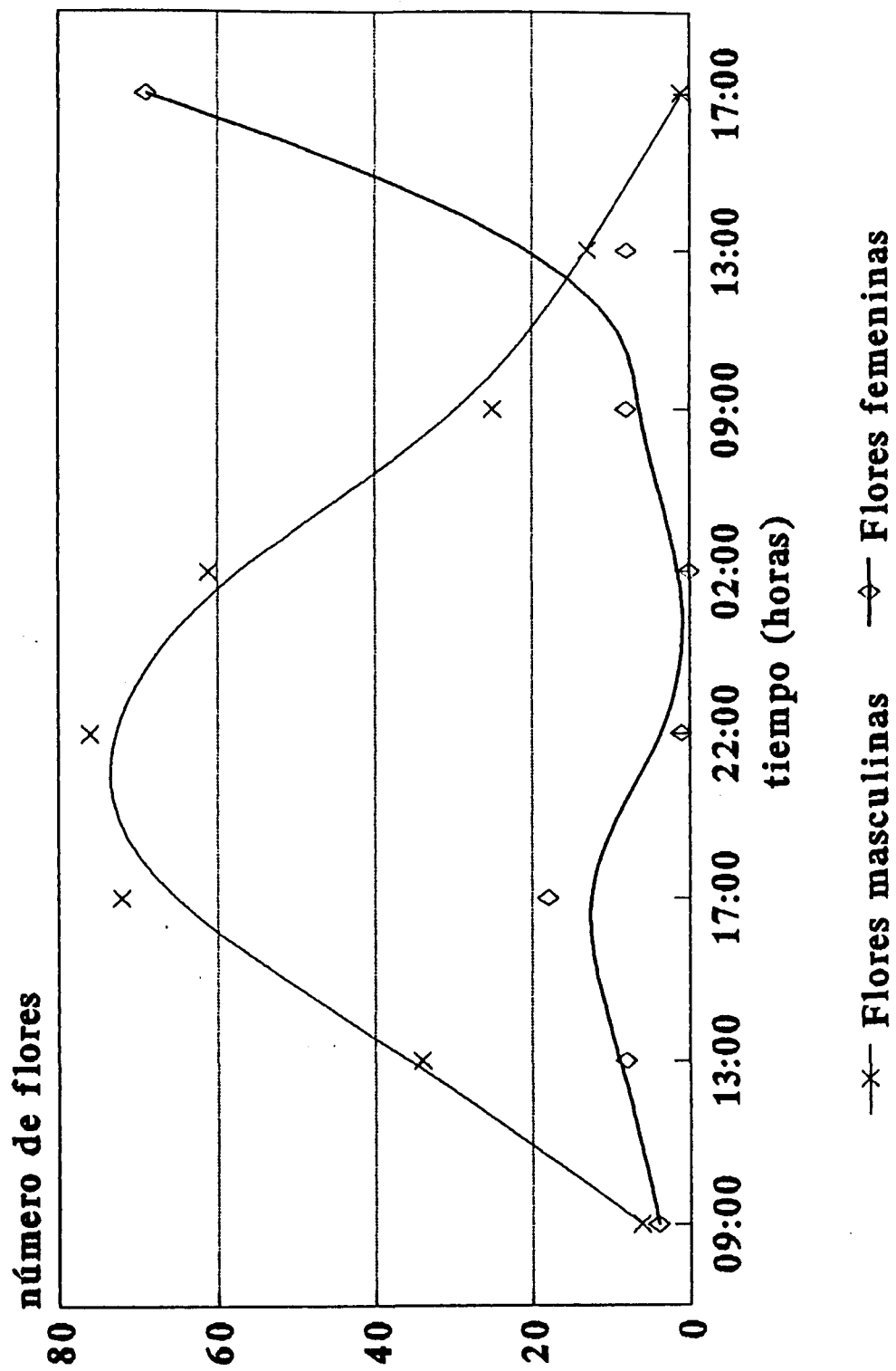
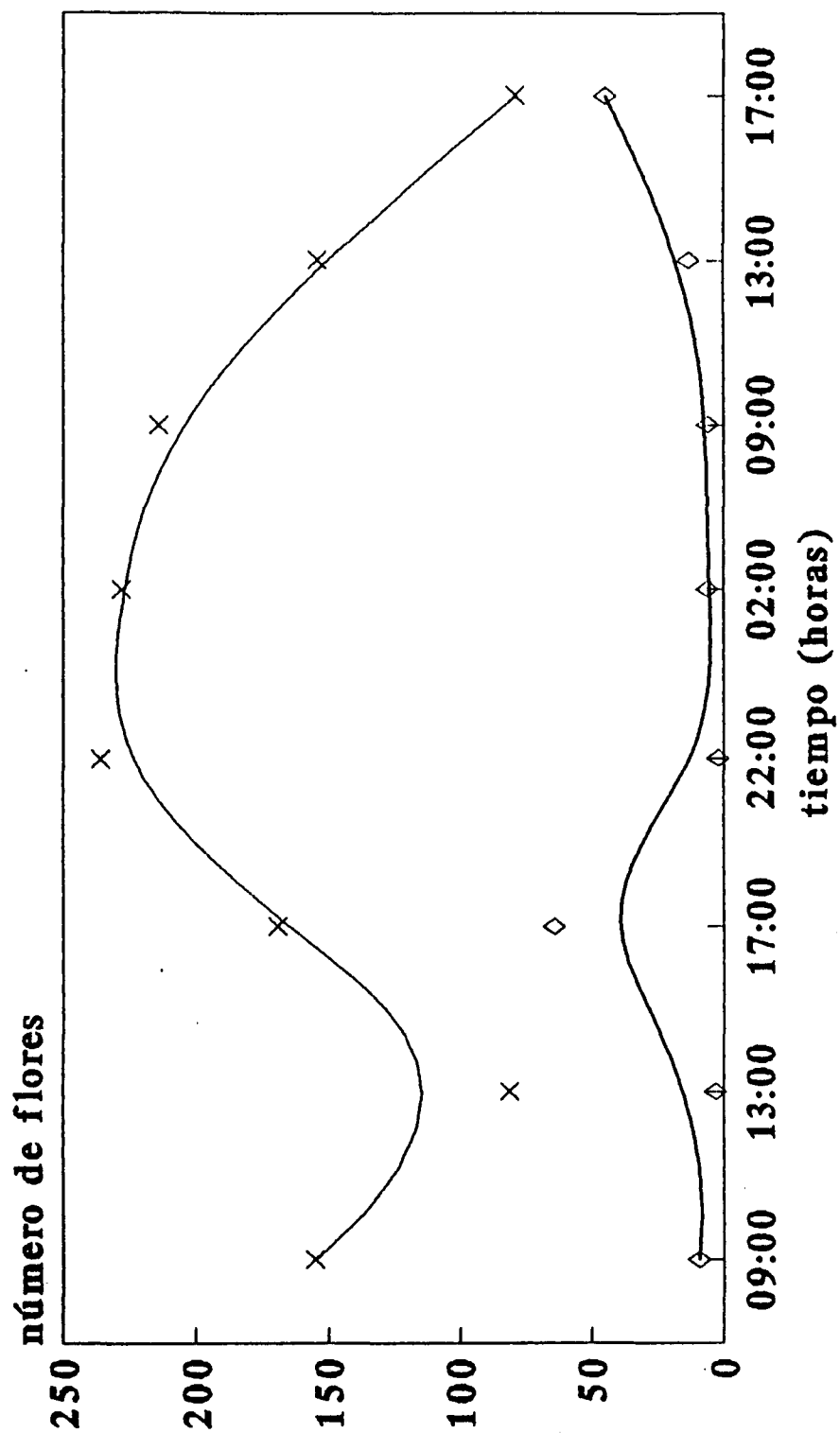
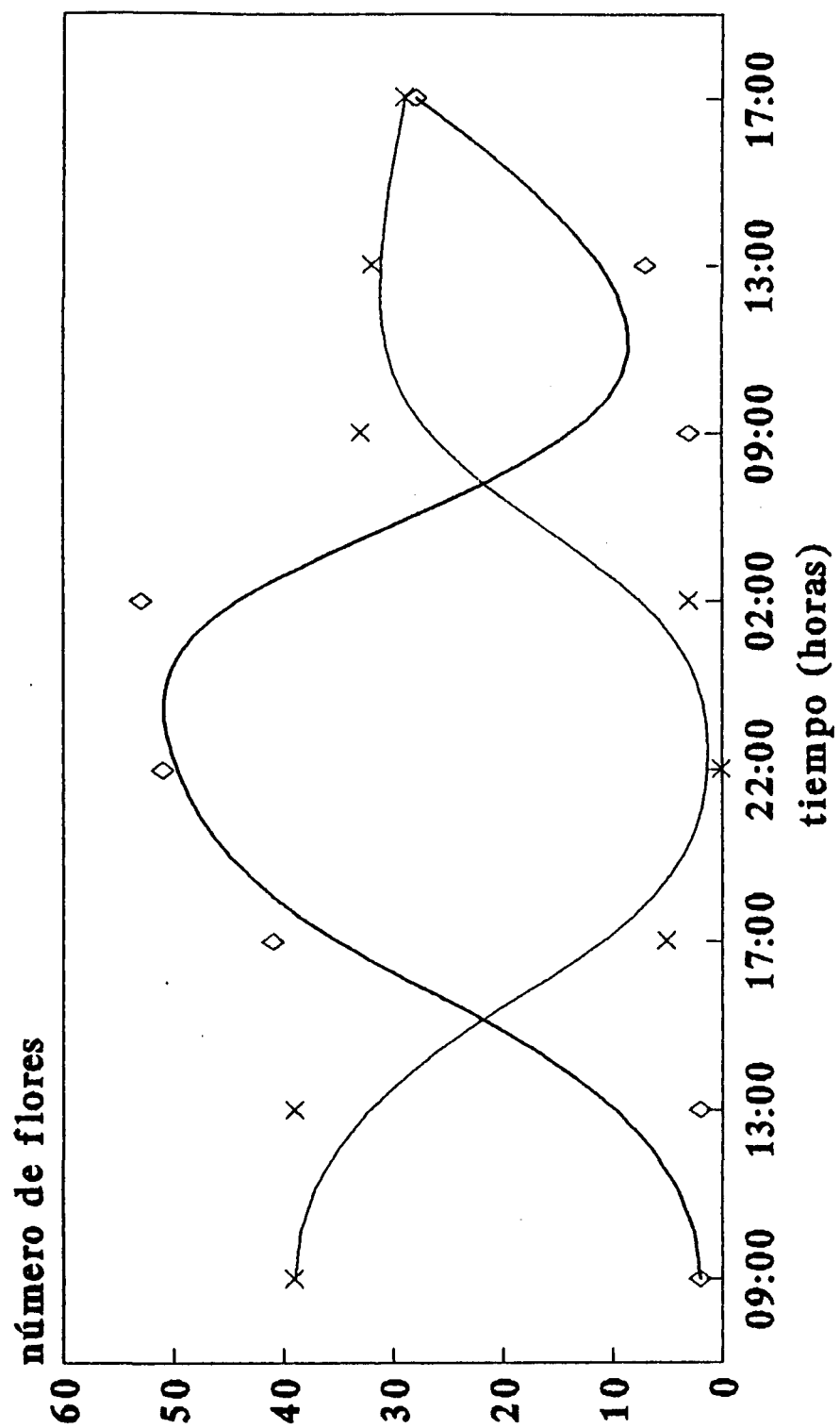


