

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

Evaluación de diferentes frecuencias de fertirrigación y otras técnicas de manejo sobre la floración y producción de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

Eduardo José Espinosa Toro

VALDIVIA-CHILE

2007

PROFESOR PATROCINANTE

Juan Nissen M.

Ing. Agr., Dr. rer. hort.

PROFESORES INFORMANTES

Dante Pinochet T.

Ing. Agr., MSc., Ph.D.

Roberto Ramos P.

Ing. Agr., MSc.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Caracterización de la especie	3
2.1.1	Raza mexicana	3
2.1.2	Raza antillana	3
2.1.3	Raza guatemalteca y características generales del cultivar Hass	4
2.2	Sistema vegetativo	5
2.3	Sistema radicular	7
2.4	Sistema reproductivo	9
2.4.1	Floración	9
2.4.2	Desarrollo de frutos y caída de frutos	13
2.5	Ciclo fenológico	15
2.6	Requerimientos hídricos	18
2.6.1	Efectos del riego	19
2.6.2	Etapas críticas del riego	21
2.6.3	Frecuencia y volúmenes de riego	22
2.7	Requerimientos nutricionales	23
2.8	Manipulación del crecimiento vegetativo	25
2.8.1	Tratamiento con paclobutrazol	26
2.8.1.1	Modo de acción	27
2.8.1.2	Efectos fisiológicos	29
2.8.2	Anillado	31
2.8.2.1	Efectos fisiológicos	31

Capítulo		Página
2.8.2.2	Época	33
2.8.2.3	Procedimiento	34
2.8.2.4	Cicatrización	36
2.9	Producción, mercado y situación nacional	37
3	MATERIAL Y MÉTODO	40
3.1	Material	40
3.1.1	Ubicación y duración del ensayo	40
3.1.2	Caracterización climatológica de la zona del ensayo	40
3.1.3	Material vegetal	42
3.1.4	Características generales del huerto	42
3.2	Método	42
3.2.1	Selección e identificación de los árboles	42
3.2.2	Tratamientos	43
3.2.3	Descripción del ensayo	44
3.2.3.1	Fertirrigación	44
3.2.3.2	Técnicas de manejo	46
3.2.3.3	Orientación de ramillas seleccionadas	46
3.2.4	Mediciones	47
3.2.4.1	Temperaturas	47
3.2.4.2	Altura y diámetro de los árboles	47
3.2.4.3	Número de panículas florales	47
3.2.4.4	Estimación de frutos cuajados	47
3.2.4.5	Diámetro polar y ecuatorial de los frutos	47
3.2.4.6	Añerismo en árboles seleccionados	47
3.2.5	Diseño experimental	48
3.2.6	Análisis estadísticos	48

Capítulo		Página
4	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
4.1	Evaluación de frecuencias de fertirriego por sectores sobre floración y producción.	49
4.1.1	Número de panículas florales.	49
4.1.2	Altura y diámetro de árboles.	53
4.1.3	Número de frutos cuajados	54
4.1.4	Diámetro polar y ecuatorial de frutos	57
4.2	Evaluación de técnicas de manejo y orientación respecto a sectores de fertirriego	61
4.2.1	Número de panículas florales.	62
4.2.2	Altura y diámetro de árboles	65
4.2.3	Número de frutos cuajados	65
4.2.4	Diámetro ecuatorial y polar de frutos.	70
4.2.5	Añerismo.	77
5	CONCLUSIONES	80
6	RESUMEN	82
	SUMMARY	84
7	BIBLIOGRAFÍA	86
	ANEXOS	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Distribución de árboles por sectores y técnicas de manejo	43
2	Riego por sectores del huerto	44
3	Matriz de concentración de nutrientes (kg de nutriente/1000 L de agua)	45
4	Concentración de nutrientes (kg/árbol) anual por sectores	46
5	Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego	49
6	Altura y diámetro promedio de árboles por sectores de ferti-riego (metros)	53
7	Número promedio de frutos cuajados por sector de ferti-riego	54
8	Diámetros polares promedio para sectores de ferti-riego y épocas de medición (mm)	58
9	Diámetros ecuatoriales promedio para sectores de ferti-riego y épocas de medición (mm)	59
10	Ecuaciones de regresión lineal de diámetros polares y ecuatoriales a través del tiempo	60
11	Número de panículas florales de árboles con distintos tratamientos de ferti-riego y manejo del crecimiento	62
12	Número de frutos cuajados de árboles con distintos tratamientos de ferti-riego, manejo del crecimiento y orientación de ramillas	66

Cuadro	Página
13 Diámetro ecuatorial de frutos con distintos tratamientos de ferti- riego y manejo del crecimiento de árboles (mm).	70
14 Diámetro polar de frutos con distintos tratamientos de ferti- riego y manejo del crecimiento de árboles (mm).	74
15 Número promedio de paltas por sectores de ferti- riego y temporada evaluada.	77

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Variación mensual de temperaturas máximas y mínimas en los últimos 10 años (1991-2001)	41
2	Distribución del riego a través del año en el huerto	45
3	Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego	50
4	Crecimiento de frutos con relación al diámetro polar	58
5	Crecimiento de frutos con relación al diámetro ecuatorial	60
6	Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego y técnicas de manejo	63
7	Número de frutos cuajados según orientación de ramillas seleccionadas	69
8	Diámetro ecuatorial de frutos según sector de ferti-riego y técnica de manejo	71
9	Diámetro ecuatorial de frutos según orientación de ramillas y sector de ferti-riego	73
10	Diámetro polar de frutos según sector de ferti-riego y técnica de manejo	75
11	Diámetro polar de frutos según orientación de ramillas y sector de ferti-riego	76
12	Producción promedio (Nº paltas/árbol), por temporada y sector de ferti-riego	78

1 INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie frutal de hoja persistente que año tras año ha ido cobrando mayor importancia económica y social en Chile, dados los buenos precios obtenidos tanto en el mercado nacional como internacional, alcanzando una superficie de 27.000 ha plantadas en la temporada 2005/2006. La V Región es la más importante, con 12.350 ha, destacándose las localidades de Quillota-Calera, La Ligua y San Felipe.

Dentro del gran número de variedades existentes, el cultivar Hass es actualmente el más importante en Chile, destacándose por sus buenas cualidades organolépticas, su productividad y precocidad, las que le permiten ser una excelente alternativa para grandes y pequeños productores.

Para alcanzar y mantener una buena rentabilidad se plantea la necesidad de conocer y manejar el comportamiento reproductivo y productivo de la especie, de manera de poder optimizar los manejos (riego y fertilización) y desarrollar nuevas técnicas (aplicación de paclobutrazol y anillado), que permitan dar solución a problemas como el añerismo, una polinización deficiente, el efecto de la ocurrencia de condiciones climáticas desfavorables en el período de formación y desarrollo de frutos y las fuertes caídas naturales de fruta. Estas constituyen algunas de las mayores limitaciones en la producción nacional de paltas.

Si bien el cultivar Hass se considera de comportamiento más bien regular a nivel individual, la observación a nivel de huerto indica que el problema de añerismo está presente en los árboles y podría tener un impacto importante.

Existe un efecto de la carga frutal sobre la fructificación de la temporada siguiente, lo cual se debería a la presencia de frutos en el momento de inducción floral. Esta inducción ocurriría en los meses de abril y mayo en el cultivar Hass. Se entiende con ello, que a mayor carga frutal menor será la expresión vegetativa y reproductiva del árbol y, por ende, la producción de la temporada siguiente se verá afectada.

Se plantean los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de distintas frecuencias de fertirriego sobre la cantidad de flores y sobre la producción de frutos en paltos cultivar Hass.
- Determinar el efecto del uso de diferentes técnicas de manejo (paclobutrazol y anillado) sobre la cantidad de flores y sobre la producción de frutos en paltos cultivar Hass.
- Evaluar el efecto de la orientación geográfica de las ramas productivas del árbol sobre la producción y tamaño de frutos en paltos cultivar Hass.
- Evaluar el efecto de los distintos tratamientos (frecuencias de fertirriego) y subtratamientos (técnicas de manejo) sobre el añerismo en la producción.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterización de la especie.

El palto, perteneciente a la familia Lauraceae, sistemáticamente se divide en tres razas: guatemalteca, mexicana y antillana, las cuales corresponden a una única especie, *Persea americana* (Mill.) o *Persea gratissima* (Garth.), de la que se destaca una subvariedad *Persea drimifolia*, correspondiente a la raza mexicana, a la cual pertenecen los paltos chilenos (IBAR, 1986).

2.1.1 Raza mexicana. Según lo reportado por BERGH (1969), las hojas de los árboles pertenecientes a esta raza poseen olor a anís; con un envés glauco. Las flores son generalmente pubescentes. La floración es más temprana en la temporada (otoño a primavera en California). Frutos pequeños, con un exocarpo delgado o membranoso, raramente sobrepasa los 0.75 mm de espesor. La semilla es relativamente grande y a menudo suelta. El mesocarpo del fruto varía desde un sabor comúnmente agradable a fuerte, en ocasiones con aroma a anís, y a menudo fibroso. El fruto madura alrededor de seis meses después de la floración. Es la raza de palto más resistente al frío; también es la más resistente al calor y a la baja humedad. No se desarrolla bien en áreas costeras.

2.1.2 Raza antillana. Las hojas no poseen olor a anís. Los frutos son pequeños a grandes, con un exocarpo coriáceo que puede alcanzar 1.5 mm de grosor. La semilla es relativamente grande y algunas veces suelta en su cavidad. El mesocarpo es de sabor suave a aguado; con menor contenido de aceites que las otras dos razas. La fruta madura alrededor de seis meses después de floración. Es la raza menos resistente al frío y a la baja humedad.

Es la raza más tolerante a la 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” (BERGH, 1969).

2.1.3 Raza guatemalteca y características generales del cultivar Hass.

No posee olor a anís en las hojas y éstas son de color rojizo cuando el follaje es joven. Los frutos son pequeños a grandes, con un exocarpo coriáceo y grueso que puede incluso sobrepasar los 6 mm. Posee una adaptación y tolerancia intermedia entre las otras dos razas al suelo y clima. En esta raza se encuentran casi todos los grados de tamaño de semilla, aunque genéticamente tiende a presentar tamaños relativamente más pequeños. La semilla casi nunca está suelta en su cavidad. La fruta puede requerir un año para madurar y hasta 18 meses en el clima menos tropical de California (BERGH, 1969).

El cultivar Hass, perteneciente a ésta raza, se originó en 1926 a partir de semillas plantadas por Rudolph G. Hass en California (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol de éste cultivar tiene un desarrollo mediano y 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 $-1,1^{\circ}\text{C}$. Su floración se extiende desde septiembre hasta noviembre y la maduración desde septiembre a marzo. El fruto es piriforme a ovoide (con un peso entre 180 a 360 g), con un exocarpo coriáceo y algo rugoso, de color verde a ligeramente negruzco cuando está en el árbol, pero una vez cosechado progresivamente toma un color negro a medida que se ablanda al madurar. Es un fruto de excelente calidad, con una semilla pequeña y un contenido de aceite entre 15 a 20%. En aquellas localidades en que este cultivar produce bien no se justifica plantar otra variedad (GARDIAZABAL y

ROSENBERG, 1991).

2.2 Sistema vegetativo.

El palto es un árbol que puede adquirir un tamaño considerable, llegando a tener una altura entre 8 y 10 metros en plantaciones comerciales (RODRIGUEZ, 1982). Las hojas son alternas, persistentes, coriáceas, de color verde, en forma elíptica o elíptico-lanceoladas, glabras, de 10 a 40 cm de largo y glandescentes en la cara inferior o envés (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 período álgido de floración, se inicia un largo período de crecimiento, más pronto en los árboles de raza mexicana que en los de otras razas. En primera instancia, la actividad vegetativa comienza con la hinchazón de yemas, separándose las escamas y brácteas protectoras, produciéndose el llamado desborre (RODRIGUEZ, 1982). Estos brotes interrumpen ocasionalmente su crecimiento y sus yemas terminales quedan protegidas por algunas escamas (CHANDLER, 1962 y DAVENPORT, 1982).

El palto crece en flujos periódicos, originando una canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencias. Sin embargo, los brotes tienen un período largo que va desde una fase de importación neta a otra de exportación neta 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 períodos de demanda (CAMERON *et al.*, 1952 y WHILEY, 1990a).

El árbol está predispuesto a un crecimiento vegetativo más que a la producción de frutos. Las razones de 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 la evolución del palto bajo condiciones de competencia lumínica en la selva lluviosa (WHILEY *et al.*, 1988).

Las bajas producciones del palto son un problema en la mayoría de las áreas de cultivo. El problema a menudo se presenta como un ciclo de producción bianual, donde un año de cosecha alta es seguido por uno de cosecha escasa (SCHOLEFIELD *et al.*, 1985).

Sobre las reservas de la planta, SCHOLEFIELD *et al.* (1985) y WOLSTENHOLME y WHILEY (1989), señalan 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 en la producción. Esto se debe a que la acumulación de altos niveles de almidón durante la temporada conducen a una alta producción de frutos durante la misma, pero esto deja a la planta sin reservas de almidón para la temporada siguiente, lo que da como resultado una disminución en la producción de frutos.

El momento con mayor 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 existe un buen nivel de manejo del huerto (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989). 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 *et al.*, 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 si constituye una fuente 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. Los bajos niveles de carbohidratos causan el cese en la actividad vegetativa y este hecho parece estar más relacionado con la iniciación floral (SCHOLEFIELD et al., 1985).

2.3 Sistema radicular.

El palto presenta un sistema radicular superficial, por lo que es relativamente ineficiente en la absorción de agua y susceptible a la pudrición radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands (WHILEY et al., 1988). Las raíces del palto no forman pelos radiculares visibles, por lo que aparentemente la absorción se realiza casi en su totalidad a través de los ápices de muchas raíces secundarias, las que son de color blanco cuando están activas (CHANDLER, 1962).

Existen diferencias entre la distribución radicular de los árboles en función del número, diámetro e inclinación de las raíces principales, características que son heredadas de cada patrón. Estas le otorgan al árbol resistencia mecánica contra vientos u otras fuerzas que actúan a nivel del cuello (SANDOVAL y BORYS, 1984 y FLORES et al., 1988).

El desplazamiento alternado - formación-muerte-regeneración-muerte - de raíces finas forma el mecanismo base del continuo volumen de exploración

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

En un estudio realizado por SANDOVAL y BORYS (1984), al comparar las cantidades de raíces de diámetro mayor de 2 mm con las de diámetro menor de 2 mm, se observa claramente la dominancia de las raíces finas sobre las más gruesas. En cuanto a la distribución de las raíces en la superficie, la mayor cantidad de ellas con 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 destacar que las raíces finas se distribuyen horizontalmente en una manera más homogénea que las raíces de mayor grosor.

El 80% de las raicillas se distribuye entre 0-30 cm de profundidad y el 20% entre 30-60 cm, es decir, el desarrollo resulta ser superficial (WOLSTENHOLME, 1987 y 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 entre 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 radicular fue

mayor a las temperaturas más altas, 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 desciende bajo los 18°C.

2.4 Sistema reproductivo.

La flor del género *Persea* es actinomorfa y hermafrodita. El cáliz está compuesto de seis sépalos tomentosos, unidos en la base. El androceo consta de nueve estambres fértiles. Los seis externos, con anteras introrsas, están desprovistos de glándulas; los tres internos, de anteras extrorsas, si están provistos de glándulas. Posee además, tres estaminodios adyacentes al gineceo. Este gineceo esta compuesto por un ovario sésil con estilo alargado y estigma capitado. Las flores se agrupan en panículas, que corresponden a una inflorescencia de tipo compuesta, es decir, alguno o la mayoría de los pedúnculos se ramifican, formando un racimo de racimos (PARODI, 1959).

2.4.1 Floración. Según SCHROEDER (1953), la yema floral en el palto se deriva de yemas terminales y subterminales en crecimiento durante la temporada previa, aunque también de 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 se desarrollan como ramas altas o simples, sobre las que nacen flores individuales. La porción terminal del promedio de los ejes, permanece como brotes vegetativos. Este tipo de sistema de yemas florales se denomina indeterminado. Ocasionalmente, se encuentran tipos de brotes que terminan en una yema floral, que no permite que se produzca crecimiento. A este tipo de inflorescencia se le llama indeterminada (SCHROEDER, 1954).

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 gran número de flores que forman. Un palto produce alrededor de un millón de flores, pero sólo necesita que se polinicen 5000 flores para obtener una producción comercial de 50 kg/árbol. Esto corresponde sólo al 0,02% del número total de flores (BECKEY, 1986).

Según PAPADEMETRIOU (1976), el período y duración de la floración varía entre los cultivares. Algunos están en floración por siete u ocho 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 protoginea de sincronización diurna. Esto significa que las partes femeninas y masculinas maduran a distinto tiempo, y en este caso particular, la parte femenina madura primero que la masculina. Una sincronización diurna quiere decir que cada árbol es funcionalmente masculino una parte del día y funcionalmente femenino durante la otra parte (BERGH, 1969). Durante el primer período de apertura de la flor, los estambres permanecen aplastados contra las partes del perianto y el pistilo en posición erguida y separado. En este estado, el estigma es blanco y brillante y se encuentra en condiciones de recibir el polen, en cambio los estambres permanecen cerrados (PAPADEMETRIOU, 1975). En el segundo período de apertura, los estambres son largos, verticales y prominentes. Los tres internos en posición erguida, alrededor del pistilo y los otros seis en ángulo de 40 a 50 grados. En este período los estambres liberan el polen, pero el estigma usualmente no está receptivo (PAPADEMETRIOU, 1975), presentándose de color café y deshidratado durante esta apertura (DAVENPORT, 1989).

Según STOUT (1932), los paltos se dividen 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 florecen

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 h (BERGH, 1969).

Para las variedades B, durante la primera apertura o estado femenino, las flores de un grupo abren en la tarde, y para la segunda apertura o estado masculino, abren a la mañana siguiente, 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 h (BERGH, 1969).

Las observaciones relacionadas al comportamiento floral del palto concuerdan en que la dicogamia es dependiente del calor. La sensibilidad a la temperatura cambia con la variedad, pero cuando las temperaturas mínimas del día y la noche son bajas, aproximadamente 25 y 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 (SCHOLEFIELD *et al.*, 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 SCHOLEFIELD *et al.* (1985). Estos últimos autores señalan que la explicación a dicho fenómeno estaría en la 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, es probablemente válida sólo a ciertas temperaturas, las que en algunas localidades son más bien la excepción a la regla (LESLEY y BRINGHURST, 1951).

WHILEY *et al.* (1988), mencionan 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 de 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.

Estudios realizados en el cultivar Hass por SEDGLEY y ANNELLS (1981), demuestran que con temperaturas máximas entre 33 y 28°C y temperaturas mínimas entre 25 y 20°C, 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 y 12°C, respectivamente, las flores abrieron en la tarde en estado femenino, cerrándose a las 21:00 horas. 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 horas de la mañana siguiente. Con temperaturas máximas entre 28 y 33°C y mínimas entre 20 y 25°C, el largo del ciclo floral fue de 36 h y con temperaturas máximas y mínimas de 17 y 12°C, el ciclo fue de 72 h, concordando estos resultados con lo observado por BRINGHURST (1951), LESLEY y BRINGHURST (1951), HERNANDEZ (1991) y BECKEY (1986).