FIGURA 21. Apertura floral días 22 y 23 de octubre de 1992, palto cv. Hass, Quillota, V región.



—x— Flores masculinas —◇— Flores femeninas

FIGURA 22. Apertura floral días 29 y 30 de octubre de 1992, palto cv. Hass. Quillota, V región.



—x— Flores masculinas —o— Flores femeninas

FIGURA 23. Apertura floral días 5 y 6 de noviembre de 1992, palto cv. Hass, Quillota, V región.

Al observar las temperaturas en los tres días de medición, se ve que la variación en los estados de las flores abiertas puede deberse más bien a las temperaturas máximas que a las mínimas.

Al correlacionar el número de flores abiertas masculinas y femeninas con las temperaturas máxima o mínima (cuadro 3) se confirma lo mencionado anteriormente, ya que la apertura nocturna de las flores femeninas se correlaciona negativamente en forma significativa con las temperaturas máximas. vale decir, al disminuir las temperaturas máximas disminuye el número de flores femeninas presentes en la noche, no así con las temperaturas mínimas donde los valores de correlación registrados son bajos y pocos significativos.

Otras correlaciones altas son las registradas entre las flores masculinas y las altas temperaturas, en forma positiva, y entre el estado floral femenino con las temperaturas mínimas, en forma negativa.

Esto concuerda con lo observado por SEDGLEY y ANNELLS (1981), quienes mencionan que el estado femenino cierra a las 21:00 hr y la reapertura masculina lo hace en la tarde, permaneciendo abiertas toda la noche y cerrándose

en la mañana siguiente.

CUADRO 3. Correlación entre el número de flores abiertas como femeninas o masculinas a las 22:00 hr. 02:00 hr y las totales abiertas en la noche con las temperaturas máximas y mínimas.

Número de flores abiertas	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Femeninas (22:00)	- 0.9025	0.4232
Masculinas (22:00)	0.9558	- 0.9248
Femeninas (02:00)	- 0.8622	0.3437
Masculinas (02:00)	0.9328	- 0.9492
Femeninas totales	- 0.8830	0.3835
Masculinas totales	0.9450	- 0.9374

Por otra parte, BRINGHURST (1951), sugiere que en días fríos el estado femenino no aparece en forma diurna hasta las 18:00 hr, debiendo producirse en la noche. Por otra parte, a diferencia de lo observado, ISH-AM y EISIKOWITCH (1991) sugieren que en días fríos los estados pistilados de los cultivares tipo A completan su ciclo durante el día, mientras que los cultivares tipo B se retrasa a la noche, bajo las condiciones de Israel.

4.4. Desarrollo de fruto:

4.4.1. Cuaja:

El número máximo de flores observado en las panículas fue de 3001, el día 21 de octubre. Se llegó posteriormente, a un número máximo de 136 frutitos cuajados el 16 de noviembre (Anexo 11). Al evaluar la cantidad final de fruta cuajada, ésta es de 6 frutos creciendo en condiciones normales. Dicha cantidad representa un 0,2% aproximado de cuaja. Dicho valor resulta mayor al 0,1% de cuaja descrito por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) de lo cual se desprende que la cuaja de la variedad Hass de la temporada en estudio llevaría a una buena producción final.

4.4.2. Caída de frutos:

Para realizar este estudio se recogieron los frutos caídos en los cajones (Anexo 12), siendo cuantificados en número (Figura 24) y en peso (Figura 25), desde el 3 de noviembre hasta el 27 de abril.

En forma paralela, se siguió el número de frutos de las panículas para determinar la cuaja (Figura 26).

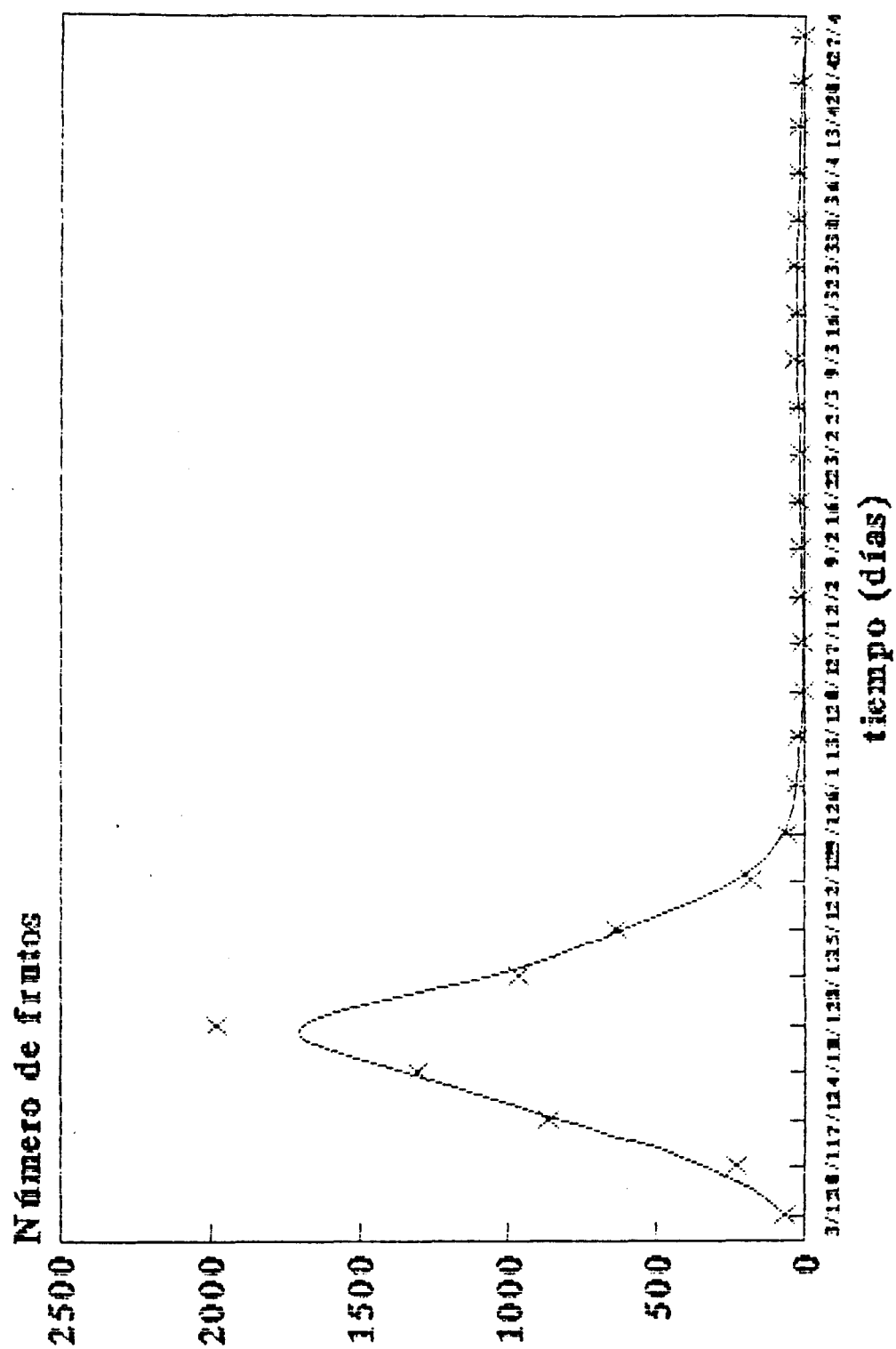


FIGURA 24. Caída de frutos, en número, de los cajones, palto cv. Hass, Quillota. V región, 1992/1993.