Para la variedad Fuerte en las mismas condiciones de temperatura que el caso anterior, SEDGLEY (1977a), 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 y 12°C, muy pocas flores tienen un estado femenino, abriendo la mayoría una sola vez como masculinas. La duración del período de floración decreció con el aumento de temperaturas, como también el número total de flores abiertas, coincidente con lo descrito por LESLEY y BRINGHURST (1951), SEDGLEY (1977b) y PALMA (1991).

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 (BRINGHURST, 1951; SEDGLEY y ANNELLS, 1981; SEDGLEY y GRANT, 1983; HERNANDEZ, 1991; ISH-AM y EISIKOWITCH, 1991 y PALMA, 1991).

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

2.4.2 Desarrollo de frutos y caída de frutos. Según CHANDLER (1962) y WOLSTENHOLME *et al.* (1985), el fruto de palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea. 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), indica que el crecimiento de frutos del cultivar 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, los que nunca llegan a ser tan grandes como los normales y son cilíndricos pareciendo pepinillos; sin embargo, al madurar tienen tan buen sabor como los frutos normales. Al observar la cavidad de la semilla, algunas de éstas tienen rudimentos seminales, que sugieren que el desarrollo inicial del embrión y al aborto ocurren en un estado tardío (CHANDLER, 1962 y PAPADEMETRIOU, 1976).

En relación a la caída de frutos se puede señalar que el desarrollo de éstos es fuertemente competitivo con el crecimiento de la raíz y los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles. Por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento, los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes hacen que disminuyan las reservas de los árboles. La estimulación de un crecimiento vegetativo vigoroso durante este período crítico, trae como resultado una caída excesiva de frutos (WHILEY, 1990c).

Frutos con embriones y endospermas anatómicamente normales presentan detención del desarrollo, degeneración del tejido celular, seguido por la abscisión de éstos. Lo anterior sugiere que la distribución ineficiente de agua y nutrientes hacia los frutos es, particularmente, la responsable de la detención

del crecimiento (SEDGLEY, 1980).

La competencia y la alta cantidad de frutos pobremente polinizadas producen una alta caída de éstos. El éxito del desarrollo de estos frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración depende de los fotosintatos almacenados, de la fotosíntesis del momento (hojas maduras de brotes de verano) y el tiempo de transición del crecimiento de primavera (WHILEY, 1990c).

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 crecimiento vegetativo a mediados de verano. Condiciones de estrés en este tiempo pueden llegar a hacer perder sobre 400 frutos por árbol, lo que puede significar el 10 a 40% de la masa final.

Con respecto a la segunda caída de frutos, HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993), señalan que a diferencia de WHILEY *et al.* (1988), sólo registraron para el cultivar Hass un aumento importante de caída de frutos entre mediados de noviembre y la primera semana de enero en el caso de HERNANDEZ (1991), y entre mediados de noviembre y la tercera semana de diciembre para el caso de TAPIA (1993). Ambos autores registraron posteriormente una caída de baja intensidad. Además, concluyen que la floración y la cuaja coinciden con el crecimiento vegetativo de primavera y por lo tanto compiten con una fuente limitada de recursos.

2.5 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 (WOLSTENHOLME y WHILEY,

1990).

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

Los paltos del cultivar Fuerte, bajo las condiciones de Palmwoods, Queensland, Australia (latitud 27° sur), presentan dos períodos de crecimiento vegetativo principales en una temporada de crecimiento completo. El primero se extiende entre finales de julio y los últimos días de noviembre, observando un máximo a inicios del mes de septiembre. El segundo ocurre desde diciembre hasta abril, con un máximo a finales de febrero. Durante los meses de mayo y junio no se observa actividad vegetativa. El crecimiento radicular también presenta dos períodos. El primero se inicia a mediados de septiembre, al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo del primer período desciende. El máximo 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 período de crecimiento vegetativo. El segundo período de crecimiento radicular se extiende desde febrero hasta abril, con un máximo a fines de marzo. El crecimiento reproductivo empieza después de un corto período de semidormancia, con el desarrollo de la yema floral, seguido por la floración y cuaja. Estos dos últimos procesos 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).

En el caso del cultivar Hass en Quillota, Chile, HERNANDEZ (1991), describe que el desarrollo vegetativo presenta dos períodos de crecimiento, uno

de mayor intensidad en primavera (8 de octubre al 25 de diciembre) y otro de menor intensidad en verano-otoño (29 de enero al 5 de junio). El desarrollo radicular ocurrió entre el 31 de octubre y el 16 de junio, mostrando aparentemente un solo período de crecimiento. La floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, paralelamente al período de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular. El máximo 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 *et al.*, (1991), quienes indican que en el sur de Florida en los cultivares Simmonds y Lula, si bien las proporciones de crecimiento individuales de brotes y raíces variaron considerablemente entre los árboles, los períodos de crecimiento de raíces y brotes son evidentemente visibles, ya que se sobreponen todo el tiempo proporciones significativas de crecimiento de brotes y raíces. Los períodos de crecimiento vegetativo y radicular están sincronizados y alternados en ciclos de 30 a 60 días. El crecimiento de brotes virtualmente cesó a fines de otoño y durante el invierno, aunque continúa el crecimiento radicular pese a que disminuye a un tercio de la velocidad máxima durante estas estaciones (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

WOLSTENHOLME y WHILEY (1989), mencionan que la floración comienza junto con el crecimiento vegetativo de primavera, período de traslape y competencia intensa por los nutrientes, incluyendo carbohidratos, elementos minerales y agua. Esto puede por lo tanto, ser necesario para el control del vigor del período de crecimiento de primavera, especialmente en los cultivares vigorosos como Fuerte.

El próximo evento principal de crecimiento reproductivo es la segunda caída de frutos a inicios del verano. De igual forma, está asociado con un

importante crecimiento vegetativo, lo que provoca una competencia por las reservas del árbol. Esto remarca la identidad de los períodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afectan directamente la productividad. El manejo del crecimiento vegetativo 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).

2.6 Requerimientos hídricos.

Los frutos del palto están constituidos por un 90% de agua, 9% de carbohidratos, 0,9% de proteínas y 0,1% de grasas, ácidos nucleicos y otros componentes (LOVATT, 1990), presentando un sistema vascular muy limitado, de modo que el déficit hídrico es más frecuente que en otros frutales (WHILEY, 1990a). Este déficit hídrico causa el cierre estomático inhibiendo la fotosíntesis. En condiciones normales, el agua en las células individuales ejerce presión y sirve como una fuerza conductora para la expansión celular, conduciendo a la elongación de brotes y expansión de las 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 período invernal de semiactividad, cuando las funciones de crecimiento son mínimas. Sin embargo, en los cultivares de maduración más tardía, como Hass, en esta época aún hay crecimiento, por lo que un suministro adecuado de agua es importante (WHILEY, 1990a y WHILEY et al., 1988).

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

El manejo del huerto durante la floración es crítico para la cuaja, debido al estrés que sufren las panículas, lo que puede convertirse en un daño permanente. Similarmente, los frutos jóvenes con un pedúnculo débil pueden abortar prematuramente (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

Durante la última parte de la primavera, cuando el fruto ya ha satisfecho su demanda de recursos del árbol, el manejo del agua no es tan crítico y los árboles no se verán afectados, ya que sólo influye en la calidad final de la fruta (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

La caída de fruta del segundo ciclo de crecimiento es el período más crítico para el manejo del agua. Hay un período de ajuste de la cosecha y un huerto que en esta etapa promete una cosecha, abundante puede cambiar rápidamente a una menor cosecha si el huerto está bajo estrés hídrico (WHILEY *et al.*, 1988). En este período 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 déficit hídrico podría haber una mayor abscisión de frutos (WHILEY, 1990a).

Durante el período final de rápido crecimiento de la fruta y durante la madurez, el manejo efectivo del riego reduce la caída (a fines del verano, el “anillo del cuello”, desorden del pedúnculo de la fruta asociado a déficit hídrico, puede causar significativas pérdidas de frutas) 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).

2.6.1 Efectos del riego. El palto es marcadamente sensible a los efectos de la humedad del suelo, debido a que su sistema radicular es superficial, pobre en número de raicillas y además susceptibles a enfermedades (AVILAN *et al.*,

1984). Existen evidencias que asocian el déficit hídrico con un crecimiento en los niveles de ácido abscísico (ABA), lo que causa el desprendimiento de frutos o promueve los procesos de senescencia en hojas (LOVATT, 1990).

TELLO (1991), señala que los mejores resultados se lograrían con riegos dentro de ciertos límites (70 a 90% Etc) bajo las condiciones de Quillota. Por otra parte, efectuar riegos con niveles de 120%, afectarían la calidad de los frutos destinados al mercado interno, pues obtendrían contenidos de aceite por debajo del rango óptimo de cosecha, 13 a 16%, planteado por MARTINEZ (1981).

El uso de una cubierta de hojas o acolchado durante períodos de alta demanda atmosférica tiene efectos positivos, disminuyendo las fluctuaciones térmicas diarias del suelo, manteniendo mejor la humedad y promoviendo el desarrollo vigoroso de raíces y raicillas (GREGORIOU y KUMAR, 1984). Además, mejora las características físicas del suelo aumentando el número de macroporos, lo que permite una mejor utilización de las primeras 12 pulgadas superficiales de suelo, zona más fértil y mejor aireada, donde las raíces de cítricos y paltos son más activas (TURNERY y MENGE, 1993). Ello sugiere que el sistema de riego usado debiera cubrir entre un 50 a un 70% de la superficie proyectada de la canopia (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991; KURTZ *et al.*, 1991 y BOZZOLO, 1993).

El déficit de agua, nutrientes o pudrición de raíces adelantan la floración en aproximadamente seis a ocho semanas. Esto puede reducir las oportunidades de formación de frutos, debido a temperaturas desfavorables para el mecanismo de dicogamia. Además, se produce una disminución en las tasas de crecimiento, originando una acumulación de amonio en las hojas y pudiendo llegar a niveles tóxicos, con síntomas como ápices quemados y defoliación (BENDER y SAKOVICH, 1988).

BOZZOLO (1993), determinó que al relacionar las láminas de riego aplicadas cada año con sus respectivas producciones, no había una relación lineal en ninguno de los huertos analizados. WHILEY *et al.* (1991), coinciden con SCHOLEFIELD *et al.* (1985), en que tanto las producciones bianuales como las lluvias invernales enmascaran los efectos del riego y otros factores de producción. Al respecto, LOVATT (1990), plantea que en años en que la caída de frutos es abundante, se produce un crecimiento exuberante de los brotes, aumentando el tamaño, la eficiencia de la fotosíntesis y la superficie evaporante de la planta, generando una mayor demanda inmediata por agua.

2.6.2 Etapas críticas del riego. La floración en paltos es considerada el mayor evento fenológico y tiene la capacidad de aumentar sustancialmente la demanda de agua, principalmente durante el período de cuaja (WHILEY *et al.*, 1988). El riego es fundamental a partir de primavera, ya que en esta época se presentan la floración, la cuaja y el desprendimiento de frutos. La presencia de estas estructuras y eventos provocan que la transpiración exceda a la absorción de agua y su translocación en la planta durante el día. El desbalance parcial de agua puede afectar negativamente la productividad y calidad final de los frutos (LAHAV y KALMAR, 1983).

Por otro lado, la disminución de las láminas aplicadas hacia el otoño producen una disminución en el tamaño final de los frutos, pero no del número de éstos. Así, se podría pensar que el período crítico termina al cesar la caída de frutos (LAHAV y KALMAR, 1983).

Bajo este punto de vista LOVATT (1990), indica que en California la etapa crítica se situaría entre los meses de marzo y fines de julio, durante el último período de floración y el inicio del período de crecimiento acelerado de los frutos. Sin embargo, WHILEY *et al.* (1988), en Australia, describen dos períodos muy marcados en que las tasas de desprendimiento de fruta son más

altas. En Chile, esta situación ha sido descrita parcialmente por TELLO (1991) y HERNANDEZ (1991), quienes describen un solo período con altas tasas de desprendimiento entre mediados de octubre y fines de diciembre, para luego continuar con la etapa de crecimiento acelerado de los frutos desde enero hasta fines de marzo.

2.6.3 Frecuencia y volúmenes de riego. DURAND y DU PLESSIS (1990), indican que los paltos requieren riegos cortos pero frecuentes, con los que se aumentan los niveles de aireación del suelo, se reducen las pérdidas de agua por percolación y se mantiene un nivel óptimo en los períodos de máxima demanda. LAHAV y KALMAR (1983) y KURTZ *et al.* (1991), en Israel y GUSTAFSON *et al.* (1979), en California, encontraron que las altas producciones están asociadas a riegos abundantes (538 a 828 mm por temporada, respectivamente) dependiendo del tipo de suelo y de los niveles de pluviometría y evaporación de bandeja para cada zona en particular.

Se acepta mayoritariamente que la frecuencia de los riegos se determina por el nivel de agotamiento del agua en la zona de mayor actividad radicular. Estos niveles pueden variar dependiendo de la capacidad de retención de humedad del suelo, el sistema de riego utilizado (por surcos, goteo o microaspersión), presencia de coberturas y distribución en profundidad de las raíces. Se ha establecido que, independiente del sistema de riego usado, el límite de agotamiento hídrico durante el período crítico será de 30 a 60% del agua aprovechable. Estos límites corresponden a potenciales mátricos de entre -25 a -50 kPa en suelos de texturas finas y -30 a -40 kPa en los de texturas gruesas. Regando con estos niveles se obtienen producciones y calidad de frutas aceptables y hay una reducción importante en la severidad de los ataques de *Phytophthora* (LYMAN, 1982; LAHAV y KALMAR, 1983; BORST, 1984; WHILEY *et al.*, 1988 y DU PLESSIS, 1991).

Durante el período crítico, en aquellos sectores de texturas medias y con buen drenaje superficial e interno, se sugiere mantener potenciales mátricos de entre -15 kPa y -20 kPa, evitando que disminuyan de los -40 kPa (MARSH et al., 1978 y DURAND y DU PLESSIS, 1990).

2.7 Requerimientos nutricionales.

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 et al. (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.

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 conocer las tres etapas de crecimiento - vegetativo, reproductivo y radicular - es necesario implementar un programa de fertilización que alcance ganancias en productividad (SOUTH AFRICAN AVOCADO GROWERS ASSOCIATION (SAAGA), 1990).

El análisis foliar 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, recolectadas de todos los lados de la planta (EMBLETON y JONES, 1966).

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 y 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 crecimiento de verano es vital para la productividad futura y actual del árbol (WHILEY *et al.*, 1988).

Experiencias realizadas en California, Sudáfrica y Australia, indican que la concentración de nitrógeno en las hojas del cultivar 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. El cultivar Hass necesita 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 los cultivares Hass y Wurtz no han reducido las producciones (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

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

WHILEY (1990b), indica que existe una rápida e intensa movilización de boro 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. De manera similar al boro, las concentraciones foliares de zinc también descienden durante el desarrollo de las panículas. En tejidos florales, los niveles pueden ser entre 80 y 100% superiores durante la antésis en comparación a las hojas adyacentes. Las correcciones de las deficiencias de zinc se han logrado mediante aspersiones foliares cuando las hojas están en expansión.

2.8 Manipulación del crecimiento vegetativo.

El palto, al ser originario de la selva tropical de Centroamérica, ve favorecido su crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo, debido a la alta competencia a la que están sometidos. Esto produce un crecimiento excesivo de los árboles, por lo que muchas hojas dejan de recibir luz y por ello elaboran pocos fotosintatos, necesitando el árbol un mayor número de hojas para nutrir adecuadamente cada fruta (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

KOHNE y KREMER-KOHNE (1989), plantean que el gran problema de la industria de las paltas es este rápido crecimiento, con lo cuál los árboles cubren en corto tiempo la superficie asignada y se hace muy difícil la labor de cosecha, control de plagas, enfermedades y manejo en general, lo que eleva los costos de producción.

Para enfrentar este problema se pueden rebajar los árboles. Los muñones rápidamente brotan y la producción nuevamente comienza al tercer año (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991). El problema es que se pierde la posibilidad de incrementar el calibre de la fruta, debido a un excesivo

crecimiento vegetativo durante los primeros años. Lo anterior amplía la relación hoja/fruta y hace perder espacio, ya que al tercer año, por su alto vigor, ya ha ocupado el 50 a 60% de la superficie (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991). Si artificialmente se controla al crecimiento vegetativo, habrá un impacto en la productividad del árbol (WHILEY *et al.*, 1988).

Una forma de reducir el tamaño de los árboles es despuntando el crecimiento de primavera (WOLSTENHOLME *et al.*, 1988) o por medio de la realización de un anillado, reduciendo temporalmente la fuerza del crecimiento vegetativo. De esta forma se puede incrementar la producción de fruta (WOLSTENHOLME *et al.*, 1990).

LEVER (1986), indica que una manera indirecta de manipular el vigor del árbol para obtener la desviación de los fotosintatos hacia el crecimiento reproductivo, es el uso de algunos retardadores de crecimiento, los cuales permiten a la vez mejorar la cantidad y calidad de la fruta y disminuir el crecimiento de los árboles, haciéndolos más fácilmente manejables. Uno de estos reguladores del crecimiento es el paclobutrazol, efectivo en una amplia gama de especies (SHEARING y JONES, 1986 y HUNTER y PROCTOR, 1990).

2.8.1 Tratamiento con paclobutrazol. La composición química del paclobutrazol es {(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4, 4-dimetil-2-1, 2,4-triazol-1-il-pentano-3-ol} (BARRET y BARTUSKA, 1982).

QUINLAN (1982), se refiere al paclobutrazol o PP-333, conocido comercialmente como Cultar, como un regulador de crecimiento vegetal del grupo de los llamados fungicidas triazoles, siendo análogo del fungicida triadimefon (Bayleton).

El paclobutrazol se ha difundido ampliamente como regulador de crecimiento en árboles frutales. Realiza un efectivo control del crecimiento vegetativo (QUINLAN, 1980 y 1981; WILLIAMS, 1982 y 1984; WEBSTER y QUINLAN, 1986 y EREZ, 1986), reduce la poda, obtiene una mayor inducción y una mejor calidad de fruta (EREZ, 1984).

El paclobutrazol tiene una baja toxicidad para mamíferos, aves, peces, abejas y otros invertebrados (LEVER, 1986). La dosis letal es de 1200 a 1300 mg/kg, siendo excretado rápidamente por los mamíferos, sin tener efecto acumulativo (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PCL (ICIP), 1984).

Los residuales del paclobutrazol no se limitan al momento de la aplicación al suelo, ya que pueden observarse efectos hasta un año después (CIFUENTES, 1988).

Para TUKEY (1987), resulta inquietante la larga vida media del paclobutrazol -que varía entre 3 y 12 meses, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas, de acuerdo a lo indicado por LEVER (1987); así como también la dificultad para corregir una inhibición excesiva del crecimiento.

En relación a las aplicaciones foliares, los residuos encontrados en la fruta son muy bajos y dependiendo del momento de la aspersion, es probable que la fruta no presente residuos (ICIP, 1984 y TUKEY, 1987).

2.8.1.1 Modo de acción. El paclobutrazol causa una supresión de la biosíntesis de giberelinas (RAESE y BURTS, 1983 y QUINLAN y RICHADSON, 1986). Autores como WANG *et al.*, (1985) y LEVER (1986), coinciden en que el compuesto se dirige a los meristemas subapicales, donde actúa inhibiendo la oxidación de la kaurena en ácido kaurenico, reacción que ocurre en los microsomas y es catalizada por el citocromo P450. La reducción de los niveles

de giberelina disminuye el grado de división y expansión celular (LEVER, 1986). De esta forma se produce una consecuencia morfológica directa, como es la reducción del crecimiento vegetativo, determinando el envío de un mayor número de asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, cuaja y crecimiento de fruto (LEVER, 1986).

Para mantener la supresión de la síntesis de giberelina, se requiere mantener una concentración umbral de paclobutrazol en el ápice de las ramillas a partir de los reservorios del sistema vascular de las plantas, por debajo de los puntos de crecimiento (ICIP, 1984 y LEVER, 1986).

El producto puede ser absorbido por el tejido subapical joven y por las hojas cuando es aplicado vía aspersiones o puede ser absorbido por las raíces cuando se aplica al suelo (BARRET y BARTUSKA, 1982 y LEVER, 1986).

La translocación es de tipo pasiva a través del flujo transpiratorio, el cual ocurre por el xilema, siendo translocado al sitio de acción, que es el meristema subapical del brote donde se produce el beneficioso efecto bioquímico (BARRET y BARTUSKA, 1982; QUINLAN y RICHARDSON, 1986 y LEVER, 1986). Es por lo tanto necesario que exista una cubierta foliar y el flujo activo de transpiración para llevar el paclobutrazol a los puntos de crecimiento del árbol (LEVER, 1986). En estudios realizados en crisantemos, se señala que el transporte de paclobutrazol no se realiza por el floema (BARRET y BARTUSKA, 1982; COUTURE, 1982), sino que el movimiento dentro de la planta es acropétalo a través del xilema, hasta hojas y yemas (LEVER, 1986). BARRET y BARTUSKA (1982), reportan que es rápidamente translocado hacia los centros de crecimiento. Sin embargo, se observan diferencias influenciadas por la naturaleza de la cosecha y condiciones ambientales, como la temperatura (SYMONS, 1988).

El paclobutrazol se fija reversiblemente a los tejidos vasculares dentro de la planta, lo que constituye un reservorio de producto que se va liberando poco a poco y determina un efecto prolongado sobre la planta (WILLIAMS, 1984). Si no es metabolizado completamente se produce en forma paulatina una acumulación en la madera a través de los años (GREENE, 1986).

En la aspersión foliar de paclobutrazol es importante hacer las aplicaciones hacia los ápices de los brotes y las hojas jóvenes; debido al crecimiento y elongación de estas partes, se produce una dilución del producto detrás de la región meristemática subapical (QUINLAN y RICHARDSON, 1986).

2.8.1.2 Efectos fisiológicos. MORANDE (1987), señala que la respuesta del paclobutrazol depende de varios factores, entre los cuales se puede destacar la especie, variedad, edad del árbol, época y método de aplicación, dosis, clima, tipo de suelo y otros factores aún en estudio.

El efecto morfológico más marcado del uso del paclobutrazol, según las dosis aplicadas, es la reducción del largo de los internudos en brotes terminales y laterales. Una mayor proporción de botones laterales tienden a ser florales más que vegetativos, con la consecuente reducción del número de brotes (LEVER, 1986) y un incremento en el número de frutos (KOHNE y KREMER-KOHNE, 1989).

KOHNE (1988), reporta reducciones de hasta de un 50% de largo de brote en árboles de palto no tratados con paclobutrazol. En ensayos realizados en cultivar Hass, los brotes frutales asperjados con paclobutrazol fueron un 42% más cortos que los no asperjados (WOLSTEHOLME *et al.*, 1988). En otros ensayos se ha obtenido un promedio de 47,5% de brotes fructíferos en árboles no asperjados (WOLSTEHOLME *et al.*, 1990).

También se ha determinado que tanto las aplicaciones de paclobutrazol como la fructificación (cantidad de frutos por árbol), reducen el largo del brote del crecimiento de primavera, tanto en el cultivar Hass como Fuerte (WOLSTENHOLME et al., 1990).

El número de hojas por brote no se ve afectado en árboles asperjados con paclobutrazol. Sin embargo, tanto la masa de hojas como el área de las mismas se reducen significativamente (WOLSTENHOLME et al., 1988 y WOLSTENHOLME et al., 1990), observándose una coloración más oscura del follaje y hojas arrugadas (KOHNE, 1992 y SILVA, 1992).

Por otro lado, se ha registrado que la forma del fruto se aprecia notablemente más redondeada en ensayos con paclobutrazol (KOHNE, 1992 y SILVA, 1992), sin verse afectado el tamaño de la semilla (WOLSTENHOLME et al., 1988).

Los paltos responden rápidamente a aplicaciones de paclobutrazol aéreas, produciendo una reducción del crecimiento de primavera aplicando 5 g i.a/m² de sombra, a sólo cuatro semanas después de iniciado el período (WOLSTENHOLME et al., 1988). Aplicaciones foliares en plena floración han demostrado suprimir el crecimiento vegetativo y mejorar la retención de fruta (WOLSTENHOLME et al., 1988). Aspersiones foliares de paclobutrazol en dosis de 2,5, 1,25 y 0,625 g i.a/L en paltos, reducen el período de brotación de primavera y redistribuyen los componentes de materia seca a la floración, mejorando el tamaño de la fruta con las dosis más altas y la producción acumulada durante dos años con las dos menores (WHILEY y SARANAH, 1992).

SILVA (1992), señala en su ensayo de paltos rebajados, en los cuales se aplicó paclobutrazol en verano, que no hay diferencias significativas en casi

todos los parámetros medidos, excepto con la dosis más alta de paclobutrazol al suelo (8 g i.a/m² de sombra). Aquí se logra disminuir la longitud del crecimiento estival y en las distintas dosis al suelo aumentan significativamente el grado de floración y el número de frutos totales. Sin embargo, las aplicaciones al suelo son erráticas y dependen del tipo de suelo y cantidad de materia orgánica que contenga. En suelos con alta capacidad de intercambio catiónico, el paclobutrazol es absorbido en la arcilla y partículas orgánicas (WILLIAMS *et al.*, 1986).

En árboles de 8 años de edad del cultivar Negra de La Cruz se aplicó paclobutrazol al suelo, al tronco y alejado en surcos en dosis de 40 mg de i.a/cm de sección transversal de tronco, con lo que se logran internudos más cortos, pero no hay diferencia significativa en floración y producción, con respecto al testigo (RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

Árboles del cultivar Hass sobre patrón Duke 7, plantados en alta densidad (800 plantas/ha), asperjados con paclobutrazol, evidenciaron claramente la reducción del crecimiento, aumentando la precocidad y producción por árbol. Así la producción acumulada para los tres primeros años de producción fue de 34,4 t/ha en alta densidad y 17,6 t/ha en densidad simple (400 árboles/ha y sin tratamiento con paclobutrazol) (KOHNE y KREMER-KOHNE, 1987; 1990 y 1992).

2.8.2 Anillado. El anillado es una técnica que consiste en la remoción de un anillo estrecho de corteza realizada alrededor del tronco o ramas, lo cual provoca la obstrucción transitoria del floema, impidiendo el paso de nutrientes elaborados, reguladores de crecimiento y fotosintatos, los que se acumulan sobre la herida (BLUMENFELD *et al.*, 1975).

2.8.2.1 Efectos fisiológicos. El anillado produce una elevación muy deseable

del nivel de almidón y una reducción de azúcares, así como también una disminución del nivel de N en la copa de los árboles, mientras un cambio opuesto ocurre en las raíces (BLUMENFELD et al., 1975).

Al acumularse la savia en la parte superior del anillo, se incrementa la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979), del mismo modo aumenta el tamaño de los frutos ya cuajados (TICHO, 1970-1971).

Dependiendo del tiempo que se demora la planta en recuperar el tejido eliminado, se producirá sobre la herida una mayor o menor acumulación de elementos nutritivos elaborados por las hojas, agua, reguladores de crecimiento y de otros compuestos que circulan por el floema (TOUMEY, 1980).

Los frutos de ramas anilladas tienen individualmente menor peso, lo que causa una demora en la maduración y cosecha LAHAV et al. (1971a), teniendo menos aceite que los frutos provenientes de ramas no anilladas (TICHO, 1970-1971).

Haciendo exámenes anatómicos, se ve que el anillado no causa mejoramiento visible en el desarrollo de los órganos femeninos de la flor (BLUMENFELD et al., 1975). También se ve que no es afectado el momento o la secuencia de apertura de las flores femeninas y masculinas (TOMER, 1977), pero si se observa que el anillado favorece el crecimiento del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (TOMER, 1977).

Ciertos autores han observado que anillando en otoño se produce una caída de hojas, lo que provoca un adelanto en la floración. Posteriormente hay una reducción en el crecimiento vegetativo, presentando hojas decoloradas en el verano, disminuyendo progresivamente la diferencia (LAHAV et al., 1971a y

TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976).

Muchos autores señalan que el anillado aumenta la producción de frutos sin semilla en el cultivar Fuerte (TICHO, 1970-1971; TOMER, 1977; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979; RAZETO y LONGUEIRA, 1986 y LAHAV *et al.*, 1989); sin embargo, TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) no notan diferencias.

El anillado detiene el movimiento de fotosintatos hacia las raíces (TOUMEY, 1980), produciendo un fuerte estrés en éstas e inhibiendo casi completamente su crecimiento por un largo período, incluso después de sanado el anillado. Más tarde el crecimiento recomienza (TOMER, 1977).

2.8.2.2 Época. Al anillar árboles de los cultivares Fuerte, Nabal, Hass, Ettinger y Benik en un rango de abril a noviembre (hemisferio Sur), se obtiene una reducida respuesta. Así, en los cultivares Fuerte y Ettinger se aumenta la producción durante el primer año, pero baja durante el segundo y tercero. En cambio, en los cultivares Hass, Nabal y Benik el efecto continúa el segundo y tercer año, aunque no en forma significativa (LAHAV *et al.*, 1971a).

En ensayos realizados por TICHO (1970-1971), desde mediados de abril a principios de mayo (hemisferio Sur), anillando árboles del cultivar Fuerte con un anillo de 1,7 a 2,5 cm de ancho se aumenta el tamaño de los frutos ya cuajados. Esto concuerda con BURMESTER (1982), quien efectuando anillados en junio, previo a la floración del cultivar Fuerte, determinó que no hubo efecto sobre el calibre de los frutos presentes en el árbol al momento de anillar y que hubo un aumento en la producción de frutos el año siguiente, pero éstos fueron de menor tamaño (tanto en peso como en diámetro).

Anillando el cultivar Fuerte en prefloración (junio), plena floración (octubre) y post floración (noviembre) (hemisferio Sur), durante cuatro años de

producción, GREGORIOU (1989) no obtuvo diferencias significativas y no vio afectado el número de frutos sin semilla.

LAHAV (1970), manifiesta que árboles estériles del cultivar Fuerte no han sido estimulados a entrar en producción por acción del anillado.

DÍAZ (1979), en Quillota, anilló la variedad Nabal en los meses de junio y julio, incrementando no sólo el tamaño de la fruta ya presente, sino también el número de frutos cuajados para la próxima temporada. Para el cultivar Nabal, un anillo de 2,5 cm de ancho resulta más eficiente que uno de 2,0 cm.

Árboles del cultivar Hass anillados después de la cuaja de frutos, incrementan el tamaño de los frutos del mismo año e inducen una alta cuaja de fruta para el año siguiente (LAHAV et al., 1975).

En experiencias realizadas por KOHNE (1992), en un huerto de cultivar Hass sobre Duke 7, de 4 años de edad y alta densidad de plantación, árboles anillados en septiembre con un anillo de 5 mm de ancho, obtienen un 60% de aumento en la producción de cada árbol. Sin embargo, disminuye en un 6% la cantidad de fruta exportable, debido a una disminución en el tamaño de la fruta. Esta disminución se compensó con la alta producción obtenida de los árboles anillados.

Las investigaciones realizadas para evaluar el efecto del raleo de frutos y el anillado sobre la disminución de la competencia por agua y nutrientes entre las estructuras vegetativas y los frutos, no han tenido resultados significativos en los niveles de producción (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.8.2.3 Procedimiento. En el anillado se recomienda proceder con cuidado y elegir sólo árboles fuertes y sanos que no presenten follaje de color verde

pálido. No se deben elegir árboles afectados por enfermedades, ya que se produce debilitamiento, decaimiento e incluso la muerte de la rama anillada (LAHAV, 1970 y ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979). TROCHOULIAS (1973), señala que los mejores resultados se han obtenido en árboles maduros y sanos, con una productividad media a baja.

Es conveniente anillar una rama por año en un lugar sin nudos, volviendo a anillarla en una temporada posterior en una nueva posición (TOUMEY, 1980). Por su parte, Lahav *et al.* (1971), citados por TROCHOULIAS y O'NEILL (1976), recomiendan anillar sólo un tercio o la mitad del árbol un año, señalando que el anillo en la misma rama por más de 3 años consecutivos es detrimental. A su vez TICHO (1970-1971), recomienda anillar dos tercios de la copa del árbol anualmente. En Chile, DÍAZ (1979) plantea que anillando árboles en dos tercios de sus ramas de armazón hay una respuesta favorable en el aumento de su producción. Sin embargo, BURMESTER (1982) sugiere dividir el árbol en tres partes, anillando un tercio de la copa cada año o un cuarto en forma alternada, no interesando el diámetro y posición de la rama. GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), recomiendan anillar anualmente un tercio de las ramas. Los mismos autores señalan que en paltos jóvenes con una superficie foliar adecuada, se puede anillar alrededor del 50% de la canopia superior del árbol, con el fin de lograr un árbol más compacto y una mejor cuaja de los frutos.

LAHAV *et al.* (1971), señalan que árboles fuertes y sanos, de baja productividad, deben ser anillados sólo en las ramas y nunca en el tronco, porque se corre el peligro de debilitar seriamente el árbol e incluso matarlo.

El anillado debe realizarse en ramas madres sobre corteza que esté cambiando de color (con estrías), dejando 2 a 3 ramas laterales bajo el corte, para que aporten productos elaborados a las raíces (GARDIAZABAL y

ROSENBERG, 1991).

Cuando se decide usar esta práctica de manejo se debe ser preciso en la fecha de realización, la que dependerá de la época de floración de cada variedad. En general, se puede decir que el anillado debe realizarse 4 a 5 meses antes de que la variedad entre en floración (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.8.2.4 Cicatrización. Al realizar un corte en el árbol, las células dañadas y expuestas al aire se tornan de un color pardo, mueren y forman una placa necrótica, la que luego puede desaparecer al ser absorbida por el tejido del callo. Las células superficiales no afectadas de la herida, inician un aumento de tamaño sobrepasando a sus similares (hipertrofia) y después de aproximadamente siete días se inicia la división activa de éstas (hiperplasia), formándose nuevas células parenquimáticas, que originan el tejido del callo. Luego, las que están en íntimo contacto con los bordes de la herida, se diferencian en nuevas células cambiales, formando una conexión continua y posteriormente un nuevo tejido vascular desde los bordes al centro, dando lugar a nuevos xilema y floema (HARTMANN y KESTER, 1986).

La mayor o menor facilidad de la herida para cicatrizar, varía de acuerdo a la especie frutal, vigor del árbol, época en que se produzca la herida, medio ambiente y, según los tratamientos que se realicen sobre la misma para facilitar este proceso, pudiendo o no regenerarse el tejido vascular y así restablecerse el movimiento de elementos a través de él (NOEL, 1970 y HARTMANN y KESTER, 1986).

Mientras más angosto el corte, mejor y más rápida es la cicatrización (LAHAV, 1970 y LAHAV *et al.*, 1975). Un ancho mayor puede demorar mucho tiempo en cicatrizar, lo que incluso puede conducir a la muerte de la rama

(Bergh (1980), citado por BURMESTER, 1982).

Según TICHÓ (1970-1971) y ALVAREZ DE LA PEÑA (1979), la cicatrización de la herida es más rápida en otoño que en invierno, debido a las temperaturas más altas. Por otra parte, LAHAV *et al.* (1971), señalan que en anillos realizados en noviembre en Israel (mayo en Chile), el 85% del área de la herida está sana a los tres meses de practicado el corte.

2.9 Producción, mercado y situación nacional.

Los principales países productores de paltas a nivel mundial son México (75,3%), Estados Unidos (11,5%), Chile (4,4%), Israel (4,0%), Sudáfrica (3,2%) y España (1,7%) (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

Los países con mayor participación dentro del mercado internacional 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 sólo con el 1,8% del total. En Europa, la totalidad de la producción proviene de España (1,8%). En África (9,7%), los mayores productores son Sudáfrica, Camerún y Zaire (ESPINOZA, 1991).

Según FUNDACIÓN CHILE (1991), las fechas en que se realizan las exportaciones de palta en el mercado internacional dependen del país productor. Así por ejemplo California exporta entre febrero y agosto; México, desde mediados de agosto hasta mediados de enero; Chile de septiembre a diciembre; Sudáfrica, desde mediados de marzo hasta agosto e Israel y España, de septiembre a enero.

En relación a la situación nacional, la superficie cultivada de paltos en Chile ha crecido en aproximadamente 1000 ha/año, llegando a 27.000 ha en la

temporada 2005/2006. La producción a su vez, alcanzó en esa temporada un total de 150.000 toneladas mantenido un crecimiento sostenido desde hace 5 años, especialmente el cultivar Hass. Por otro lado, Chile es el segundo consumidor de paltas en el mundo, con un consumo per cápita de 3,5 kg al año (FUNDACIÓN CHILE, 1993a).

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).

El importante aumento registrado en los últimos años en las exportaciones chilenas y de otros países respecto a la producción y consumo mundial, se debe en gran parte a la menor producción registrada en los 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 ejemplo de esto Japón (aunque con un lento crecimiento), Estados Unidos y Europa, especialmente Francia. Por otra parte, la situación de México y su entrada al mercado de Estados Unidos es determinante en el comportamiento del mercado internacional de esta fruta, por ser este país el principal productor y exportador mundial (FUNDACION CHILE, 1993a).

Para Chile esta situación es relevante, ya que las épocas de exportación en ambos países son coincidentes, siendo los volúmenes de exportación mexicanos muy superiores a los chilenos. Sin embargo, hasta ahora esta ventaja ha sido anulada por la alta demanda interna existente (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

Las exportaciones chilenas a Estados Unidos y Canadá son del orden de 1.230.715 cajas, a Latinoamérica 24.598 cajas y a Europa 15.396 cajas (FUNDACIÓN CHILE, 1993b).