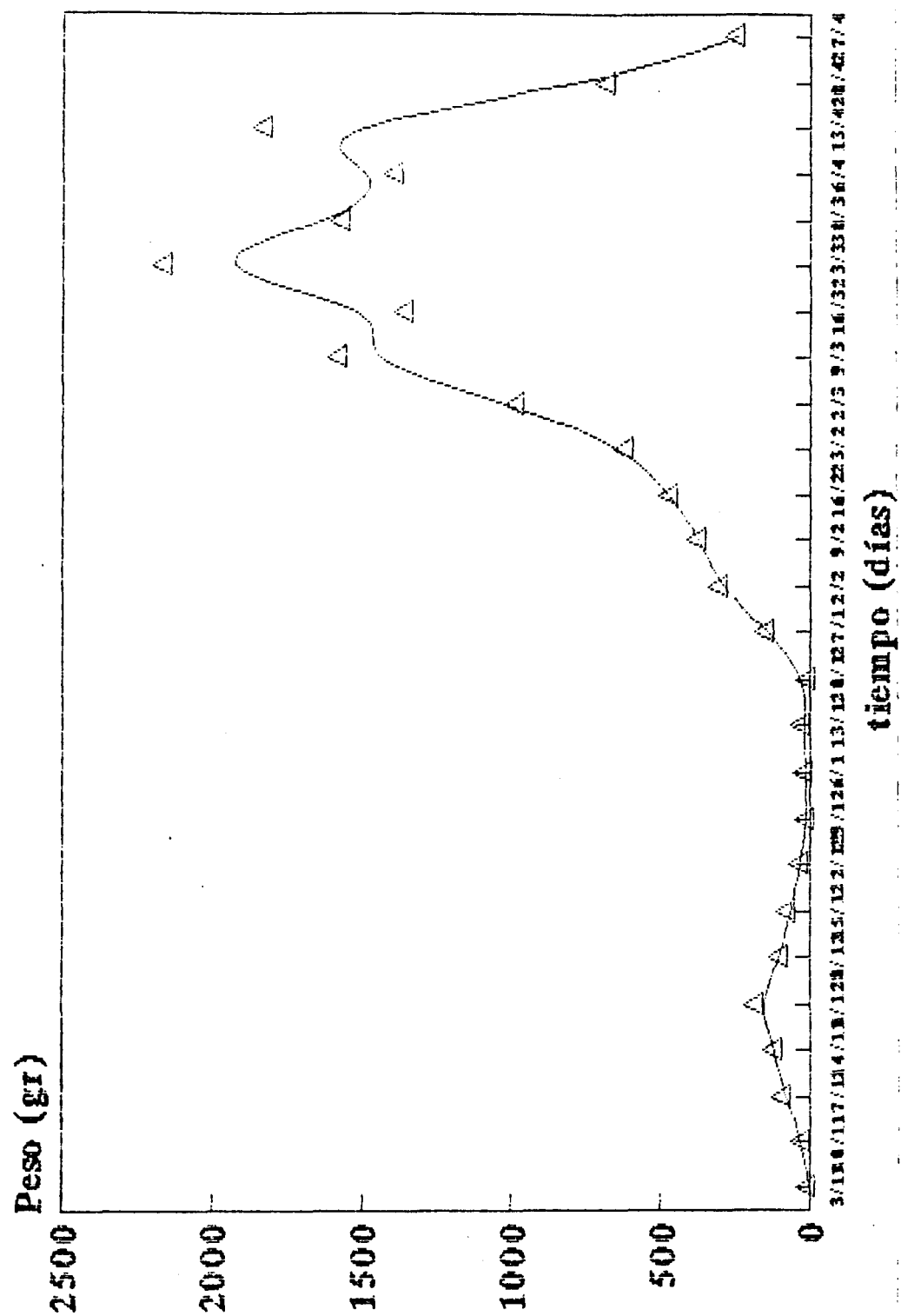


FIGURA 25. Caída de frutos, en peso total, de los cajones; palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

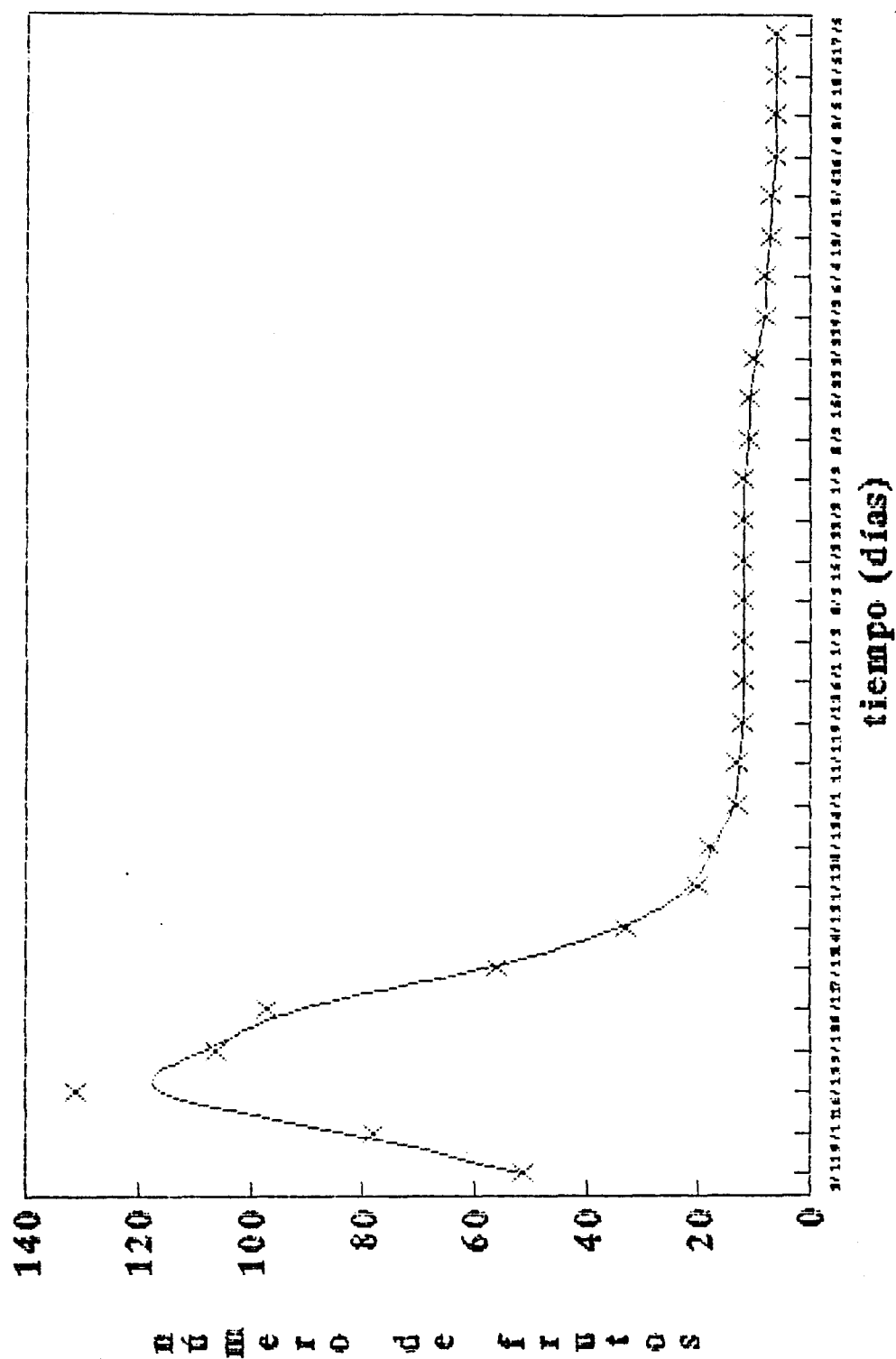


FIGURA 26. Número de frutos en las paniculas, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

comenzando el 23 de noviembre y finalizando el 19 de abril. Al observar la caída de frutos en la Figura 24, se muestra un solo peak en los meses de noviembre-diciembre, de igual forma a lo observado por HERNANDEZ (1991). Esto se diferencia de los dos peaks observados por WHILEY et al. (1988), siendo el primero de menor intensidad que el segundo. La diferencia puede deberse al atraso y menor intensidad del segundo flush vegetativo, si se compara con el flush de primavera, no existiendo gran competencia por los nutrientes dados por las raíces que están en su mayor desarrollo.

SEDGLEY (1980) menciona que sobre el 90% de los frutos que caen durante la primera semana después del final de la floración no fueron fertilizados y el resto son frutos anormales. Las anomalías incluyen ovarios con más de un saco embrionario, la presencia de un saco embrionario inmaduro, óvulos en mala posición o con deficiencia estructural.