El cultivar Hass representa el 80% del volumen de las exportaciones nacionales, seguido por el cultivar Fuerte con 16%. Estas exportaciones se realizan entre septiembre y diciembre. Uno de los problemas para la exportación de paltas continúa siendo el transporte, debido a que esta especie requiere temperaturas especiales de almacenaje y la exportación se realiza en una época de bajo flujo de barcos (ESPINOZA, 1991).

Es importante destacar que estudios del mercado consumidor de paltas en Estados Unidos, han determinado que las ventas aumentan 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 la Comisión de Paltos de California (FUNDACIÓN CHILE, 1991).

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Material.

A continuación se describen los materiales usados en el ensayo y la ubicación del mismo.

3.1.1 Ubicación y duración del ensayo. El ensayo se realizó en una plantación de paltos cultivar Hass establecida en el predio Palomar, sector Panquehue, perteneciente a la empresa Exportadora Aconcagua Ltda. Este predio se encuentra ubicado en la provincia de San Felipe, V Región, Chile. El ensayo tuvo una duración 14 meses (marzo del 2000 a mayo del 2001).

3.1.2 Caracterización climatológica de la zona del ensayo. El valle de Panquehue posee un clima semiárido templado con lluvias invernales, que se caracterizan por tener veranos secos y cálidos, afectados por vientos alisios o subtropicales variables. Los inviernos se presentan lluviosos, debido a la acción del frente polar (MARTÍNEZ, 1981).

Según información entregada por los registros de la Estación Meteorológica de la Escuela Agrícola de San Felipe (Figura 1), el régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 16,2°C, con una máxima media del mes más cálido (enero), de 31,9°C y una mínima del mes mas frío (julio) de 2,4°C. El período libre de heladas aprovechable es de nueve meses, desde septiembre a mayo. La suma anual de temperaturas base 10°C, es de 2100 grados-día.

En la zona de Panquehue se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que

posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas.

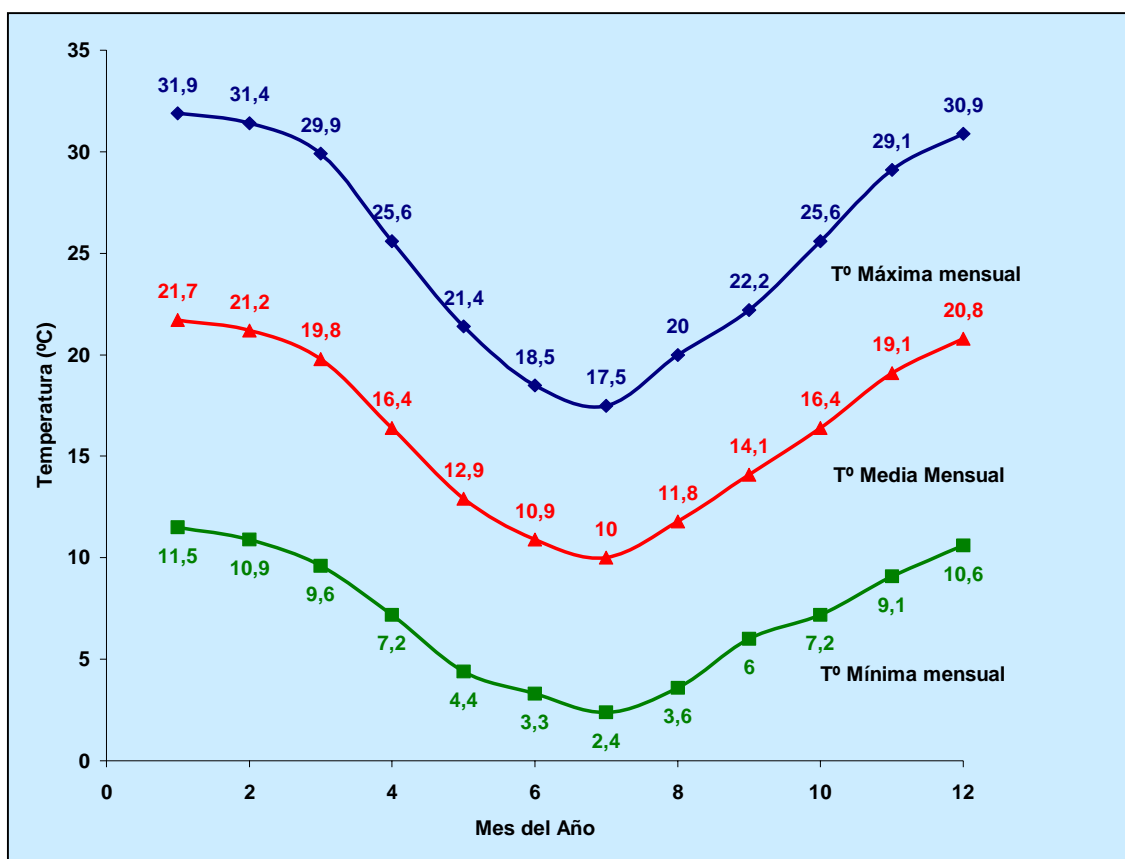


FIGURA 1. Variación mensual de temperaturas máximas y mínimas en los últimos 10 años (1991-2001).

FUENTE: Registros de la estación metereológica de la Escuela Agrícola de San Felipe.

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 204,9 mm, siendo los meses de junio y julio los más lluviosos con 125 mm. La evaporación media presenta un máximo mensual en enero con 6,8 mm/día y un mínimo en julio de 0,9 mm/día.

3.1.3 Material vegetal. El trabajo se realizó en árboles de palto cv. Hass de seis años de edad, injertados sobre patrón franco a una distancia de 5,5x5,5 m, cubriendo una superficie aproximada de 6 ha.

3.1.4 Características generales del huerto. El suelo del huerto presenta una textura superficial franco-arcillosa de color pardo, y una textura arcillosa color pardo-rojizo oscuro en profundidad.

Se utiliza el sistema de riego por goteo con dos goteros por árbol, entregando cada uno 4 L/h y ubicados a 60 cm del tronco. En cada punto de goteo existe una cama orgánica de turba al nivel donde se ubican las raicillas que absorben los nutrientes entregados constantemente a través del riego.

El huerto presenta cortinas corta-viento de malla rachel, orientadas en sentido Norte – Sur y dispuestas cada ocho hileras, con el objeto de proteger a los árboles de los vientos primaverales.

3.2 Método.

El método propuesto para realizar el ensayo es el que se describe a continuación.

3.2.1 Selección e identificación de los árboles. Durante el mes de marzo del 2000 se seleccionaron 28 árboles en el huerto, en los cuales se marcaron cuatro ramas por árbol, una en cada punto cardinal, donde se realizaron las mediciones de número de panículas y cuaja. Durante el mes de diciembre del 2000 se seleccionaron cuatro frutos por árbol, uno en cada punto cardinal, donde se realizaron las mediciones de crecimiento de frutos (diámetro polar y ecuatorial). La selección de los árboles se efectuó según evaluación visual de

éstos considerando aspectos tales como: sanidad, vigor, luminosidad y volumen.

La identificación de las ramas seleccionadas se realizó con tarjetas de cartulina, en las cuales se identificó el número de árbol, el número de hilera y la orientación. Los frutos se identificaron con lanas de colores.

3.2.2 Tratamientos. En el Cuadro 1 se puede observar la distribución de los 28 árboles seleccionados, donde cada uno constituye una repetición. Los tratamientos principales lo constituyen los tres sectores de ferti-riego. Como subtratamientos se tiene las distintas técnicas de manejo (física, química y testigo) y orientación (Norte, Sur, Este y Oeste) de las ramillas y frutos seleccionados.

CUADRO 1 Distribución de árboles por sectores y técnica de manejo .

Sector	Técnica de manejo		
	Paclobutrazol	Anillado	Testigo
Sector 1	*	*	*
	*	*	*
	*	*	*
	*	*	*
Sector 2			*
			*
			*
			*
Sector 3	*	*	*
	*	*	*
	*	*	*
	*	*	*

3.2.3 Descripción del ensayo. A continuación se indican los distintos factores que determinaron los tratamientos principales y subtratamientos y las mediciones realizadas durante el período de evaluación.

3.2.3.1 Fertirrigación. Durante el año se entregan distintas frecuencias de riego por sectores del huerto (Cuadro 2). Producto de que la fertilización se realiza por medio del riego, ésta depende del volumen de agua recibido por cada planta. Es decir, existe una matriz que entrega una concentración de nutrientes definida por cada 1000 L de agua y mes del año (Cuadro 3) y según la frecuencia diaria y duración del período de riego, se determina la cantidad de nutrientes aplicados por árbol. En el Cuadro 4 se presenta las cantidades de nutrientes aplicadas por sector al año.

CUADRO 2. Riego por sectores del huerto.

Sector	Horas de riego anual
Sector 1	4.380
Sector 2	2.190
Sector 3	2.920
Sector	Litros agua anual
Sector 1	35.040
Sector 2	17.520
Sector 3	23.360

Las frecuencias de riego por sectores durante el año son variables, lo que se observa en la siguiente gráfica.

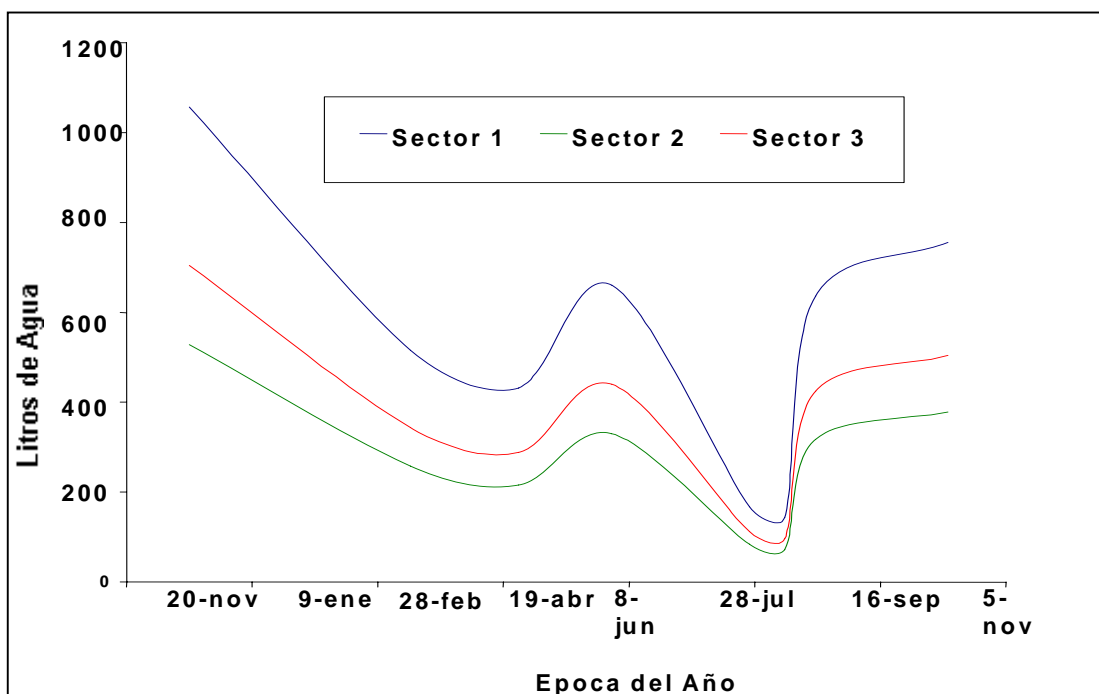


FIGURA 2. Distribución del riego a través del año en el huerto.

CUADRO 3. Matriz de concentración de nutrientes (kg de nutriente/1000 L de agua).

Nutrientes	Meses											
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
N	7,96	17,84	14,33	5,97	2,98	4,78	5,84	2,98	4,02	4,78	11,93	11,94
P ₂ O ₅	5,77	12,97	10,38	0,00	2,16	3,46	4,32	2,16	2,89	3,46	8,65	8,60
K ₂ O	14,60	32,85	26,28	10,95	5,48	8,76	10,50	5,48	7,52	8,76	21,86	21,90
S	1,08	2,40	1,93	0,81	0,40	0,64	0,81	0,40	0,54	0,64	1,09	1,61
MgO	1,96	4,39	3,53	1,47	0,73	1,17	1,47	0,73	0,97	1,18	2,28	2,94
H ₃ BO ₃	1,43	3,27	2,62	1,09	0,55	0,57	1,09	0,55	0,73	0,87	2,19	2,19
MnO	0,05	0,11	0,09	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,08	0,08
CuO	0,07	0,15	0,12	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,10	0,10
CaO	1,11	2,48	2,01	0,84	0,42	0,67	0,84	0,42	0,55	0,67	1,67	1,67
H ₂ SO ₄	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84
Zn	0,25	0,54	0,46	0,19	0,10	0,15	0,19	0,10	0,13	0,15	0,38	0,38
FeSO ₄	0,60	1,34	1,07	0,45	0,23	0,35	0,45	0,23	0,29	0,35	0,89	0,89

CUADRO 4. Concentración de nutrientes (kg/árbol) anual por sectores.

Nutrientes (*)	Sector		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
N	154	96	141
P ₂ O ₅	103	64	94
K ₂ O	282	177	258
S	20	13	19
MgO	37	23	34
H ₃ BO ₃	27	17	25
MnO	1	1	1
CuO	1	1	1
CaO	22	13	20
H ₂ SO ₄	172	106	150
Zn	5	3	4
FeSO ₄	12	7	11

(*)Esta concentración de nutrientes ha sido aplicada en los sectores desde el año 1999 a la fecha.

3.2.3.2 Técnicas de manejo. Dentro del huerto existen plantas que son sometidas a técnicas de manejo para retardar su crecimiento vegetativo. Éstas técnicas son químicas, mediante aplicaciones de paclobutrazol (Cultar), y físicas, como el anillado. También existen plantas que no presentan ninguna técnica de manejo. Estas prácticas se realizaron en el mes de marzo del 2000.

3.2.3.3 Orientación de ramillas seleccionadas. A cada árbol elegido se le seleccionaron ramillas según su orientación, para poder evaluar el efecto de ésta sobre parámetros de floración y producción en paltos.

3.2.4 Mediciones. Se realizaron las siguientes mediciones durante el período de evaluación.

3.2.4.1 Temperaturas. Se midieron las temperaturas mínima y máxima diarias en el huerto.

3.2.4.2 Altura y diámetro de los árboles. Éstos parámetros se midieron con un listón previamente marcado con un metro. Esta medición se realizó la primera semana de septiembre en la totalidad de los árboles seleccionados.

3.2.4.3 Número de panículas florales. Se realizó durante los meses de septiembre – octubre del 2000 (plena flor), donde se contó el número de panículas florales existentes en cada una de las ramas previamente seleccionadas e identificadas.

3.2.4.4 Estimación de frutos cuajados. Se contó el número total de frutos cuajados en las ramas previamente seleccionadas e identificadas. Este conteo se realizó en dos oportunidades, la primera en el mes de diciembre del 2000, donde además se seleccionaron cuatro frutos por árbol (uno en cada punto cardinal) para la posterior medición de los diámetros; y la segunda en el mes de marzo del 2001, para medir el nivel de aborto frutal.

3.2.4.5 Diámetro polar y ecuatorial de los frutos. Los diámetros polar y ecuatorial de los cuatro frutos seleccionados por árbol en el mes de diciembre, se midieron cada 25 días, desde enero hasta mayo del 2001. Estas mediciones se realizaron con pie de metro.

3.2.4.6 Añerismo en árboles seleccionados. Durante el mes de junio del 2000 se contaron el número total de frutos (paltas) que tiene cada árbol previamente seleccionado e identificado. Este conteo se repitió en el mes de junio del año siguiente, para evaluar así el nivel de añerismo que presenta cada árbol.

3.2.5 Diseño experimental. El diseño que se utilizó corresponde a uno de parcelas divididas, donde las parcelas principales son los sectores de ferti-riego, y las sub parcelas (subtratamientos) las diferentes técnicas de manejo y orientación de ramillas seleccionadas.

3.2.6 Análisis estadísticos. Se realizó Análisis de Varianza (Fisher) y comparaciones de Tukey entre los tratamientos determinados, a partir del programa estadístico Statgraphics Plus 2.0.

Para el caso de las mediciones de diámetro ecuatorial y polar, se realizaron además regresiones, para estudiar su comportamiento a través de las épocas de muestreo.

4 PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Evaluación de frecuencias de ferti-riego por sectores sobre floración y producción.

Diversos estudios han demostrado la necesidad de lograr un manejo adecuado de la utilización del ferti-riego en palto, ya sea en la frecuencia del agua aplicada al cultivo, como así también la cantidad necesaria para cada estado fenológico de la planta.

4.1.1 Número de panículas florales. A continuación se presentan los promedios obtenidos del número de panículas florales por sector de ferti-riego.

CUADRO 5. Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego.

Sector de ferti-riego		
Sector 1	Sector 2	Sector 3
3,02 b	5,94 a	5,17 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($p < 0.05$).

A partir del Cuadro 5 se puede observar que el sector 2 y 3 presentan un mayor número de panículas, lo que está determinado por las distintas horas de riego anual, como se observa en la Figura 3.

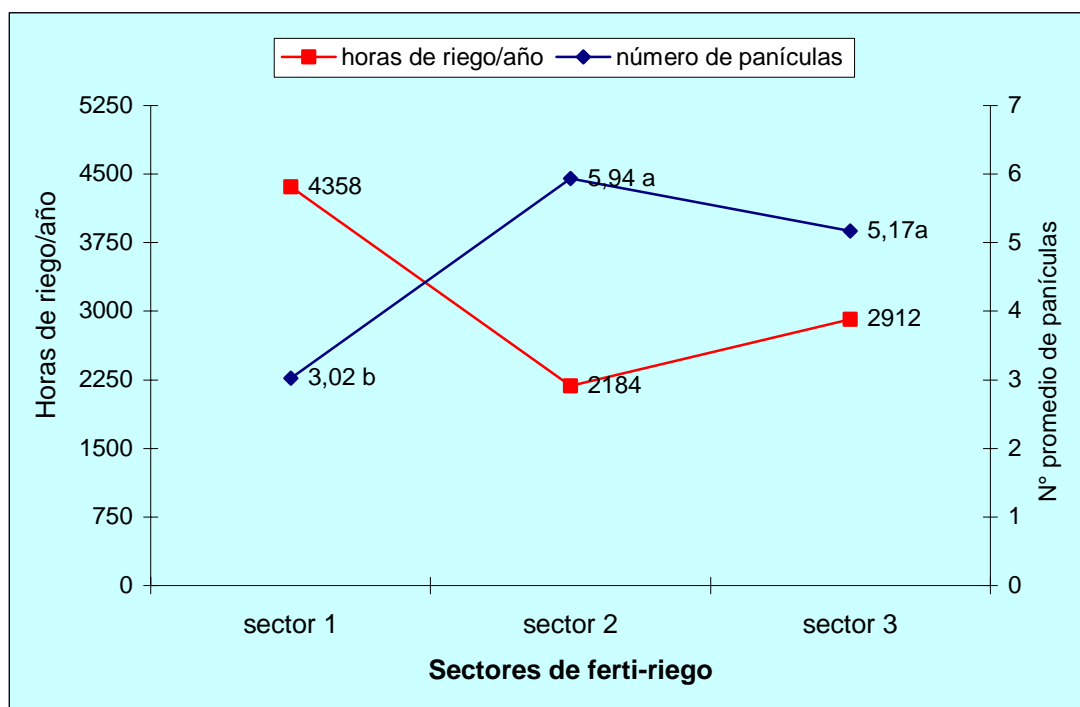


FIGURA 3. Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego.

A partir de la gráfica se observa que el número de panículas presenta una relación inversa en relación a la cantidad de agua entregada a la planta (medidas en horas de ferti-riego). Además, se puede indicar que una mayor concentración de nutrientes no se traduce necesariamente en una producción mayor de panículas.

Si bien es cierto, la floración en paltos es considerada el mayor evento fenológico, tiene la capacidad de aumentar sustancialmente la demanda de agua, principalmente durante el periodo de cuaja (WHILEY *et al.*, 1988). El riego es fundamental a partir de la primavera, ya que en esta época se presentan la floración, cuaja y el desprendimiento de frutos. La presencia de estas estructuras y eventos provocan que la transpiración exceda a la absorción de agua y su traslocación en la planta durante el día. El desbalance parcial de agua puede afectar negativamente la productividad y calidad final de los frutos (LAHAV y KALMAR 1983).

Considerando que la proporción de nutrientes aportados en cada sector ésta en directa relación con el volumen de agua aplicada, no se podría atribuir la disminución del número de panículas florales a efectos nutricionales. Sin embargo, en el sector 1 el aporte de nutrientes por planta es mayor, debido a la mayor cantidad de agua proporcionada. CHANDLER (1962), menciona que la iniciación floral sólo puede verse afectada negativamente con deficiencias extremas de nitrógeno o cuando excesos de éste signifiquen un crecimiento vegetativo muy vigoroso. Además, deficiencias severas de otros elementos como el zinc, fósforo, cobre y potasio tienen también influencia en la inhibición de la floración.

Por otra parte, la fuente nitrogenada está en estrecha relación con la floración, ya que aunque el nitrato y el amonio llevan una respuesta vegetativa similar, sólo el nitrato (el cual incrementa los niveles de aminoácidos, particularmente los de arginina y lisina) promueven el desarrollo reproductivo. El amonio, que lleva a un incremento en los niveles de proteína, no promueve la floración.

El estado sanitario de los sectores analizados, no evidencia la sintomatología visual característica por un exceso o déficit de nutrientes. Al respecto, CAMERON *et al.* (1952), asigna que 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.

Otro de los factores adversos a la floración es la temperatura. Sin embargo, esta tuvo un rango óptimo para el desarrollo reproductivo, tanto para la floración, como para el desarrollo final del fruto (ver Anexo 1). Además, los

tres sectores estuvieron sometidos a las mismas condiciones ambientales, por lo que la mayor o menor formación de panículas no se debería a los efectos de la temperatura. La disminución del número de panículas florales, entonces, se debería principalmente a la excesiva cantidad de agua aportada, especialmente en el sector 1, donde el aporte de agua fue mayor (12 litros por hora). Altas tasas de irrigación mediante riego pueden perjudicar la aireación del suelo, lo que elevaría el nivel de dióxido de carbono, limitando el crecimiento radicular.

Investigaciones realizadas por KURTZ *et al.*, (1992), quienes consideraron tasas de riego de un 130% de las necesidades durante toda la temporada, obtuvieron un menor crecimiento final de los árboles, relacionado con un contenido excesivo de agua. Asimismo, LAHAV y KALMAR (1983), obtuvieron un menor crecimiento en la brotación de primavera al manejar los riegos cuando la tensión mátrica llegaba a $-20cb$, que cuando llegaba a los $-40cb$.

Sería esta condición de asfixia radicular, la que generaría un menor desarrollo vegetativo y reproductivo, según afirman WHILEY *et al.*, (1988). Esta disminución estaría relacionada con la capacidad que tienen las raíces de generar hormonas promotoras del crecimiento en condiciones de humedad óptima (citoquininas y giberelinas), así como hormonas promotoras de la abscisión (ácido abscísico) en condiciones de estrés.

TELLO (1991), señala que los mejores resultados se lograrían con riegos dentro de ciertos límites (70 a 90% Etc) bajo las condiciones de Quillota. Por otra parte, efectuar riegos con niveles de 120% afectarían la calidad de los frutos destinados al mercado interno, pues obtendrían contenidos de aceite por debajo del rango óptimo de cosecha (13 a 16%), planteado por MARTINEZ (1981).

Por estas razones el manejo del huerto durante la floración es crítico

para la cuaja, debido al estrés que sufren las panículas, lo que puede convertirse en un daño permanente. Similarmente, los frutos jóvenes con un pedúnculo débil pueden abortar prematuramente (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

4.1.2 Altura y diámetro de árboles. En el Cuadro 6 se presentan las alturas y diámetros promedios de los árboles en los distintos sectores de ferti-riego.

CUADRO 6. Altura y diámetro promedio de árboles por sectores de ferti-riego (metros).

Medición	Sectores de ferti-riego		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Altura	4,30 a	4,48 a	4,80 a
Diámetro	3,60 a	3,53 a	3,56 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$).

A partir del Cuadro 6, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas en la altura y diámetro de árboles en los distintos sectores de ferti-riego. De otro modo, el costo de aplicar una mayor cantidad de ferti-riego en el sector 1 no evidencia un mayor crecimiento de los árboles; por el contrario, tiene un efecto depresor sobre la floración (número de panículas), como se mencionó anteriormente, considerando que la edad de los árboles analizados es de 6 años. Con respecto al volumen de follaje ROWLANDS (1994), señala que no hay asociación estadísticamente significativa del volumen sobre la cantidad de flores y el número de frutos cuajados.

SAAVEDRA (1992), al estudiar el efecto del riego sobre la altura en árboles de 2 años de plantación, determinó que al aplicar un 75 % del agua

requerida por la planta, ésta mostró un mayor crecimiento en altura, pero exhibiendo una disminución en la longitud de los brotes. Por el contrario, al aplicar un 50% adicional de agua a los requerimientos de la planta, aumentó el largo de los brotes y disminuyó el crecimiento en altura, con respecto al testigo (el cual recibió un aporte de agua de acuerdo a sus necesidades totales durante todo su ciclo). Por lo tanto, en este caso existió un efecto adverso del crecimiento en altura por efecto del exceso de agua.

Lo anterior se contrapone al estudio realizado por LAHAV *et al.* (1971), que indica que a mayores volúmenes de agua aplicada los árboles presentan tamaños mayores.

Tomando en cuenta estos estudios, se podría inferir que el crecimiento del árbol, con respecto al efecto de la aplicación de ferti-riego, dependería en mayor grado de la edad del árbol y no de las cantidades que se aplican a árboles de una misma edad.

4.1.3 Número de frutos cuajados. En el Cuadro 7 se presenta el número promedio de frutos cuajados por sectores de ferti-riego para las distintas épocas de medición.

CUADRO 7. Número promedio de frutos cuajados por sector de ferti-riego.

Época	Sectores de ferti-riego		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Noviembre	5,60 ^a _c	12,38 ^a _a	8,19 ^a _b
Febrero	2,67 ^b _c	9,94 ^b _a	5,44 ^b _b

Letras subíndices indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sectores; letras superíndices indican diferencias estadísticas significativas entre épocas ($P < 0.05$) según prueba de Tukey.

A partir del Cuadro 7 se define que en el sector 2 se produce la mayor cantidad de frutos cuajados, siendo mayor en la época de noviembre para todos los sectores, es decir, no existe una relación significativa entre los sectores y la época de medición.

La disminución de frutos cuajados en la época de febrero, se debería al alto porcentaje de frutos caídos después de la cuaja, siendo más severo en los árboles del sector 1, lo cual podría tener causa en la mayor cantidad de riego, sumándose al efecto de que en estos árboles también se definió una menor cantidad de panículas en el mes de octubre. Sin embargo, en el trabajo realizado por ROWLANDS (1994), se establece que no existen asociaciones estadísticamente significativas entre el número de panículas florales y el número de frutos cuajados. De esto se desprende que no existe una relación lineal entre la floración y el cuajado de frutos, es decir, que no necesariamente al haber una mayor floración va a haber una mayor cuaja. Esto es confirmado por WOLSTENHOLME (1990); sin embargo, este plantea que es necesario un nivel mínimo de flores para obtener una adecuada cuaja.

También se plantea que el palto, aunque florece profusamente, tiene un ciclo floral complejo, que resulta comparativamente en poca cuaja. Sin embargo, si un 0.1% de las flores termina como fruta madura en el árbol, se produce una cosecha abundante (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Además existen evidencias que reflejan que la caída o abscisión de frutos cuajados es común en esta época del año. Bajo este punto de vista LOVATT (1990), indica que en California la etapa crítica se situaría entre los meses de marzo y fines de julio, durante el último período de floración y el inicio del período de crecimiento acelerado de los frutos. Sin embargo, WHILEY *et al.* (1988), en Australia, describen dos períodos muy marcados en que las tasas de desprendimiento de fruta son más altas. En Chile, esta situación ha sido

descrita parcialmente por TELLO (1990) y HERNANDEZ (1991), quienes describen un solo período con altas tasas de desprendimiento entre mediados de octubre y fines de diciembre, para luego continuar con la etapa de crecimiento acelerado de los frutos desde enero hasta fines de marzo.

DURAND y DU PLESSIS (1991), acotan que la última etapa en la caída acelerada de frutos es más crítica en el manejo del agua. Agregan además, que durante el periodo en que el fruto comienza a crecer rápidamente, un manejo efectivo del riego reduce su caída y aumenta el tamaño final de ellos. Aplicaciones abundantes de agua durante este periodo son fundamentales para estimular la etapa de crecimiento acelerado de los frutos nuevos.

Otros autores señalan que la abscisión del fruto durante este período se debe a la competencia existente entre el crecimiento vegetativo y el crecimiento reproductivo durante el mismo período de tiempo. WHILEY y WOLSTENHOLME (1990), plantean que es posible que la competencia entre crecimiento vegetativo y reproductivo pueda ser, al menos en parte, responsable de la alta proporción de aborto temprano de la fruta. Esto coincide con las reservas de almidón que caen rápidamente durante la floración y cuaja. Evitar la competencia entre las diferentes estructuras reduciendo las tasas de crecimiento vegetativo en favor del reproductivo, ya sea regulando el riego, la fertilización o usando reguladores de crecimiento aumentan la retención de fruta y su calidad (DURAND y DU PLESSIS, 1990; LOVATT, 1990).

La abscisión de frutos normales durante el periodo de desprendimiento se debería a la gran competencia ejercida entre ellos y los frutos de la temporada anterior, a la competencia con el crecimiento vegetativo que ocurre luego de la floración, a la sensibilidad a temperaturas extremas y a daños causados por déficit hídricos a nivel de embrión (LOVATT, 1990; DURAND y DUPLESSIS, 1990).

La mayor cantidad de agua aportada en el sector 1, podría tener un efecto sobre la caída de frutos en ese sector. Wagner (1992), citado por LAHAV y KALMAR (1983), sostiene que al existir un exceso de humedad se puede ver dañada la síntesis de hormonas que previenen la caída de frutos, es decir, la formación de citoquininas y giberelinas que producen un desbalance con el ABA (ácido absícico) en la parte aérea.

Aparte de los factores fisiológicos mencionados, existen causas biológicas que explican esta disminución en la cantidad de frutos durante los meses del ensayo. DEGANI *et al.* (1986), sostienen que la selección genética podría ser un factor importante en la abscisión de frutos pequeños en palto, por lo que no se puede asumir que el porcentaje de híbridos en frutos pequeños de un mes de edad refleja el rango de polinización cruzada. Sobre el 90% de las flores y frutos que absicionan durante la primera semana seguida del término de la floración no son fertilizados. La mayoría de las flores cae dentro del mes siguiente a la antésis (SEDGLEY, 1980), siendo en su mayoría fruta proveniente de flores no fertilizadas (SEDGLEY y GRANT, 1983), lo cual puede sugerir polinización inadecuada y falta de fertilización. Todos los frutos pequeños absicionados durante la cuarta semana seguida a la floración habían sido fertilizados (SEDGLEY, 1980). Sin embargo, un mes después de la antesis, toda la fruta que cayó estaba fertilizada y tenía un desarrollo de embrión y endosperma normal (SEDGLEY y GRANT, 1983).

4.1.4 Diámetro polar y ecuatorial de frutos. En el Cuadro 8 se presentan los diámetros polares promedios por sectores de ferti-riego y épocas de medición.

A partir del Cuadro 8 se observa un aumento sostenido en el diámetro polar a medida que aumenta el desarrollo del palto (épocas de muestreo).

En promedio, el diámetro polar del sector 2 presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los otros sectores de ferti-riego.

CUADRO 8. Diámetros polares promedios para sectores de ferti-riego y épocas de medición (mm).

Época	Sectores de ferti-riego		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
05 enero	53.16 i	59.13 hi	41.73 j
30 enero	65.07 gh	70.56 gh	67.33 gh
24 febrero	76.07 fg	81.00 f	78.81 f
19 marzo	92.36 d	96.94 abcde	94.56 de
15 abril	97.00 cde	100.06 abcde	99.10 acd
11 mayo	102.84 abc	107.00 ab	105.77 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey (P <0.05).

Respecto a las épocas de muestreo, el diámetro polar presenta diferencias estadísticas significativas entre todas las épocas. La velocidad de crecimiento en diámetro polar a través del tiempo se puede observar en la Figura 4, donde cada curva representa el crecimiento en diámetro polar de paltos por sectores de ferti-riego.

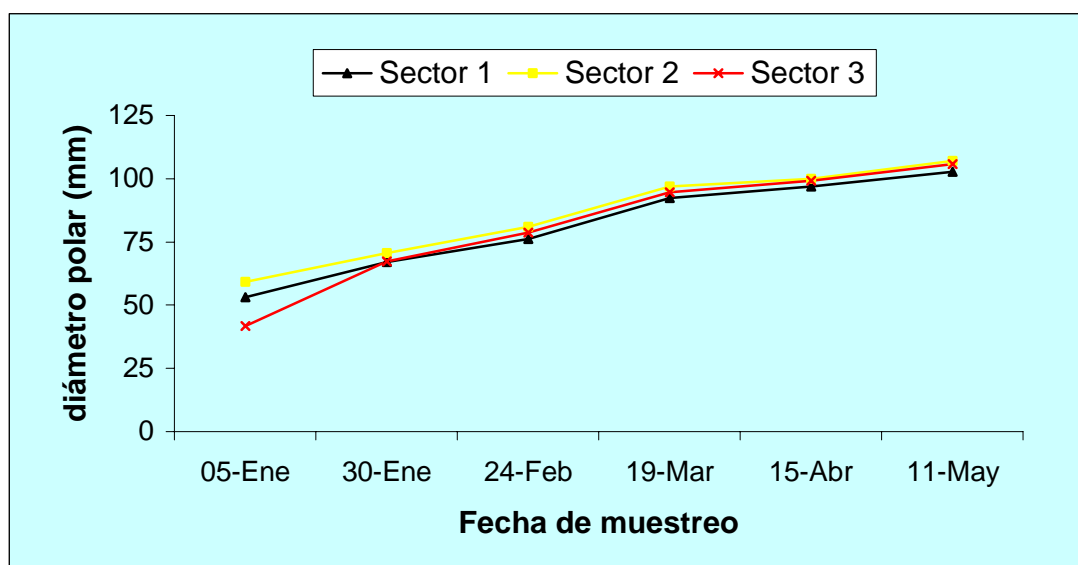


FIGURA 4. Crecimiento de frutos con relación al diámetro polar.

Los diámetros ecuatoriales promedios por sectores de ferti-riego y épocas de muestreo se presentan en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Diámetros ecuatoriales promedios para sectores de ferti-riego y épocas de medición (mm).

Época	Sectores de ferti-riego		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
05 enero	32.33 h	37.13 gh	21.42 l
30 enero	39.44 g	42.50 efg	41.15 fg
24 febrero	44.79 ef	48.44 de	46.50 e
19 marzo	51.65 cd	55.19 abc	54.56 bc
15 abril	54.00 bc	56.50 abc	56.31 ab
11 mayo	58.44 a	59.06 ab	59.13 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey (P <0.05)

Al igual que con el diámetro polar, a través del tiempo va aumentando el diámetro ecuatorial, presentándose los valores mayores en la última época en los tres sectores. Al comparar entre sectores, el sector 2 presenta en promedio un diámetro mayor respecto a los otros sectores.

La velocidad de crecimiento a través del tiempo se observa en Figura 5. El aumento del diámetro ecuatorial entre las épocas de medición presenta una tendencia similar a la del diámetro polar, diferenciándose en las primeras épocas por un crecimiento más lento, debido a que no se observan diferencias estadísticas entre las primeras épocas de muestreo.

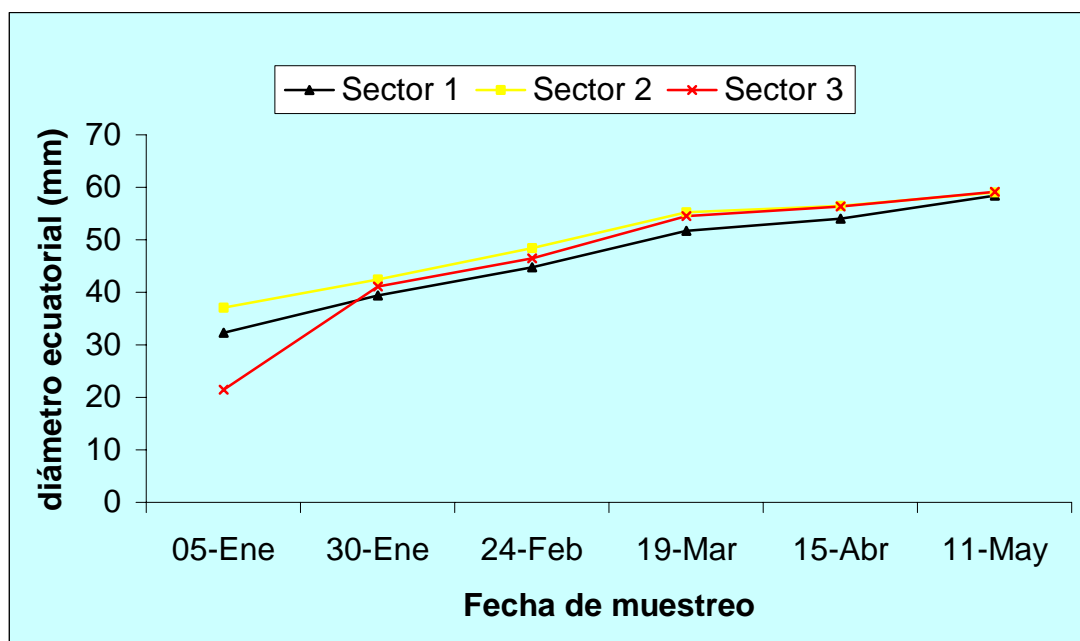


FIGURA 5. Crecimiento de frutos con relación al diámetro ecuatorial.

A partir de las Figuras 4 y 5, se observa una tendencia del tipo lineal entre el crecimiento de los diámetros polares y ecuatoriales a través del tiempo, por lo que en el Cuadro 10 se presentan los coeficientes de determinación (R^2) y ecuaciones definidas para los diámetros polares y ecuatoriales por sectores de ferti-riego.