La principal caída ocurre un mes después de la floración, siendo estos frutos fertilizados con embriones y desarrollo del endosperma normal, no existiendo una razón del tipo anatómico, como en la primera semana, que explica esta caída (SEDGLEY, 1987).

Ciertamente, la fruta caída post-polinizada es el principal problema en el palto, coincidiendo este hecho con los flushes vegetativos. Si el árbol es excesivamente vigoroso, el brote indeterminado pasa a competir fuertemente con la cuaja de frutos, resultando en una fuerte caída de frutos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990), al mismo tiempo que se produce una disminución de las reservas de carbohidratos en la planta (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

La floración de las panículas se concentró entre el 16 y el 24 de octubre, a su vez, la máxima cantidad de frutos caídos fluctuó desde el 17 de noviembre hasta el 8 de diciembre, vale decir, coincide con lo descrito por SEDGLEY (1987).

Al observar la Figura 2, se aprecia la coincidencia de la floración con el primer flush vegetativo, por lo que la caída de frutos se debería a las razones de competencia mencionadas anteriormente.

La etapa más importante para la producción de fruta es la segunda caída de frutos, la cual se aprecia levemente en número, aunque mucho más significativa en peso (Figura 25), ya que el tamaño de los frutos caídos es mucho mayor

(Figura 27). Debido a esto, condiciones de stress pueden llegar a hacer perder sobre 400 frutos/árbol, alcanzando entre el 10 al 40% de la producción final (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

Controlando el vigor de la brotación de primavera y de otoño, es posible reducir la intensidad de la competencia y así disminuir la caída de fruta, obteniéndose una mayor producción (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

4.4.3. Crecimiento del fruto:

El diámetro, tanto ecuatorial como polar de los frutos fue medido entre el 5 de enero y el 24 de mayo (Anexo 13), de modo de construir la curva de crecimiento de fruto. El diámetro ecuatorial (Figura 28) muestra un crecimiento continuo a través del tiempo, a diferencia de lo observado por HERNANDEZ (1991), ya que en su caso los frutos medidos estaban próximos a caer, siendo un factor de alteración en los resultados. De igual forma, el diámetro polar (Figura 29) presenta un crecimiento continuo.

CHANDLER (1962) señala que el fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea. Durante toda

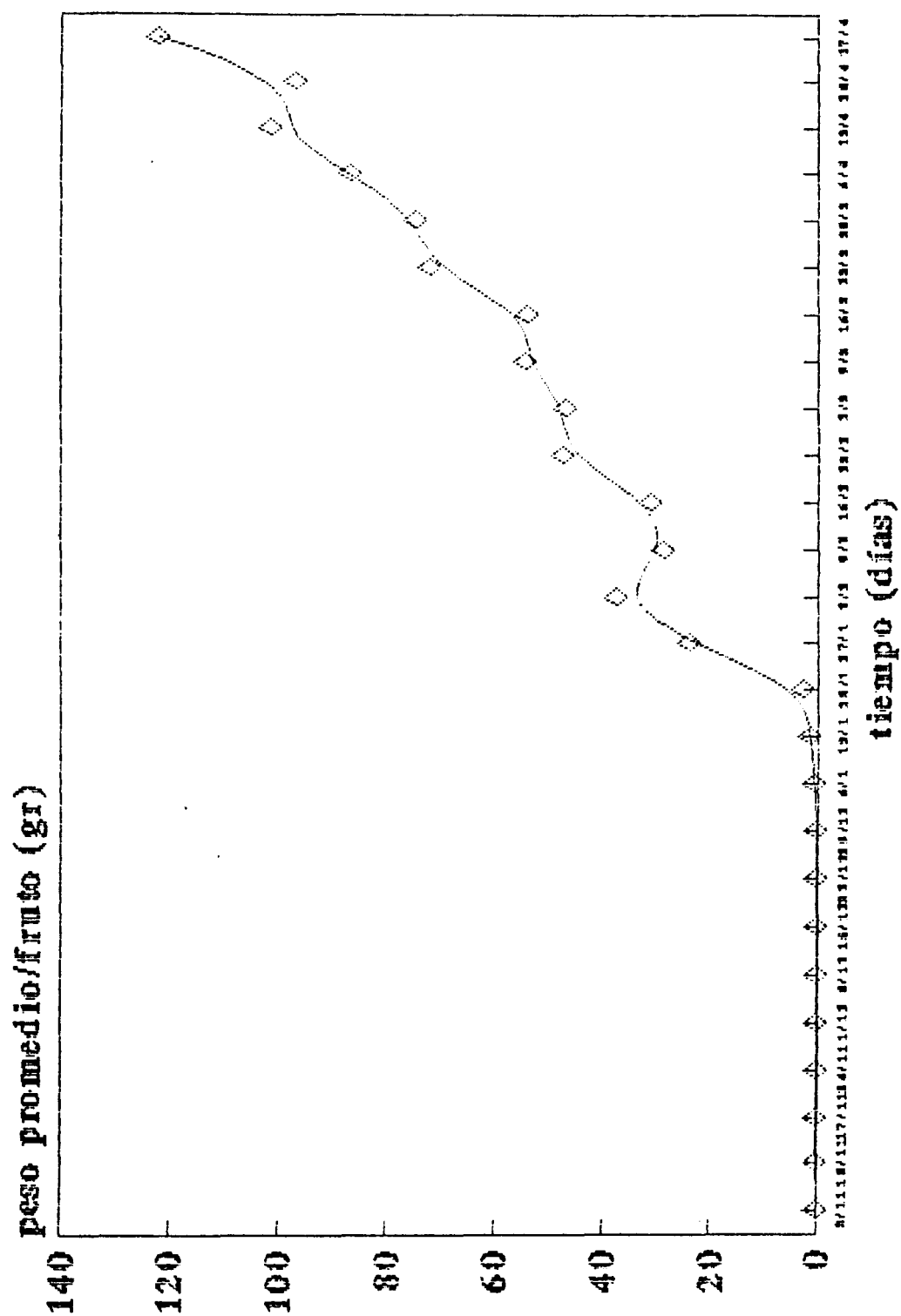


FIGURA 27. Peso promedio de frutos caídos en los cajones, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

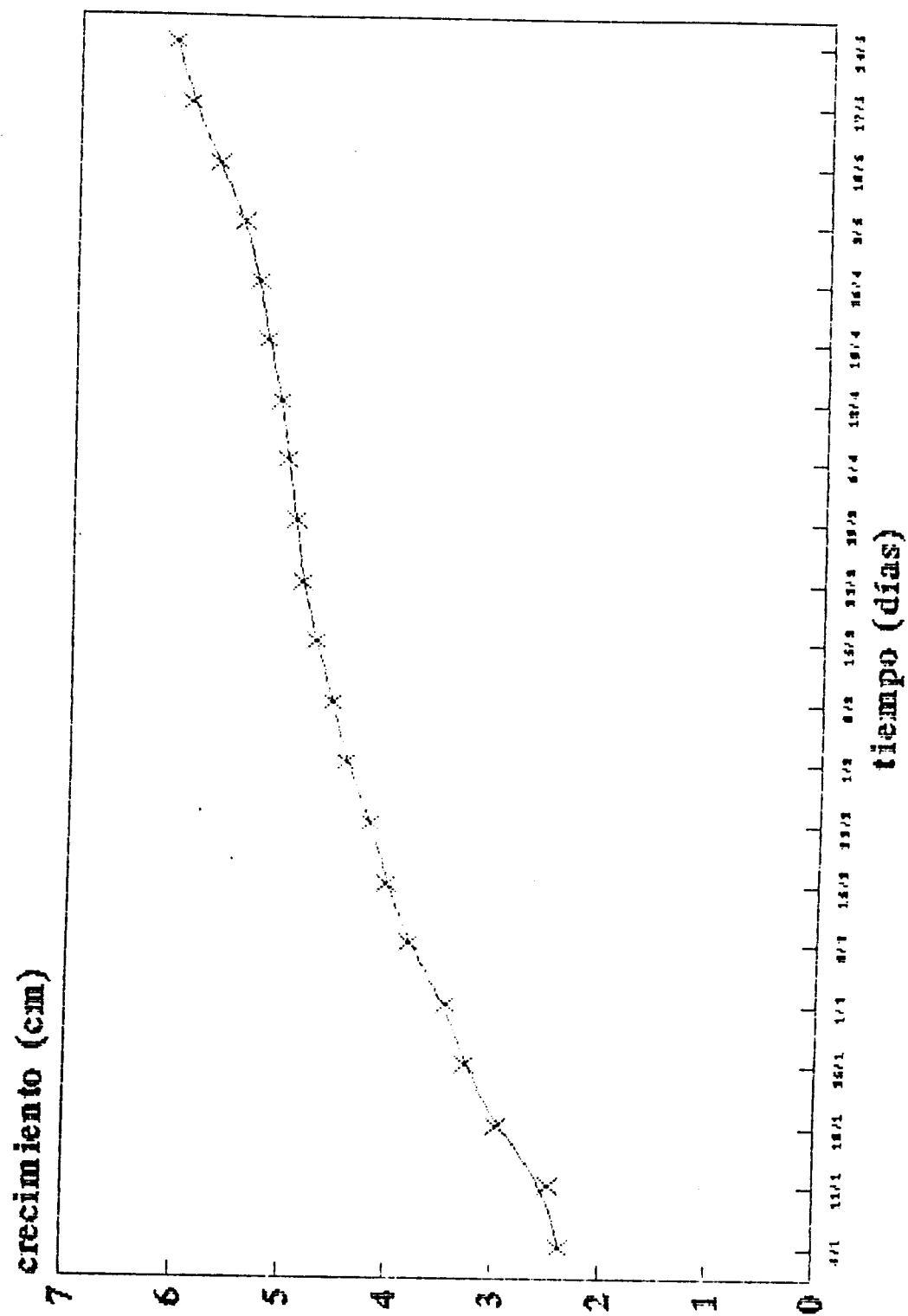


FIGURA 28. Crecimiento de fruto. diámetro ecuatorial, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1993.