CUADRO 10. Ecuaciones de regresión lineal de diámetros polares y ecuatoriales a través del tiempo.

Sector de ferti-riego	Diámetro (mm)	R^2	Ecuación
Sector 1	Diámetro polar	96.93	$D = 45,03 + 10,29\text{época}$
	Diámetro ecuatorial	97.91	$D = 28,66 + 5,17\text{época}$
Sector 2	Diámetro polar	96.84	$D = 51,40 + 9,82\text{época}$
	Diámetro ecuatorial	95.49	$D = 33,96 + 4,52\text{época}$
Sector 3	Diámetro polar	92.94	$D = 38,09 + 12,3\text{época}$
	Diámetro ecuatorial	85.57	$D = 22,30 + 6,90\text{época}$

LAHAV y KALMAR (1983) indican al respecto, que la reducción en la tasa de crecimiento de los frutos hacia el otoño disminuye las necesidades de riego, mejorando la aireación del suelo y el desarrollo radicular.

Durante la última parte de la primavera, cuando el fruto ya ha satisfecho su demanda de recursos del árbol, el manejo del agua no es tan crítico y los árboles no se verán afectados, ya que sólo influye en la calidad final de la fruta (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

SAAVEDRA, (1992), al estudiar el efecto de distintas restricciones hídricas sobre el crecimiento del fruto, encontró que al disponer una menor cantidad de agua a la exigida por la planta, obtenía mayores promedios de diámetros ecuatorial y polar, comparado con los tratamientos que tuvieron mayores aportes de agua que lo requerido. Además, al evaluar el rendimiento por hectárea obtuvo mayores rendimientos con una sobreirrigación, lo que indica que se obtendrá una mayor producción pero de tamaño comercial poco atractivo.

La aplicación de un exceso de agua puede además provocar efectos negativos en la calidad final de los frutos. Según TELLO (1991), al aplicar riegos equivalentes a 1.2 veces los requerimientos del cultivo durante toda la temporada de riego, se obtiene una producción con un alto porcentaje de fruta con calibre exportable; no obstante, ésta presentó menores contenidos de MS y un menor porcentaje de aceite, alrededor de 9-10%, siendo el contenido adecuado el rango entre 13-16%.

4.2 Evaluación de técnicas de manejo y orientación respecto a sectores de ferti-riego.

Para evaluar las técnicas de manejo y orientación de las ramillas seleccionadas, sólo se consideran los sectores 1 y 3 de ferti-riego, a causa de

que en el sector 2 sólo se encuentran árboles sin técnicas físicas y químicas de manejo del crecimiento.

4.2.1 Número de panículas florales. En el Cuadro 11 se muestran los promedios de número de panículas obtenidos por sectores de ferti-riego, considerando técnicas de manejo.

Para esta evaluación no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las distintas orientaciones de las ramillas seleccionadas, y esta variable no influye sobre el número de panículas formadas con relación a distintas técnicas de manejo o sectores de ferti-riego.

A partir del Cuadro 11 se observa que el sector 3 presenta una mayor formación de panículas, siendo mayor para los árboles que presentan alguna técnica de manejo (física o química), como también se observa en la Figura 6.

CUADRO 11. Número de panículas florales de árboles con distintos tratamientos de ferti-riego y manejo del crecimiento.

Sector de ferti-riego	Técnica de manejo			
	Cultar	Anillado	Ninguno	Promedio
Sector 1	4.06	2.94	2.06	3.02 b
Sector 3	5.63	6.38	3.50	5.17 a
Promedio	4.84 a	4.66 a	2.78 b	

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$)

Como se mencionó anteriormente, la abundante cantidad de agua aportada en el sector 1 tuvo un efecto depresor del número de panículas florales. Al comparar los resultados obtenidos, se aprecia que existe un mayor

número de panículas florales al emplear alguna técnica de manejo de crecimiento a los árboles analizados (cultar o anillado).

Las investigaciones hechas sobre el efecto del anillado, al evaluar la disminución de la competencia por agua y nutrientes entre las estructuras vegetativas y los frutos, no han tenido resultados significativos en los niveles de producción (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

De la Figura 6 se observa que los valores mayores se encuentran en el sector 3, además la técnica del anillado tiende a aumentar en este sector en comparación al sector 1, pero no representa diferencias estadísticas significativas.

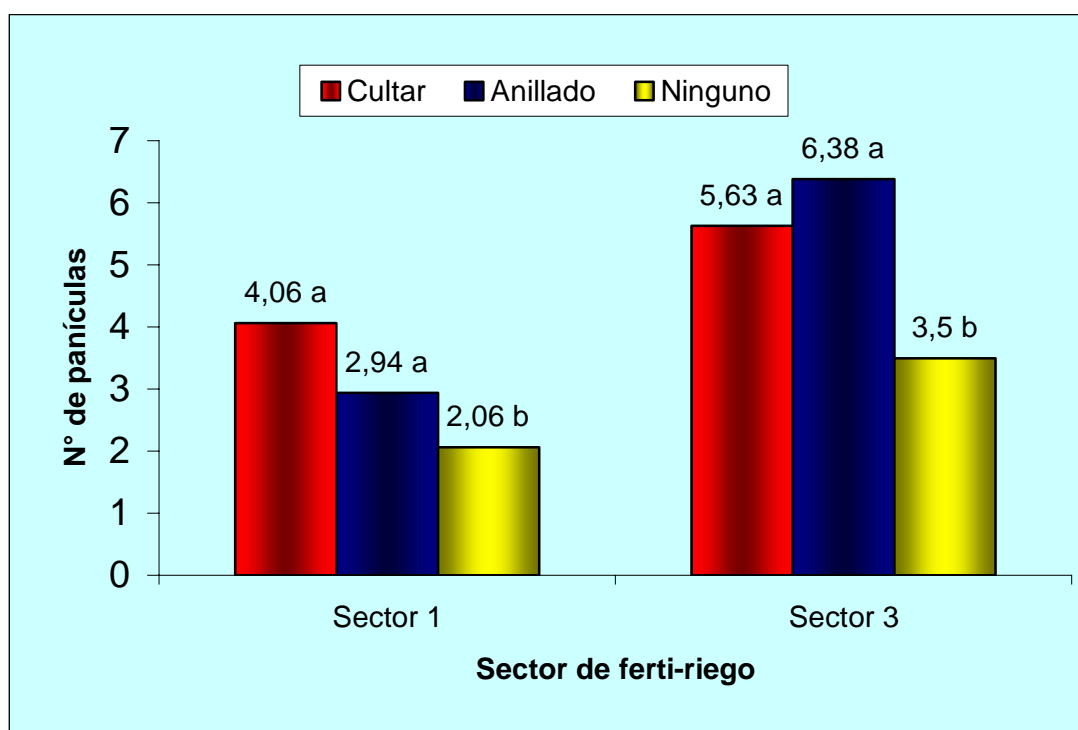


FIGURA 6. Número de panículas promedio por sectores de ferti-riego y técnicas de manejo.

Al aplicar la técnica de manejo del anillado se incrementa el número de flores de la rama anillada con respecto de la no anillada (LAHAV; GEFEN y ZAMET, 1975), ya que al acumularse la savia en la parte superior del anillo, se incrementa la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979). Del mismo modo aumenta el tamaño de los frutos ya cuajados (TICHO, 1970-1971). Esta labor provoca un adelanto en la época de floración (LAHAV; GEFEN y ZAMET, 1975), alcanzando casi un mes de adelanto.

Si consideramos que el anillado se realizó en el mes de mayo, para la presente investigación, tendría un mayor efecto en el número de panículas. Esto concuerda con BURMESTER (1982), quien menciona que el efecto se manifiesta mejor al realizar el anillado en otoño, algo menos se nota al hacerlo en invierno, y que no hay efecto al practicarlo en primavera. Sin embargo, ciertos autores han observado que el anillado en otoño produce una caída de hojas, lo que provoca un adelanto en la floración. Posteriormente, hay una reducción en el crecimiento vegetativo, presentando hojas decoloradas en el verano, disminuyendo progresivamente la diferencia (LAHAV *et al.*, 1971 y TROCHOULIAS y O'NEILL, 1976).

Por otra parte, haciendo exámenes anatómicos, se ve que el anillado no causa mejoramiento visible en el desarrollo de los órganos femeninos de la flor (BLUMENFELD *et al.*, 1975). También se ve que no es afectado el momento o la secuencia de apertura de las flores femeninas y masculinas (TOMER, 1977), pero si se observa que el anillado favorece el crecimiento del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (TOMER, 1977).

Aunque no existen diferencias de significancia entre las técnicas de manejo, con respecto al número de panículas florales contabilizadas, utilizando paclobutrazol se obtienen mayores números de panículas florales que no empleando ninguna técnica de manejo. Esto es, porque lo que se busca es una

reducción de crecimiento vegetativo, en favor del crecimiento reproductivo (en este caso una mayor inducción floral).

El paclobutrazol realiza un efectivo control del crecimiento vegetativo (QUINLAN, 1980 y 1981; WILLIAMS, 1982 y 1984; WEBSTER y QUINLAN, 1986 y EREZ, 1986), reduce la poda, obtiene una mayor inducción y una mejor calidad de fruta (EREZ, 1984). El efecto morfológico más marcado del uso del paclobutrazol, según las dosis aplicadas, es la reducción del largo de los internudos en brotes terminales y laterales. Una mayor proporción de botones laterales tienden a ser florales más que vegetativos, con la consecuente reducción del número de brotes (LEVER, 1986).

4.2.2 Altura y diámetro de árboles. Al realizar el análisis de la altura y diámetros de los árboles con relación a los sectores de ferti-riego y técnicas de manejo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, a pesar de las diferencias entre sectores y técnicas de manejo en número de panículas (Anexos 4, 5 y 6).

ROWLANDS (1994), con respecto al volumen de follaje, medido en metros cúbicos, indica que no existe una relación estadísticamente significativa entre el volumen de la canopia y el número de frutos cuajados por panícula; ni con el número de frutos cuajados totales y el grado de floración.

De lo anterior se puede inferir entonces, que la cantidad de flores y el número de frutos cuajados no es directamente proporcional al volumen, es decir, no necesariamente al existir un árbol más chico, tendrá una mayor floración y una mayor cuaja, y viceversa.

4.2.3 Número de frutos cuajados. A partir de los análisis realizados se encontraron diferencias estadísticas significativas en el número de frutos

cuajados por árbol, según los distintos factores presentes en el huerto, pero sin existir una interacción significativa entre éstos.

Para el caso de las dos mediciones realizadas durante la época de crecimiento, éstas son estadísticamente significativas, al igual que lo observado al comparar los tres sectores de ferti-riego.

En el Cuadro 12 se observan los promedios de frutos cuajados por árbol, según los tratamientos definidos.

Se observa en el cuadro que las técnicas de manejo mejoran significativamente el número de frutos cuajados, siendo además mayor en el sector 3.

Los resultados obtenidos señalan, que hay un aumento significativo en el número de frutos cuajados por rama anillada y con los tratamientos de cultar en la dosis utilizada, con respecto al tratamiento testigo.

CUADRO 12. Número de frutos cuajados de árboles con distintos tratamientos de ferti-riego, manejo del crecimiento y orientación de ramillas.

Sector de ferti-riego	Técnica de manejo												Promedio
	Cultar				Anillado				Ninguno				
	N	S	E	O	N	S	E	O	N	S	E	O	
Sector 1	7.5	6.4	4.9	5.0	7.3	0.3	4.1	1.6	6.1	0.8	4.9	0.9	4.14 b
Sector 3	5.6	7.5	11.6	3.9	11.3	6.6	4.9	12.8	7.3	1.5	7.1	1.8	6.81 a
Promedio	6.55 a				6.10 a				3.78 b				

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$).

La cuaja de los árboles anillados fue mayor a la de los no anillados, comprobándose que la fruta actúa como un regulador de crecimiento, inhibiendo el largo del brote. Lo anterior lo corroboran WOLSTENHOLME et al. (1988), quienes afirman que la fruta tiene un efecto enanizante en el largo del brote en los cv Hass. BLUMENFELD et al. (1975), sostienen que se produce un aumento en el nivel de almidón y una disminución del nivel de nitrógeno sobre el anillo, lo que favorece el crecimiento reproductivo.

El mayor promedio de frutos existentes en los árboles anillados, confirma lo expresado por ACEVEDO (1994), quien plantea que existe una distribución más homogénea de carbohidratos a lo largo de la ramilla, lo que permite una mayor cuaja. Además, hay una menor competencia, ya que hay crecimiento de brotes disminuidos. y el fruto es fuertemente competitivo con los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles (WHILEY et al., 1988).

LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971a), plantean que el anillado aumenta la cuaja de los frutos y previene su caída. KOHNE (1992), plantea que el anillado aumenta notablemente la producción en los árboles juveniles del cv. Hass. LAHAV et al., (1975) mencionan que árboles del cultivar Hass anillados después de la cuaja de frutos, incrementan el tamaño de los frutos del mismo año e inducen una alta cuaja de fruta para el año siguiente.

El efecto del cultar (paclobutrazol), sobre el mayor número de frutos cuajados, al compararlo con el testigo, se debería por tanto al desbalance hormonal provocado en las plantas tratadas. RAESE y BURTS (1983) y QUINLAN y RICHADSON (1986), indican que el paclobutrazol causa una supresión de la biosíntesis de giberelinas. Autores como WANG et al. (1985) y LEVER (1986), coinciden en que el compuesto se dirige a los meristemas subapicales, donde actúa inhibiendo la oxidación de la kaurena en ácido

kaurenoico, reacción que ocurre en los microsomas y es catalizada por el citocromo *P450*. Esto hace que se constituya en un reservorio de producto que se va liberando poco a poco y determina un efecto prolongado sobre la planta (WILLIAMS, 1984). Si no es metabolizado completamente se produce en forma paulatina una acumulación en la madera a través de los años (GREENE, 1986).

La reducción de los niveles de giberelina disminuye el grado de división y expansión celular (LEVER, 1986). De esta forma se produce una consecuencia morfológica directa, como es la reducción del crecimiento vegetativo, determinando el envío de un mayor número de asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, cuaja y crecimiento de fruto (LEVER, 1986).

KOHNE, S. (1988), realizó aspersiones foliares de paclobutrazol en paltos Hass sobre patrón Duke 7 plantados en alta densidad (800 plantas / ha) y obtuvo una respuesta clara en la reducción del crecimiento, aumentando la precocidad y producción por planta. Así, la producción acumulada para los tres primeros años fue de 34.4 t/ha en alta densidad y 17.6 t/ha en densidad simple (400 árboles /ha), y sin tratamiento con paclobutrazol.

Finalmente parece ser que si se logra provocar un pequeño efecto sobre la inhibición de la síntesis de giberelina en el momento en que esta ocurriendo o inducida la floración y algunos frutos ya han cuajado es suficiente para favorecer la permanencia de los frutos hasta la cosecha.

En cuanto a las diferencias observadas en la orientación de las ramillas seleccionadas, éstas se observan en la siguiente Figura 7.

En la Figura 7, se observa que las ramillas que presentan el menor número de frutos cuajados son aquellas con orientación Sur, siendo ésto

independiente del sector de ferti-riego y de la técnica empleada, y sólo se podría atribuir, como lo señalan diferentes autores, a la menor o mayor distancias y capacidad de localización de las flores por parte de los polinizadores. En el caso del palto es realizada principalmente por la *Apis mellifera* L. (FRIED, P. 1992).

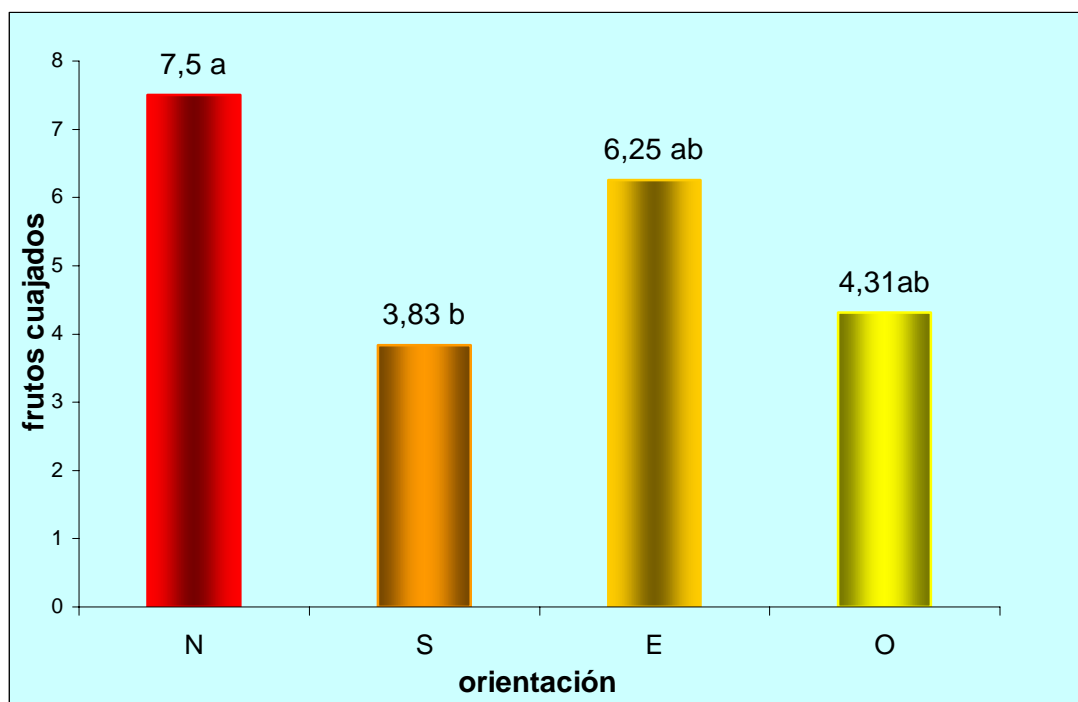


FIGURA 7. Número de frutos cuajados, según orientación de ramillas seleccionadas.

Los tres sectores analizados poseen colmenas de abejas, utilizadas para la polinización de las flores, en una densidad de 10-12 cajas por ha, situadas en orientación Este del huerto y de cada sector. De acuerdo a esto, en las filas cercanas a las abejas hay una baja caída temprana de frutos, en cambio, en las filas lejanas a ellas el aborto es mayor. Con la presencia de abejas y abejorros en polinización cruzada en paltos, se disminuye la caída temprana de frutos, así como también hace disminuir las diferencias de rendimientos y tamaño de frutos entre filas cercanas y lejanas a las colmenas (FRIED, 1992).

Este mismo autor, señala que los mayores promedios de cuaja de frutos los obtuvo en árboles cercanos a las colmenas (32 a 100 m). Sin embargo, una excepción la obtuvo en algunos árboles situados a 266 m de las colmenas; aunque siendo los más lejanos a ellas, fueron los que presentaron el mayor número de frutos cuajados. Esto se debió al hecho de que estos árboles se encontraban en año “on” de producción, es decir, en año de alta producción (condición asociada al añerismo de la especie), por lo que presentó un gran número de flores que fueron visitadas por gran cantidad de abejas, y con ello lograron una polinización y fecundación exitosa (FRIED, 1992). Además, agrega que no encontró diferencias de real significancia en las producciones de ramas marcadas con orientación Norte y orientación Sur, ya que de los 20 árboles analizados, once presentaron mayor número de frutos en rama orientación Norte y los nueve restantes exhibieron mayor cantidad de frutos cuajados en rama Sur.