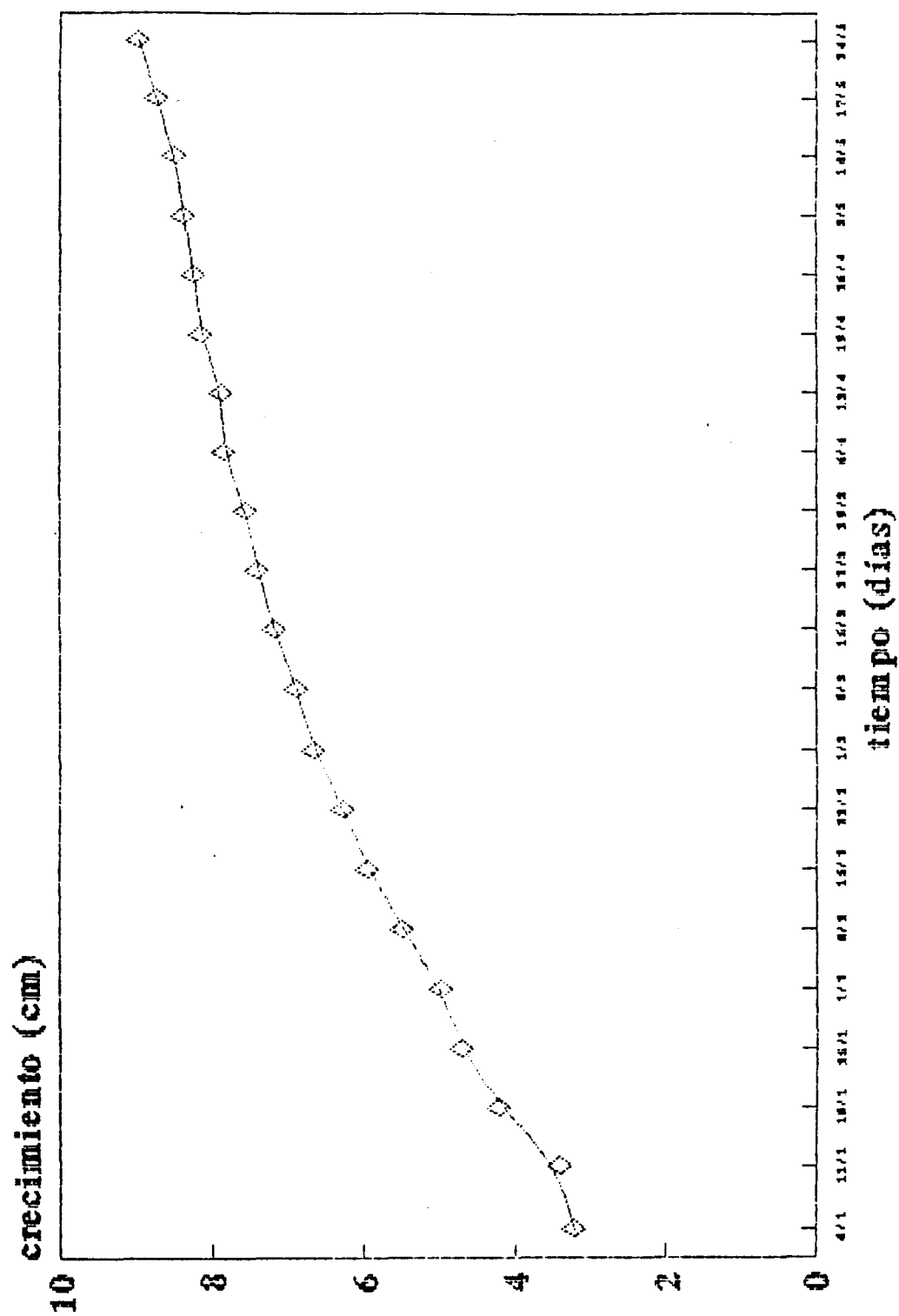


FIGURA 29. Crecimiento de fruto, diámetro polar, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1993.

la temporada hay un continuo proceso de división celular, en cambio, el tamaño de las células se mantiene relativamente constante. A diferencia de los frutos de las especies de hoja caduca donde la división celular cesa en cierto punto y el crecimiento posterior es exclusivamente por elongación celular.

Desde el 22 de marzo hasta el 13 de abril, el diámetro ecuatorial tiende a estabilizarse, aunque conserva siempre su crecimiento. Por su parte, el diámetro polar muestra una relativa estabilización entre el 6 y el 26 de abril. De esto se desprende que se cumpliría lo descrito por CHANDLER (1962), en cuanto a la curva simple sigmoídea de crecimiento: de igual forma a lo observado por PALMA (1991) en la variedad Fuerte.

4.5. Efectos del ciclo de crecimiento:

Al sobreponer las curvas de crecimiento vegetativo y radicular, con las de floración y caída de frutos (Figura 30), se aprecia que el crecimiento del palto sigue un patrón estacional cíclico que se repite cada año, aunque no necesariamente en la misma escala de tiempo o con la misma intensidad para cada etapa. Pueden distinguirse tres formas separadas de crecimiento: de brotes, raíces y

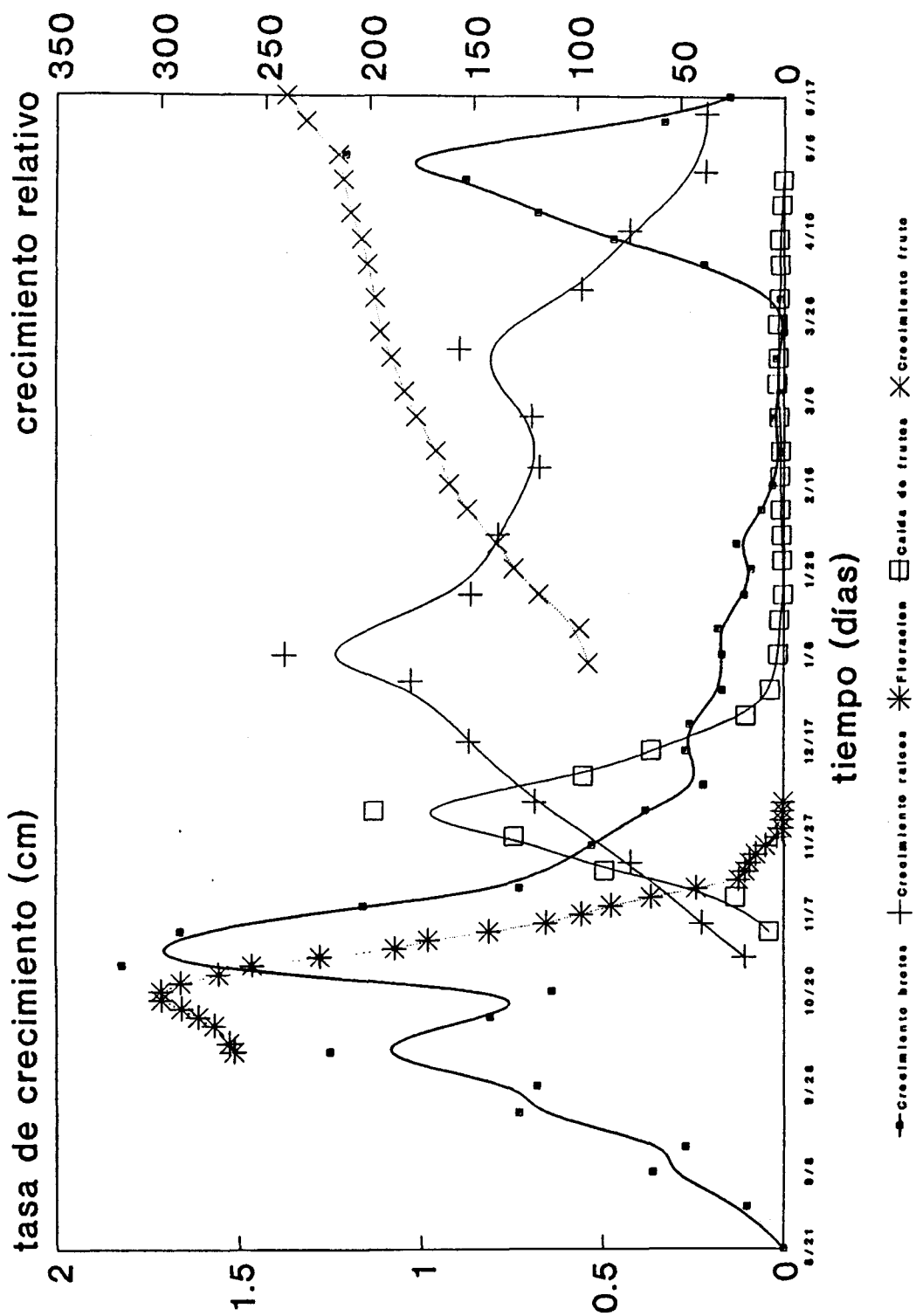


FIGURA 30. Crecimiento vegetativo, crecimiento radicular, floración, caída de frutos y crecimiento de frutos, palto cv. Hass, Quillota, V región, 1992/1993.

reproductivo. A pesar de que cada una depende de la otra, ellas compiten por los recursos limitados del árbol, y si no se mantiene un balance, la producción de fruta de calidad se reduce considerablemente.

Al reconocer las etapas de crecimiento y entender sus requerimientos y las interacciones en el árbol, las prácticas de manejo pueden modificarse y programarse de la manera más adecuada para desarrollar estrategias que den ganancias en la productividad.

4.5.1. Requerimientos hidricos:

La frecuencia y el tiempo de riego se determinó a partir del uso de tensiómetros ubicados a 30 y 60 cm de profundidad, realizándose el riego cuando el tensiómetro de 30 cm marcaba entre 25 y 35 cb desde octubre hasta marzo, no regándose al comenzar las lluvias.

En base a los tiempos de riego por mes y el gasto de los emisores (36 l/hr), se calculó el gasto en litros/hr para cada mes del huerto (Anexo 14).

Al asociar el ciclo fenológico (Figura 30) con el requerimiento de agua, éste es bajo durante el invierno.

El manejo durante la floración puede ser crítico, ya que las estructuras florales contribuyen significativamente a la pérdida de agua a través de la epidermis de la panícula (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988). Cuando el agua es limitante, las panículas son las primeras en dañarse, similarmente a lo ocurrido con los frutitos jóvenes que pueden prematuramente caer bajo condiciones de stress (WHILEY et al., 1988), vale decir en los meses de octubre y noviembre en los cuales la demanda atmosférica es relativamente baja, el requerimiento hídrico en este período podría considerarse alto.

Cabe mencionar que en los meses de octubre y noviembre, las raíces están comenzando su crecimiento, por lo que no basta suministrar al árbol los niveles hídricos requeridos, si la actividad radicular es la limitante para la conducción del agua.

En los meses de diciembre y enero, el árbol tiene un alto requerimiento, debido principalmente a la mayor demanda atmosférica, a pesar que la regulación de la transpiración es más eficiente, debido a que las hojas ya maduras están mejor adaptadas para controlar las pérdidas de agua, ya que no hay una alta tasa de crecimiento y la actividad radicular se hace máxima, haciendo más

eficiente la distribución.

Si bien en los meses siguientes la demanda hídrica vuelve a ser moderada (WHILEY et al., 1988), la segunda etapa de caída de fruta en el ciclo de crecimiento (marzo-abril) es el período más crítico del manejo del agua, ya que aquí se produce un ajuste de la cosecha, pudiendo pasar un huerto que promete una cosecha abundante a obtener pobres rendimientos.

Durante el período de crecimiento del fruto (marzo en adelante) un buen control del riego aumenta el tamaño final de éste, alcanzando así niveles máximos de calidad (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

4.5.2. Requerimientos nutricionales:

La concentración de las reservas es máxima en invierno, declinando a través de la primavera y verano para llegar a un mínimo en el otoño, correspondiendo a los mínimos niveles de almidón. Durante este período de declinación rápida de reservas de carbohidratos, la floración y el crecimiento temprano de frutos tomaron lugar, así como un flush de crecimiento vegetativo, generando una baja en el nivel de fotosintatos destinados a la parte radicular, ya

que el área foliar fue limitada, dada la redistribución de carbohidratos. Posteriormente, el crecimiento de los brotes cesó y el desarrollo de la fruta lo hizo casi completamente hasta tarde en el otoño y las reservas de almidón empezaron a acumularse rápidamente a través del otoño e invierno para alcanzar los máximos niveles nuevamente en primavera (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

Por su parte, el crecimiento radicular estimulado por la temperatura, inicia su actividad a fines de octubre, para distribuir los nutrientes, llegando a su máximo en enero y finalizar su ciclo en mayo, por lo que este hecho se debe considerar para la aplicación de cualquier fertilizante, quedando disponible éste en dichas fechas para ser realmente aprovechable por el palto.

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

El nitrógeno, de todos los elementos esenciales, es una llave manipuladora a través de su acción como regulador de crecimiento, influyendo claramente en los sucesos del árbol.

WHILEY et al. (1988). indican que las aplicaciones de nitrógeno estimulan el flush vegetativo. Debido a esto, la época de fertilización nitrogenada en el huerto se hace crítica en el balance del árbol entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, los que son fuertemente competitivos por las reservas del árbol. Así, los meses de enero-febrero, después que la primera caída de fruta ha sucedido, es la época apropiada para fertilizar con nitrógeno, coincidiendo con la mayor cantidad de raíces que lo pueden asimilar.

Las nuevas hojas formadas provenientes del segundo flush, podrían ser jóvenes, fotosintéticamente más eficientes y soportar mejor la alta energía demandada del rápido crecimiento de los frutos en este tiempo.

4.5.3. Control de Phytophthora:

Una vez infectados los árboles, las inyecciones al tronco con ácido fosforoso o las aplicaciones al suelo de fungicidas deben realizarse en el momento apropiado para proteger la principal actividad de crecimiento radicular en el mes de diciembre y comienzos de enero, y luego en el segundo periodo de crecimiento en los meses de marzo-abril.

Cuando se inyecta el fosfonato, éste se transporta por el xilema junto con el agua, llegando a nivel de las hojas, siendo luego translocado hacia el floema para así llegar a las raíces (WHILEY et al., 1986).

Durante los primeros 42 días de crecimiento vegetativo, el brote actúa como importador de fotosintatos, necesarios para su desarrollo. No es sino hasta después de este periodo, 65 días, que la hoja llega a su nivel máximo de exportación, recomendándose inyectar una vez finalizado el primer período de crecimiento, cuando las hojas están en su máxima fase de exportación de elementos a las raíces (WHILEY, 1990c). Para las condiciones de la zona, éste debe realizarse principalmente en el mes de noviembre.

5. CONCLUSIONES

Se logró determinar para las condiciones de la Estación Experimental La Palma, Quillota (32°50' de latitud sur), V Región, Chile, una aproximación al ciclo fenológico de crecimiento del palto (Persea americana Mill) cv. Hass.

El desarrollo vegetativo registró dos periodos de crecimiento, claramente definidos, presentando el de primavera (7 de septiembre hasta el 21 de diciembre) una intensidad mayor que el de otoño (29 de marzo al 17 de mayo).

Los brotes del primer flush fueron de mayor longitud al ser comparados con el crecimiento de otoño.

La detención del crecimiento de los brotes en su primer flush puede deberse a una baja cantidad de raíces en ese momento.

El desarrollo radicular presentó aparentemente dos periodos de crecimiento comenzando el primero el 28 de octubre para finalizar el 3 de febrero, seguido de un periodo de estabilización hasta el 19 de marzo, posteriormente se registra un leve aumento hasta el 17 de

marzo, para descender a niveles muy bajos el 13 de mayo.

La distribución de las raíces es superficial, ya que éstas se ubican en un 80% en los primeros 40 cm del suelo y el 20% restante entre los 40 y 60 cm, no registrándose crecimiento a mayor profundidad. Las raíces de menor diámetro predominaron sobre las raíces más gruesas.

El periodo de floración, en cuanto a la apertura floral, se registró entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el flush vegetativo de primavera y en ausencia de un alto crecimiento radicular.

La dicogamia del palto cv. Hass (tipo A) no se cumple bajo las condiciones ambientales de la zona en estudio, además existe un alto porcentaje de flores que abre sólo en su estado masculino o que caen sin abrir en el periodo de floración. El largo del ciclo floral fue en promedio de 62,2 hr; la duración del periodo de apertura fue de 4,2 hr y 11,07 hr para el estado femenino y masculino, respectivamente.

La cuaja de fruta en la temporada fue del 0,2%, siendo superior al 0,1% que se considera como adecuado para obtener una buena producción.

La caída de frutos en número, se concentró entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre, siendo ésta un mes después de la floración. Posteriormente, se registró una leve caída entre el 2 de marzo y el 13 de abril, siendo significativamente importante en cuanto a su peso.

El crecimiento del fruto (diámetro ecuatorial y polar), evaluado desde el 4 de enero hasta el 24 de mayo, no cesó durante la temporada, presentando una curva de crecimiento del tipo simple sigmoidea.