4.2.4 Diámetro ecuatorial y polar de frutos. En cuanto al diámetro ecuatorial, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los sectores de ferti-riego, manteniéndose la misma tendencia respecto a las distintas épocas de medición.

CUADRO 13. Diámetro ecuatorial de frutos con distintos tratamientos de ferti-riego y manejo del crecimiento de árboles (mm).

Sector de ferti-riego	Técnica de manejo			
	Cultar	Anillado	Ninguno	Promedio
Sector 1	44.10	47.59	48.64	46.78 a
Sector 3	47.73	45.41	46.4	46.51 a
Promedio	45.7a	46.5a	47.52a	

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$).

Al analizar la interacción entre los factores, se observa una interacción significativa entre las técnicas y orientaciones respecto a los sectores de fertirriego, como se observa en las Figuras 8 y 9.

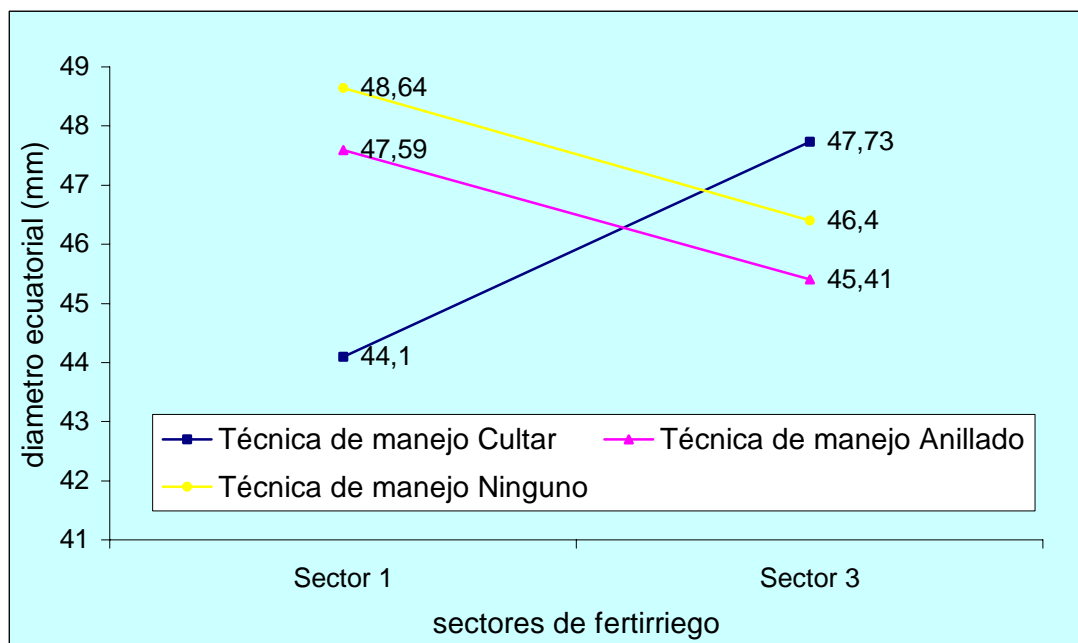


FIGURA 8. Diámetro ecuatorial de frutos según sector de fertirriego y técnica de manejo.

A partir de la Figura 8 se observa que el diámetro ecuatorial de frutos en el sector 1 es menor en los árboles con aplicaciones de Cultar. En el caso del sector 3, diámetros mayores se asocian a árboles con aplicaciones de Cultar.

Por lo tanto, aplicaciones con cultar en sectores con una sobreirrigación (Sector 1), afectarían el diámetro ecuatorial de los frutos. Con aplicaciones de cultar en sectores con un menor régimen hídrico, como en el sector 3 (2920 horas de riego anual), se obtiene un mayor diámetro ecuatorial al compararlos con el tratamiento testigo. Este aumento es de 2,53 cm, comparado con el sector 1 con idéntica dosis de cultar.

El manejo con técnicas de anillado se comporta de manera inversa a lo descrito con anterioridad, es decir, sectores de mayor aporte de agua, se obtendrán mayores diámetros ecuatoriales, y viceversa.

Si consideramos que las mediciones de la presente investigación se realizaron durante los meses de enero a marzo del 2001, como resultado de las técnicas aplicadas de la temporada anterior (marzo 2000), las producciones obtenidas fueron mayores, pero el calibre de los frutos fue menor, comparado con la temporada anterior. Al respecto, la literatura indica que cuando existe una gran cuaja, como por ejemplo en los árboles anillados y con aplicaciones de cultar, se debe esperar un menor calibre de frutos (tanto polar como ecuatorial). Este fenómeno es normal si consideramos que existe una gran cuaja en los árboles anillados y con aplicaciones e cultar, que demandarán una gran cantidad de nutrientes. Estos en un principio estarán disponibles, pero luego se irán agotando y por lo tanto afectarán el calibre final de los frutos.

Algunos autores afirman que el calibre de la fruta no presente en el árbol, al momento de realizar el anillado, será menor que el de los testigos al momento de la cosecha (LAHAV *et al.*, 1971 y KOHNE, 1992). También se señala que la fruta de las ramillas anilladas tiene individualmente menor peso, lo que causa una demora en la maduración y cosecha (LAHAV *et al.*, 1971), teniendo menos aceite que la fruta proveniente de ramas anilladas (TICHO, 1970- 1971).

El anillado , entonces, produciría un aumento del tamaño de los frutos ya cuajados (TICHO, 1970- 1971), ya que el anillado realizado después de formarse el fruto puede producirle un aumento de tamaño (ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979).

WOLSTENHOLME *et al.* (1988), plantean que la forma del fruto luego de aplicar cultar al follaje se presenta notablemente más redondeada, lo que también queda corroborado por otros autores (KOHNE, 1992; SILVA, 1992). Visualmente los frutos a los que se les aplicó cultar presentaban un aspecto más ovalado. Sin embargo, las diferencias no son significativas.

BURMESTER (1982), realizando aspersiones foliares de cultar en plena floración en el cultivar Fuerte, determinó que no existe efecto sobre el calibre de los frutos presentes en el árbol al momento de la aplicación, y que existió un aumento en la producción del año siguiente, pero ésta presentó un menor tamaño (en peso y en diámetro de la fruta obtenida).

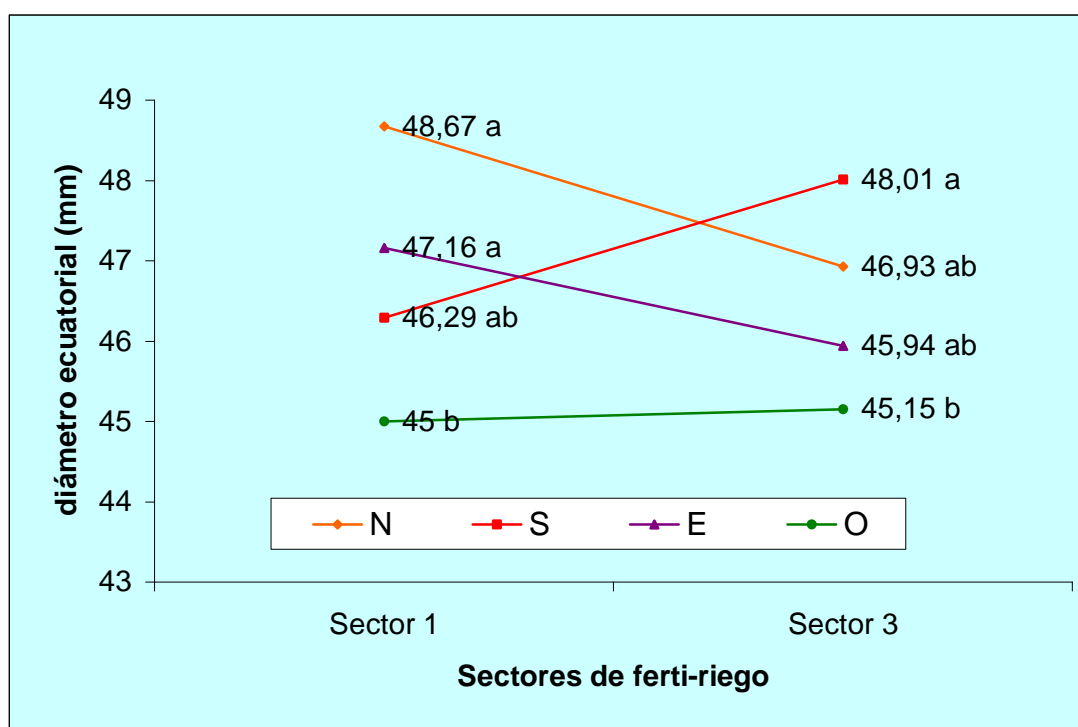


FIGURA 9. Diámetro ecuatorial de frutos según orientación de ramillas y sectores de ferti-riego.

En la Figura 9 se aprecia que en ambos sectores los diámetros ecuatoriales son menores en las ramillas de orientación Oeste, no existiendo

diferencias estadísticas significativas respecto a las demás orientaciones evaluadas.

Al analizar los diámetros polares de frutos, se determina que existen diferencias significativas entre sectores de ferti-riego, pero ninguna entre las técnicas de manejo, como también se observa en el Cuadro 14.

Es decir, se obtiene mayor crecimiento en longitud de los frutos con una menor frecuencia de riego (8 litros por hora). Por otra parte, en este sector existió una mayor producción total de frutos cuajados, comparado con los otros sectores analizados. Por lo tanto, el mayor costo de utilización de ferti-riego en el sector 1 (volumen de agua y nutrientes) no evidencia una mayor producción, sino una menor producción con fruta de menor calibre.

Con relación a la aplicación de técnicas de manejo y su efecto en el diámetro polar, no se observaron diferencias de significancia entre las distintas técnicas y el tratamiento testigo.

CUADRO 14. Diámetro polar de frutos con distintos tratamientos de ferti-riego y manejo del crecimiento de árboles (mm).

Sector de ferti-riego	Técnica de manejo			Promedio
	Cultar	Anillado	Ninguno	
Sector 1	73,76	77,02	79,00	76,01 b
Sector 3	78,01	80,89	85,89	81,22 a
Promedio	76,95 a	77,66 a	78,62 a	

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$).

Al analizar los diámetros polares de frutos, se determina que no existen diferencias significativas entre sectores de ferti-riego u orientaciones de las ramillas seleccionadas.

Para el caso de las distintas épocas de mediciones de crecimiento de frutos, la respuesta observada es similar a la descrita con anterioridad.

En cuanto a las interacciones entre los factores, sólo se observa significativa la relación entre los sectores y las técnicas de manejo de los árboles, la cual se observa en la Figura 10.

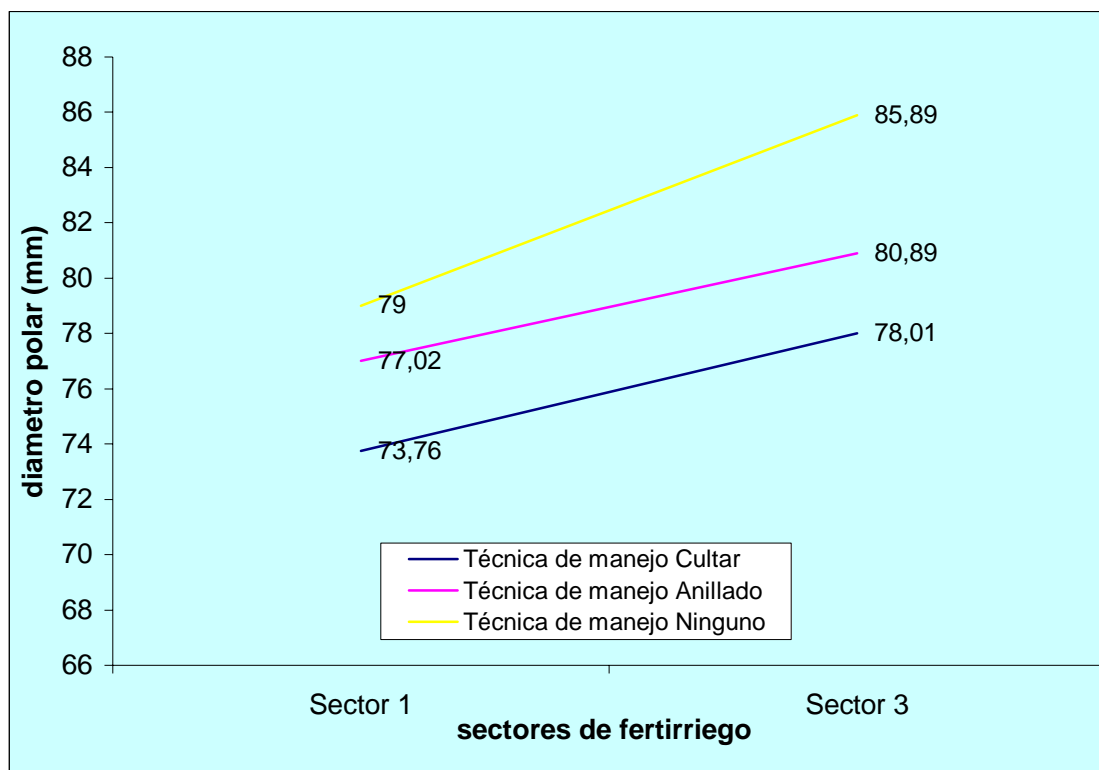


FIGURA 10. Diámetro polar de frutos según, sector de ferti-riego y técnicas de manejo.

Aquellos árboles que no presentan técnicas de manejo del crecimiento presentan los diámetros polares mayores. Sin embargo, en el sector 3, éstos son iguales a los diámetros observados en árboles con técnicas de cultar y uso de anillado.

Con relación a la aplicación de técnicas de manejo y su efecto en el diámetro polar, se observa que se obtienen mayores diámetros polares en el sector con un menor aporte de agua (2920 horas de riego anual), independiente o no de la utilización de alguna técnica de manejo. Por lo tanto, el diámetro polar es el factor que más se ve afectado con una sobreirrigación.

En cuanto a las interacciones entre los factores (Figura 11), sólo se observa significativa la relación entre los sectores analizados. Por otra parte, pero sin real significancia, todas las ramillas, a excepción de las ramillas “Oeste”, presentaron mayores diámetros polares en el sector 3, lo que corrobora lo expresado con anterioridad, vale decir, el efecto depresor en el diámetro polar, frente a una sobreirrigación.

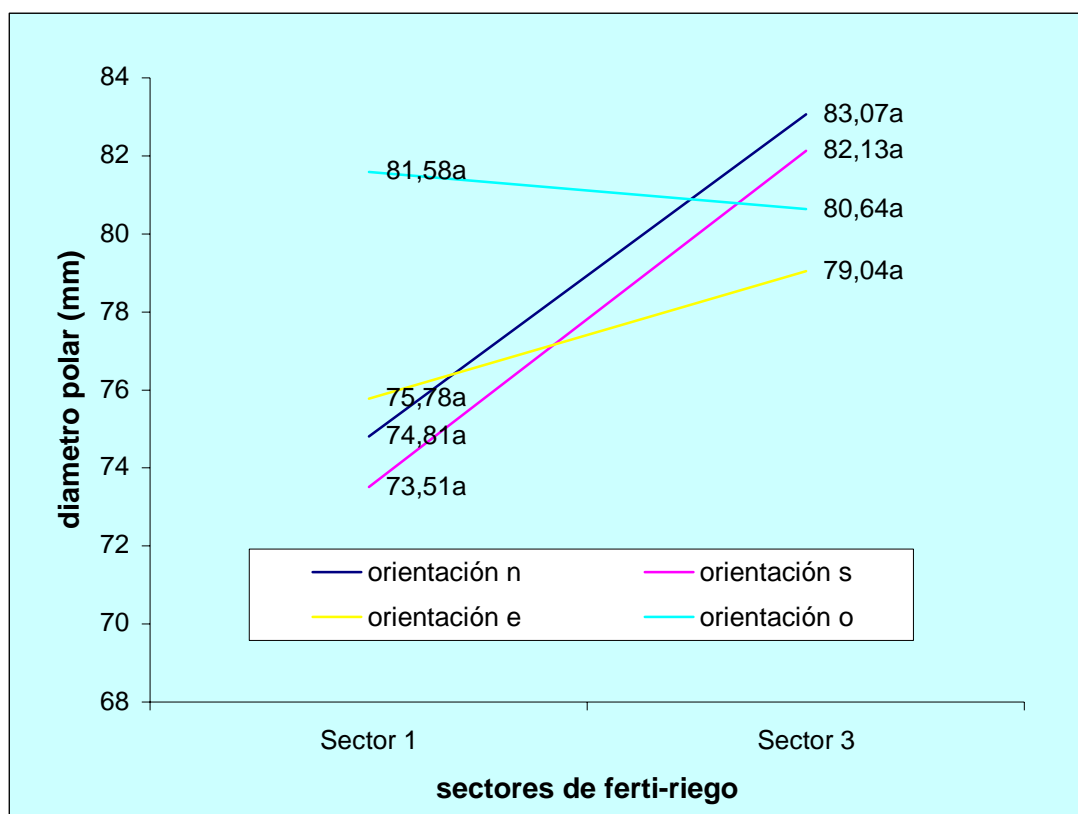


FIGURA 11. Diámetro polar de frutos según orientación de ramillas y sector de ferti-riego.

Considerando entonces, que la orientación de las ramillas no tiene un efecto considerable (de significancia) en la forma o calibre del fruto obtenido, ésto se puede atribuir principalmente al uso de técnicas de manejo. Asimismo, el principal efecto obtenido luego de la aplicación de éstas técnicas fue el mayor número de frutos cuajados por ramilla. Por lo tanto, el costo de su utilización se verá amortiguado con la obtención de mayores rendimientos por árbol y por hectárea, finalmente.

4.2.5 Añerismo. Referente a la producción total de plantas por árboles entre temporadas, considerando los sectores de ferti-riego y técnicas de manejo, sólo se puede determinar que ocurren diferencias entre temporadas, sin observar diferencias producto de sectores o técnicas y siendo mayor la producción observada en la temporada 2001.

CUADRO 15. Número promedio de paltas por sectores de ferti-riego y temporada evaluada.

Temporada	Sectores de ferti-riego		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
2000	65.5 b	59.3 b	79.1 b
2001	102.0 a	87.8 a	133.8 a

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey ($P < 0.05$)

A partir del análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los sectores de ferti-riego en cuanto a la producción de paltos. En relación a la producción por temporada, en la temporada 2001 la producción fue significativamente superior a la temporada 2000, como se muestra en la Figura 12.

A pesar de observarse una mayor producción en el sector 3 en ambas temporadas, esta no se diferencia estadísticamente de los otros sectores. Las diferencias estadísticamente significativas se presentan entre las distintas temporadas.