6. RESUMEN

Se describe una aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, para la zona de Quillota, V Región, Chile. El desarrollo vegetativo presentó dos períodos de crecimiento, siendo el de primavera (7 de septiembre al 21 de diciembre) de mayor intensidad que el de otoño (29 de marzo al 17 de mayo). El desarrollo radicular presentó aparentemente dos flushes: el primero desde el 28 de octubre al 3 de febrero, seguido de un período de estabilización y luego un aumento hasta el 17 de marzo, finalizando su crecimiento el 13 de mayo. La floración se concentró entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, coincidiendo con el flush vegetativo de primavera y bajo desarrollo radicular. Se determinó que la dicogamia del cv. Hass (tipo A) no se cumple bajo las condiciones de Quillota; el largo del ciclo floral fue en promedio de 62,2 hr, siendo la duración de los estados femenino y masculino de 4,2 y 11,07 hr, respectivamente. La cuaja fue del 0.2%, siendo óptima. La caída de frutos en número, se concentró entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre; en cuanto al peso de los frutos éste fue significativo desde el 2 de marzo al 17 de abril. El crecimiento del fruto describe una curva simple sigmoidea.

7. LITERATURA CITADA

- BEKEY, R. 1986. Pollination of avocado: some new insights with special reference to the "Hass" variety. California Avocado Society Yearbook 70: 91-97.
- BERGH, B. 1969. Avocado. In: Ferwerda, F. and Witt, F. eds. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Netherlands, Landbouwhogeschool. pp.23-51.
- BESOAIN, X. 1990. Enfermedades del palto. Curso Internacional de Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas, 2-5 octubre de 1990, Viña del Mar, Chile.
- BORYS, M.W. 1991. Formation of adventitious roots in decaying trunks of old Persea americana Mill. mexican race. California Avocado Society Yearbook pp 139-144.
- BRINGHURST, R.S. 1951. Influence of glasshouse conditions on flower behaviour of Hass and Anaheim avocados. California Avocado Society Yearbook pp.164-168.
- , 1952. Sexual reproduction in the avocado. California Avocado Growers' Association Yearbook pp.210-214.
- BUTTROSE, M.S. and ALEXANDER, D. Mc E. 1978. Promotion of floral initiation in "Fuerte" avocado by low temperature and short daylength. Scientia Horticulturæ 8: 213-217.
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 127 p.

- CAMEROON, S.H., MULLER, R.T. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36: 201-209.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675 p.
- 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 Horticulturæ 175: 151-157.
- DAVENPORT, T.L. 1982. Avocado growth and development. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95: 92-96.
- , 1989. Pollen deposition on avocado stigmas in southern Florida. Hortscience 24(5): 844-845.
- EMBLETON, T. and JONES, W. 1966. Avocado and Mango nutrition. In: Childers, N. ed. Temperature to tropical fruit nutrition. New Jersey, Rutgers. The State University. pp. 51-76.
- ESPINOZA, A. 1991. Rentabilidad de una plantación de paltos. Revista de Desarrollo Agrícola, Banco Osorno 1: 9-13.
- FLORES-MEZA, D., VITE-CISNEROS, P. and BORYS, M.W. 1988. Laterals distribution on the principal roots in avocado seedlings (Persea americana Mill.). California Avocado Society Yearbook pp.237-242.
- FUNDACION CHILE. 1991. Producción mundial y avances en el manejo del cultivo paltas. Agroeconómico 3: 15-20.
- FUNDACION CHILE. 1993. Manual del Exportador Hortofrutícola; Actualización. Santiago, Fundación Chile. 48p.
- GARDIAZABAL, F. Y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 201 p.

- GREGORIOU, C. and KUMAR, D.R. 1982. Some aspects of shoot and root growth of avocado under lowland tropical conditions. California Avocado Society Yearbook 66: 127-129.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3era. ed. Barcelona, Aedos. 175p.
- ISH-AM, G. and EISIKOWITCH, D. 1991. New insight into avocado flowering in relation to its pollinitation. Avocado Society Yearbook pp.125-137.
- LESLEY, J.W. and BRINGHURST, R.S. 1951. Enviromental conditions affecting pollination of avocado. California Avocado Society Yearbook pp.169-173.
- LOVATT, C.J. 1987. Stress. California Avocado Society Yearbook 71: 251-255.
- . 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook 74: 193-199.
- 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.
- 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. 127p.

- PAPADEMETRIOU, M. 1974-75. Pollen tube growth in avocados. California Avocado Growers' Association Yearbook pp. 99-102.
- , 1976. Some aspects of the flower behaviour, pollination and fruit set of avocado (Persea americana Mill.) in Trinidad. California Avocado Growers' Association Yearbook pp. 106-152.
- PARODI, L.R. 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería; Descripción de las Plantas Cultivadas. Buenos Aires, Acme. 385p. (vol 1)
- PICCONE, M.F., WHILEY, A.W. and PEGG, K.G. 1987. Trunk injection. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. (Report N95).
- PLOETZ, R.C., RAMOS, J.L., PARRADO, J.L. and SHEPARD, E.S. 1991. Shoot and root growth cycles of avocado in south Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104: 21-24.
- RODRIGUEZ, F. 1982. El Aguacate. México, AGT. 167p.
- SAAGA Research and technical committee. 1990. Fertilisation guidelines for high yields and good fruit quality in avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook 13: 8-10.
- 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.
- SANDOVAL, H.J. y BORYS, M.W. 1984. Distribución de raíces del aguacatero Persea americana Mill., en el área de influencia del Volcán Parícutin. Revista Chapingo 9(45/46): 61-69.
- SCHOLEFIELD, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia y mango. Scientia Horticulturae 16: 263-272.
- , SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.McE. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25: 99-110.

- SCHROEDER, C.A. 1944. The avocado inflorescence.
California Avocado Society Yearbook pp. 39-40.
- . 1951. Flower bud development in the avocado.
California Avocado Society Yearbook pp.159-163.
- SEDGLEY, M. 1977a. The effect of temperature on floral
behaviour, pollen tube growth and fruit set in
avocado. *Journal of Horticultural Science* 52:
135-141.
- . 1977b. Reduced pollen tube growth and the
presence of callose in the pistil of the male
floral stage of the avocado. *Scientia
Horticulturae* 7: 27-36.
- . 1979a. Inter-varietal pollen tube growth and
ovule penetration in the avocado. *Euphytica* 28:
25-35.
- . 1979b. Light microscope study of pollen tube
growth, fertilisation and early embryo and
endosperm development in the avocado varieties
Fuerte and Hass. *Annals of Botany* 44: 353-359.
- . 1980. Anatomical investigation of abscised
avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany*
46: 771-777.
- and ANNELLS, C.M. 1981. Flowering and
fruit-set response to temperature in the avocado
cv. "Hass". *Scientia Horticulturae* 14: 27-33.
- and GRANT, W.J.R. 1983. Effect of low
temperature during flowering on floral cycle and
pollen tube growth in nine avocado cultivars.
Scientia Horticulturae 18: 207-213.
- , SCHOLEFIELD, P.B. and ALEXANDER, D.M. 1985.
Inhibition of flowering of mexican and guatemalan
type avocados under tropical conditions.
Scientia Horticulturae 25(1): 21-30.
- . 1987. Flowering, pollination and fruit set of
avocado. *South African Avocado Growers'
Association Yearbook* 10: 42-43.

- STOUT, A.B. 1932. Sex in avocados and pollination. California Avocado Grower's Association Yearbook pp.172-173.
- WHILEY, A.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and FORSBERG, L.I. 1986. The control of Phytophthora root rot of avocado with fungicides and effect of this disease on the water relations, yield and ring neck. Australian Journal of Experimental Agriculture 26: 249-253.
- , PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and LANGDON, P.W. 1987. Influence of Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture 27: 173-177.
- and WINSTON, E.C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 45-47.
- , WOLSTENHOLME, B.N., SARANAH, J.B. and ANDERSON, P.A. 1987. Effect of root temperatures on growth of two avocados rootstock cultivars. Australia, Maroochy Horticultural Research Station (Report N25).
- , 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. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal 114: 29-36.
- and WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers association yearbook 13:25-27.

- . 1990a. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso internacional de producción, Post cosecha y comercialización de paltas. 2-5 Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile.
- . 1990b. Nutrición, una erramienta estratégica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto. Curso Internacional de producción. Post cosecha y comercialización de paltas, 2-5 Octubre de 1990, Viña del Mar, Chile.
- . 1990c. Manejo integrado de la pudrición de raíces causada por *Phytophthora* en paltos. Curso internacional de producción, Post cosecha y comercialización de paltas, 2-5 Octubre de 1990, Viña del Mar, Chile.
- WOLSTENHOLME, B.N., HOFMAN, P.J., CUTTING, J.G. and LISHMAN, A.W. 1985. Theoretical and practical implications of plant growth substance trends in developing "Fuerte" avocado fruits. South African Avocado Growers' Association Yearbook 8: 92-96.
- . 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. California Avocado Growers Asociation Yearbook 10:58-61.
- . and WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook 12:33-37.
- . and WHILEY, A.W. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production, South African Avocado Growers Association Yearbook 13:25-27.
- ZAMET, D.N. 1990. The effect of minimun temperature on avocado yields. California Avocado Society Yearbook pp.247-255

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

Fecha	Tasa promedio (cm)
21/08/92	0.00
31/08/92	0.10
07/09/92	0.36
14/09/92	0.27
21/09/92	0.73
28/09/92	0.68
05/10/92	1.25
13/10/92	0.81
20/10/92	0.64
26/10/92	1.82
02/11/92	1.66
09/11/92	1.16
13/11/92	0.73
23/11/92	0.53
30/11/92	0.38
07/12/92	0.22
14/12/92	0.27
21/12/92	0.26
28/12/92	0.17
05/01/93	0.17
12/01/93	0.18
19/01/93	0.11
26/01/93	0.09
01/02/93	0.13
08/02/93	0.06
15/02/93	0.03
22/02/93	0.01
01/03/93	0.03
08/03/93	0.01
15/03/93	0.02
22/03/93	0.00
29/03/93	0.01
06/04/93	0.22
13/04/93	0.47
19/04/93	0.68
26/04/93	0.88
03/05/93	1.21
10/05/93	0.33
17/05/93	0.15

ANEXO 2. Temperatura máxima y mínima ambiente (°C), promedio mensual. Quillota. V región, 1992/1993.

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

*** No se registró la temperatura mínima en el mes de mayo en la Estación Experimental La Palma.

ANEXO 3. Número promedio de raicillas superficiales, palto cv. Hass, Quillota, 1992/1993.

Fecha	Malla	Geotextil	Vidrio
28/10/92	9.33	0.00	0.0
04/11/92	19.66	0.00	3.5
18/11/92	37.00	5.00	15.0
02/12/92	60.00	14.66	34.5
16/12/92	76.00	23.33	45.0
30/12/92	90.00	25.66	63.5
05/01/93	120.33	30.66	83.5
19/01/93	75.66	40.33	102.0
03/02/93	69.00	33.66	70.5
18/02/93	59.00	24.00	68.5
01/03/93	61.00	38.00	97.0
17/03/93	78.33	29.00	72.0
01/04/93	49.00	19.66	58.0
15/04/93	37.00	15.33	37.0
29/04/93	19.00	8.66	24.0
13/05/93	18.66	8.33	17.5

ANEXO 4. Temperatura de suelo (°C), promedio mensual, a las 09:00 y 15:00 hr a 15 y 30 cm de profundidad, Quillota 1992/1993.

Mes	15 cm		30 cm	
	Temp. 09:00	Temp. 15:00	Temp. 09:00	Temp. 15:00
Septiembre	12.33	12.50	12.20	12.30
Octubre	13.08	13.25	12.85	13.00
Noviembre	14.90	15.10	14.80	14.80
Diciembre	16.40	16.70	16.20	16.30
Enero	17.50	17.90	17.20	17.20
Febrero	17.00	17.10	17.10	17.00
Marzo	16.70	16.90	16.50	16.50
Abril	15.80	15.90	15.60	15.70
Mayo	13.60	13.70	14.30	14.30

ANEXO 5. Tasa de crecimiento radicular en superficie, en centímetros, de crecimiento de raíces, de palto cv. Hass, Quillota, 1992/1993.

Fecha	Tasa promedio (cm)
04/11/92	0.38
18/11/92	0.62
02/12/92	0.87
16/12/92	1.02
30/12/92	1.86
05/01/93	1.78
19/01/93	1.65
03/02/93	1.35
18/02/93	1.39
01/03/93	1.81
17/03/93	1.96
01/04/93	1.20
15/04/93	0.77
29/04/93	0.84
13/05/93	0.61

ANEXO 6. Tasa de crecimiento radicular en profundidad.
en centímetros, de palto cv. Hass. Quillota
1992/1993.

Fecha	Tasa promedio (cm)
28/12/92	0.60
05/01/93	0.81
12/01/93	1.22
19/01/93	1.01
26/01/93	0.82
02/02/93	1.03
09/02/93	0.83
16/02/93	0.47
23/02/93	0.78
02/03/93	1.11
09/03/93	0.90
16/03/93	1.05
23/03/93	0.93
30/03/93	0.87
06/04/93	0.83
13/04/93	0.59
20/04/93	0.53
27/04/93	0.40
04/05/93	0.33
11/05/93	0.28
18/05/93	0.26

ANEXO 7. Total de flores en paniculas, palto cv. Hass.
Quillota 1992.

Mes	Día	Número de flores
Octubre	06	2648
	08	2672
	13	2743
	14	2821
	15	2859
	16	2901
	19	2997
	21	3001
	22	2906
	23	2815
	24	2725
	25	2649
	26	2564
	27	2374
	28	2239
	29	2024
	30	1877
Noviembre	01	1717
	02	1531
	03	1425
	05	1148
	06	1058
	07	976
	08	888
	09	833
	10	725
	11	640
	12	570
	13	421
	16	217
	18	187
	19	165
	20	134
	23	87
	24	58
	25	31
	26	18
Diciembre	27	7
	28	3
	30	1
	01	1
	02	0

ANEXO 8. Temperatura máxima del día anterior y mínima nocturna, en °C, en los meses de septiembre, octubre, y noviembre, Quillota 1992.

Septiembre

Día	Temp. máxima	Temp. mínima
15	17.2	11.8
16	15.2	10.6
17	13.8	3.2
18	18.6	5.0
19	20.6	5.6
20	23.0	6.8
21	23.0	3.2
22	19.8	2.0
23	19.8	2.4
24	21.4	6.8
25	18.0	3.6
26	23.4	5.4
27	25.6	6.2
28	23.2	10.0
29	13.8	11.2
30	13.4	10.6

Octubre

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

Noviembre

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

ANEXO 9. Ciclo de apertura de las flores de palto cv.
Hass, Quillota 1992.

Tiempo (hr) del ciclo total de apertura

Porcentaje de flores	Duración (hr)
11.6	< 48
18.6	48
35.0	68
18.6	72
11.6	> 72
Prom.: 62.2	

Tiempo (hr) de la apertura en estado femenino

Porcentaje de flores	Duración (hr)
95.3	< 4
4.7	8
Prom.: 4.2	

Tiempo (hr) de la apertura en estado masculino

Porcentaje de flores	Duración (hr)
41.9	< 4
14.0	8
9.2	>8 y <19
34.9	19
Prom.: 11.07	

ANEXO 10. Número de flores femeninas y masculinas abiertas a las 22:00 y 02:00 hr, con las temperaturas mínimas y máximas, en °C, Quillota 1992.

Día	Temp. máx.	Temp. min.	22:00 hr		02:00 hr	
			M	F	M	F
22-23/10	23.0	10.8	76	1	61	0
29-30/10	26.0	5.6	236	2	228	6
05-06/11	18.8	10.4	0	51	3	53

ANEXO 11. Total de frutos cuajados, palto cv. Hass, Quillota 1992/1993.

Fecha	Número
02/11/92	51
09/11/92	78
16/11/92	131
23/11/92	106
30/11/92	97
07/12/92	56
14/12/92	33
21/12/92	20
28/12/92	18
04/01/93	13
12/01/93	13
19/01/93	12
26/01/93	12
01/02/93	12
08/02/93	12
15/02/93	12
22/02/93	12
01/03/93	12
08/03/93	11
15/03/93	11
22/03/93	10
29/03/93	8
06/04/93	8
13/04/93	7
19/04/93	7
26/04/93	6
03/05/93	6
10/05/93	6
17/05/93	6

ANEXO 12. Número, peso promedio y peso total de frutos caídos en cajones bajo la canopia, palto cv. Hass, Quillota 1992/1993.

Fecha	Número	Peso promedio	Peso total
03/11/92	68	0.07	4.76
10/11/92	230	0.10	23.00
17/11/92	862	0.10	86.20
24/11/92	1303	0.09	117.27
01/12/92	1977	0.09	177.93
08/12/92	964	0.10	96.40
15/12/92	636	0.11	69.96
22/12/92	182	0.17	30.94
29/12/92	61	0.18	11.58
06/01/93	24	0.51	12.24
13/01/93	19	1.28	24.32
20/01/93	2	2.71	5.24
27/01/93	6	23.82	142.92
02/02/93	8	37.41	299.28
09/02/93	13	28.52	370.76
16/02/93	15	31.02	465.30
23/02/93	13	47.32	615.16
02/03/93	21	46.84	983.64
09/03/93	29	54.27	1573.83
16/03/93	25	54.09	1352.25
23/03/93	30	71.95	2158.50
30/03/93	21	74.76	1567.86
06/04/93	16	86.81	1388.96
13/04/93	18	101.37	1824.66
20/04/93	7	96.87	678.09
27/04/93	2	122.16	244.32

ANEXO 13. Diámetro polar y ecuatorial, en centímetros, palto cv. Hass, Quillota 1993.

Fecha	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar
04/01	2.36	3.22
12/01	2.46	3.40
19/01	2.96	4.20
26/01	3.26	4.70
01/02	3.46	4.98
08/02	3.82	5.48
15/02	4.04	5.94
22/02	4.20	6.28
01/03	4.44	6.66
08/03	4.58	6.88
15/03	4.74	7.18
22/03	4.88	7.40
29/03	4.94	7.56
06/04	5.03	7.85
13/04	5.10	7.88
19/04	5.23	8.15
26/04	5.32	8.25
03/05	5.38	8.42
10/05	5.77	8.68
17/05	6.00	8.79
24/05	6.12	9.13

ANEXO 14. Gastos de agua, palto cv. Hass, Quillota 1992/1993.

Mes	Litros/mes	Litros/día/há
Noviembre	1944	64.80
Diciembre	2520	81.29
Enero	2520	81.29
Febrero	2304	82.29
Marzo	1944	62.71