Al evaluar el número de panículas florales y frutos cuajados se determinó que el mejor sector era el 2 (mayor número de panículas y frutos cuajados). Esto no concuerda con la producción total mostrada en la Figura 6, debido a que las anteriores evaluaciones se realizaron contando panículas y frutos en las ramillas seleccionadas y para esta última evaluación se determinó contando paltas en la totalidad del árbol.

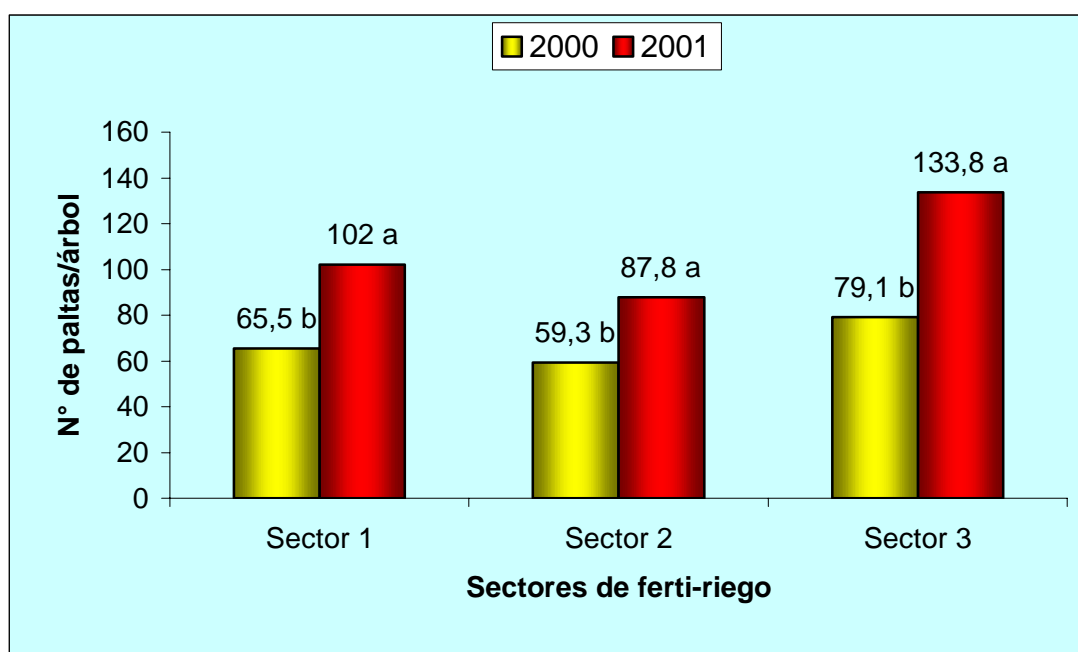


FIGURA 12. Producción promedio (Nº paltas/árbol) por temporadas y sectores de ferti-riego.

El añerismo está probablemente en todos los frutales en diferentes grados. En algunas especies no se distingue lo suficiente como para causar una diferencia notable a través de los años, mientras que en otras es tan marcado que es considerado de gran importancia económica (DAVIS, 1957).

El mismo autor, distingue además dos características importantes en el añerismo:

- la expresión de las producciones alternadas son una característica de árboles individuales o de partes individualizadas dentro de un mismo árbol.
- en el año de alta producción, el árbol completo o parte de él puede cambiar si la producción es removida lo suficientemente temprano (heladas, raleos, etc.).

Es sabido que la presencia de frutos inhibe la formación de yemas florales, por ser importantes consumidores de nutrientes y por aportar giberelinas que son antagónicas a la inducción. Se sabe además que es necesaria una adecuada superficie foliar para que ocurra la diferenciación. Es por ello que la remoción de frutos crea una condición favorable para la formación de yemas florales, mientras que la remoción total de las hojas es desfavorable para la diferenciación (DAVIS, 1957).

En paltos es posible que las prácticas de manejo que tiendan a reducir el rápido crecimiento que ocurre posterior a la antesis, pueden aumentar las cosechas y reducir las producciones bianuales en paltos. Es sabido, además, que cosechas tardías en paltos provocan una mayor disminución de las reservas del árbol, lo que acentúa la condición añera en algunas variedades, como por ejemplo en Hass.

Según GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), el cultivar Hass presenta un bajo añerismo a nivel de huerto, pero el añerismo en cada árbol es sumamente marcado. De esta forma, las producciones de cada árbol se van intercalando en los años, presentándose años de alta producción en algunos y de baja producción en otros.

5 CONCLUSIONES

En relación a los montos de agua que se aplicaban en el huerto el número de panículas florales presenta una relación inversa en cuanto a la cantidad de agua entregada a la planta, es decir, sectores con alto suministro poseen un menor desarrollo del número de panículas.

En relación a los montos de agua que se aplicaban en el huerto el mayor número de frutos cuajados se presentó en el sector con un menor monto de agua y una menor cantidad de nutrientes.

Una mayor concentración de nutrientes aportados en el riego no se traduce en una mayor producción de panículas florales.

El efecto de distintas frecuencias de riego en los sectores analizados no tienen respuestas significativas en la altura y diámetro de los árboles presentes en cada sector. Por lo tanto, el costo de la aplicación de una mayor cantidad de agua y nutrientes en el sector 1 no evidencia un mayor crecimiento de los árboles; por el contrario, tiene un efecto depresor sobre el número de panículas florales.

Con relación al crecimiento de los frutos, tanto el diámetro polar como el diámetro ecuatorial no presentaron diferencia entre los sectores de riego.

No existen diferencias significativas en el número de panículas entre la técnica de anillado y la aplicación de Cultar.

No existen diferencias significativas en el número de frutos cuajados en el anillado y la aplicación de Cultar.

Interviniendo el crecimiento del árbol, realizando alguna técnica de manejo, física o química (anillado o Cultar), se obtiene un mayor número de panículas florales y un mayor número de frutos cuajados que no realizando alguna intervención en el crecimiento.

Se obtiene mayor cuaja de frutos en las ramillas con orientación norte, con respecto a orientación sur no encontrando diferencia con las otras orientaciones cardinales.

El crecimiento de los frutos (diámetro polar y ecuatorial), provenientes de ramas anilladas o con aplicaciones de Cultar no muestra diferencias significativas con los frutos de ramillas no tratadas.

En general, frutos provenientes de ramillas anilladas y con aplicaciones de Cultar presentan mayores diámetros polares, en el sector con un menor aporte de agua, dentro del manejo del huerto.

En una misma temporada se obtienen mayores rendimientos en el sector 3, es decir, con un menor suministro de ferti-riego. Esto traducido en el número de paltas que se obtienen por árbol.

El efecto de la aplicación de técnicas de manejo y distintas frecuencias de riego, hacen aumentar la producción de paltas por árbol de un año a otro, disminuyendo así la característica añera del palto cv. Hass, aunque ésta producción es de calibre menor, sigue siendo de calibre comercializable.

6 RESUMEN

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie frutal de hoja persistente que año tras año ha ido cobrando mayor importancia económica y social en Chile. Dentro del gran número de variedades existentes, el cultivar Hass es actualmente el más importante en Chile.

En una plantación de paltos cultivar Hass establecida en el predio Palomar, sector Panquehue, perteneciente a la empresa Exportadora Aconcagua Ltda. ubicado en la provincia de San Felipe, V Región, Chile. Se procedió a seleccionar 28 árboles para influir mediante distintas frecuencias de ferti-riego y otras técnicas de manejo sobre la cantidad de flores y sobre la producción de frutos en paltos cultivar Hass. Para comprobar esta hipótesis se plantearon como objetivos:

- Determinar el efecto de distintas frecuencias de fertirriego sobre la cantidad de flores y sobre la producción de frutos en paltos cultivar Hass.
- Determinar el efecto del uso de diferentes técnicas de manejo (Cultar y anillado) sobre la cantidad de flores y sobre la producción de frutos en paltos cultivar Hass.
- Evaluar el efecto de la orientación geográfica de las ramas productivas del árbol sobre la producción y tamaño de frutos en paltos cultivar Hass.
- Evaluar el efecto de los distintos tratamientos (frecuencias de ferti-riego) y subtratamientos (técnicas de manejo) sobre el añerismo en la producción.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

Se determinó que el número de panículas florales, el número de frutos cuajados y el diámetro polar de los frutos obtenidos, se ven favorecidos en sectores con una menor frecuencia de ferti-riego.

El efecto de distintas frecuencias de riego en los sectores analizados no tienen respuestas significativas en la altura y diámetro de los árboles presentes en cada sector. Lo mismo ocurrió con el crecimiento de los frutos en forma ecuatorial.

Interviniendo el crecimiento del árbol, realizando alguna técnica de manejo física o química (anillado o aplicación de Cultar), se obtiene un mayor número de panículas florales y un mayor número de frutos cuajados que no realizando alguna intervención en el crecimiento. Además, no existen diferencias significativas entre las técnicas de anillado y cultar, en relación a la cuaja de las ramillas analizadas.

El efecto de la aplicación de técnicas de manejo y distintas frecuencias de riego, hacen aumentar la producción de paltas por árbol de un año a otro, disminuyendo así la característica añera del palto cv. Hass, aunque ésta producción es de calibre menor, sigue siendo de calibre comercializable.

SUMMARY

The avocado tree (*Persea americana Mill.*) is an evergreen fruit tree that has increased its economic and social importance in Chile through the years. Recently, Hass variety is, among other existing varieties, the most important one in Chile.

On an avocado tree orchard located in the rural property named Palomar, Panquehue, owned by Exportadora Aconcagua Ltda., in the province of San Felipe, V Region, Chile, 28 trees were chosen to affect the quantity of flowers and the fruit production in Hass avocado trees, using different fertilized irrigation frequencies and other procedures. In order to confirm such hypothesis, the following objectives were set:

- Determine the effect of different fertilized irrigation frequencies on the quantity of flowers and on fruit production in Hass avocado trees.
- Determine the effect of different procedures (such as paclobutrazol and ringing technique) on the quantity of flowers and on fruit production in Hass avocado trees.
- Evaluate the effect of the geographical orientation of the productive branches of the tree on fruit production and size in Hass avocado trees.
- Evaluate the effect of the different treatments (fertilized irrigation frequencies) and secondary treatments (handling techniques) on the instability of fruit production from one year to another.

The obtained results were analyzed through variance analysis and Tukey test, with a margin of error of 15%.

It was determined that the number of spikes, of fruit settings and the polar diameter of the obtained fruits was better and greater in sectors where there was a minor frequency of fertilized irrigation.

The effect of different irrigation frequencies in the analyzed sectors did not produce important responses on the height and diameter of the trees settled in each sector. This was similar to the equatorial growth of the fruit.

There was a greater number of spikes and fruit settings by intervening the tree growth, or by carrying out some physical or chemical procedures (such as ringing technique and paclobutrazol). Moreover, there were no great differences between the ringing techniques and paclobutrazol, regarding the setting of the analyzed shoots.

The effect of applying handling procedures and different irrigation frequencies was the increase of the avocado production per tree from one year to another, reducing, in this way, the typical unsteadiness in the production of the Hass avocado; although this fruit production has a minor size, such size was still marketable.

7 BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, G. 1994. Efecto del anillado, doble incisión anular e inyección de cultar en ramas de paltos (*Persea americana* Mil.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 124p.
- ALVAREZ DE LA PEÑA, F. 1979. El aguacate. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. España. pp:138-142.
- AVILAN, L.; MENESES, L.; SUCRE, R. y SERPA, D. 1984. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución radical del aguacate (*Persea americana* Mill.). *Fruits* 39 (7-8): 475-482.
- BARRET, M.G. y BARTUSKA, C. 1982. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. *HortScience* 17(5):737-738.
- BECKEY, R. 1986. Pollination of avocado: some new insights with special reference to the "Hass" variety. *California Avocado Society Yearbook* 70: 91-97.
- BENDER, G.S. y SAKOVICH, N. 1988. Evaluation of water distribution by minisprinklers operated without overlap. *California Grower* 12(3):7-8.
- BERGH, B. 1969. Avocado. In: Ferwerda, F. y Witt, F. (eds). *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Netherlands. Landbouwhogeschool. pp. 23-51.

- BLUMENFELD, A.; GAZIT, S.; TOMER, E.; ZAKAY, S. y BIRAN, D. 1975. Factors affecting pollination, fruit set, and fruit drop in avocado. Scientific Activities 1971-1974 Institute of Horticulture, Bet Dagan, Israel. 29p.
- BORST, G. 1984. Strategy for drought: reduce water use, improve efficiency. Avocado Grower 8(8):30-31.
- BOZZOLO, E. 1993. Aproximación a la determinación de los coeficientes de cultivo (Kc) en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 78p.
- BRINGHURST, R.S. 1951. Influence of glasshouse conditions on flower behaviour of Hass and Anaheim avocados. California Avocado Society Yearbook. pp:164-168.
- BURMESTER, E. 1982. Efectos de la incisión anular o anillado en la producción de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 71p.
- BUTTROSE, M.S. y ALEXANDER, D. 1978. Promotion of floral initiation in "Fuerte" avocado by low temperature and short day length. Scientia Horticulturae 8:213-217.
- CAMERON, S.H.; MULLER, R.T. y 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 675p.
- CIFUENTES, B. 1988. Influencia del Paclobutrazol (PP-333) sobre el control del crecimiento vegetativo y la calidad de la uva en *Vitis vinifera* cv. Thompson seedless. Tesis Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 58p.
- COETZER, L.A. y ROBBERTSE, P.J. 1987. Pollination biology of *Persea americana* Mill. cv. Fuerte. South African Avocado Growers Association Yearbook 10: 43-45
- COUTURE, R.M. 1982. PP333: A new experimental plant growth regulator from ICI. Proceeding Plant Grower Regulator Society of America 9:59.
- DAVENPORT, T.L. 1982. Avocado growth and development. Proceeding Florida State Horticultural Society 95:92-96.
- _____. 1989. Pollen deposition on avocado stigmas in southern Florida. HortScience 24(5): 844-845.
- DAVIS, L. 1957. Flowering and alternate bearing. Proc. Amer. Soc. Horticultural Science 70: 545-556.
- DEGANI, CH., GOLDRING, A., GAZIT, SH. y LAVI, U. 1986. Genetic selection during the abscission of avocado fruitlets. Journal of Horticultural Science 21 (5): 1187-1198.

- DÍAZ, M. 1979. Anillado en paltos en la variedad Nabal. Tesis Ing. Agr. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 80p.
- DU PLESSIS, S.F. 1991. Factors important for optimal scheduling of avocados orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook. 14:91-93.
- DURAND, B.J. y DU PLESSIS, S.F. 1990. Irrigation of avocado orchards. Farming in South Africa. South African Avocado Growers Association Yearbook . 13:45-47.
- EMBLETON, T. y 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.
- EREZ, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and by Paclobutrazol. Acta Horticulturae 149:235-241.
- _____. 1986. Effect of soil-applied Paclobutrazol in Drop irrigated peach orchards. Acta Horticulturae 179:513-520.
- ESPINOZA, A. 1991. Rentabilidad de una plantación de paltos. Revista de Desarrollo Agrícola, Banco Osorno 1:9-13.
- FLORES, D.; VITE, P. y BORYS, M.W. 1988. Laterals distribution on the principal roots in avocado seedlings (*Persea americana* Mill.). California Avocado Society Yearbook 72:237-242.
- FRIED, P. 1992. Evaluación de la polinización y cuaja en palto (*Persea*

americana Mill.), mediante el uso de *Bombus terrestris* (Hymenóptera: *Apidae*) en la localidad de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83p.

FUNDACIÓN CHILE. 1991. Producción mundial y avances en el manejo del cultivo de paltas. *Agroeconómico* 3:15-20.

_____. 1993a. Paltas: estabilidad en los precios internos. *Agroeconómico* 17: 18-21.

_____. 1993b. 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. 201p.

GREENE, D. 1986. Effect of Paclobutrazol and analogs on growth, yield, fruit quality and storage potential of "Delicious" apples. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 11(3):328-332.

GREGORIOU, C. 1989. Effect of girdling on fruit set of Fuerte avocado variety. *California Avocado Society Yearbook* 73:153-158.

_____. y KUMAR, D.R. 1984. Effects of irrigation and mulching on shoot and root growth of avocado (*Persea americana* Mill.) and mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Horticultural Science* 59(1):109-117.

GUSTAFSON, C.D.; MARSH, R.L. y DAVIES, S. 1979. Drip irrigation on avocado. Six-year summary of project. *California Avocado Society Yearbook* 60:57-72.

- HARTMANN, H. y KESTER, D.E. 1986. Propagación de Plantas: principios y prácticas. México. Continental 813p.
- HERNÁNDEZ, 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.
- HUNTER, N. y PROCTOR, L. 1990. Paclobutrazol bioassay using axillary growth of a grapa shoot. HortScience 25(3):21.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimollo, mango y papayo. 3a ed. Barcelona. Aedos 175p.
- IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PCL. (ICIP) 1984. Boletín de Datos Técnicos: Paclobutrazol, regulador de crecimiento vegetal para frutas. 30p.
- ISH-AM, G. y EISIKOWITCH, D. 1991. New insight into avocado flowering in relation to its pollination. Avocado Society Yearbook pp:125-137.
- KOHNE, S. 1988. Dwarfing avocado trees through application of new retardant. California Grower 12(3):64-66
- _____. 1992. Increased yield through girdling of young Hass trees prior to thinning. South African Avocado Growers Association Yearbook 15:68.
- _____. y KREMER-KOHNE, S. 1987. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (Paclobutrazol). South African Avocado Growers Association Yearbook 15:68.

_____. y KREMER-KOHNE, S. 1989. Comparisson of growth regulators Paclobutrazol and Uniconazole on avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 13:31-32.

_____. y KREMER-KOHNE, S. 1990. Avocado high density planting: a progress report. South Africa Avocado Growers Association. 14: 42-43.

_____. y KREMER-KOHNE, S. 1992. Yield advantages and control of vegetative growth in a high-density avocado orchard treated with Paclobutrazol. World Avocado Congress II, 21-26 april 1991, Orange, California pp:233-235.

KURTZ, C.; GUIL, I. y KLEIN, I. 1991. Water rate effects on three avocado cultivars. World Avocado Congress II, 21-26 april 1991, Orange, California p:103.

LAHAV, E. 1970. Localization of fruit on the tree, branch girdling and fruit thinning. Report of the Division of Subtropical Horticulturæ 1960-1969. Volcani Institute, Bet Dagan, Israel. 88p.

_____. y KALMAR, D. 1983. Determinations of the irrigation regimen for an avocado plantation in spring and autumn. Australian Journal of Agricultural Research 34(6):714-724.

_____.; GEFEN, B. y ZAMET, D. 1971a. The effect of girdling on the productivity quality of the avocado. Journal of American Society of Horticultural Science 96(3):396-398.

- _____.; GEFEN, B. y ZAMET, D. 1975. Increasing the size of Hass avocado fruits. Scientific Activities 1971-1974. Institute of Horticulture, Bet Dagan, Israel. 14: 85-93
- LESLEY, J.W. y BRINGHURST, R.S. 1951. Environmental conditions affecting pollination of avocado. California Avocado Society Yearbook pp:169-173.
- LEVER, B.G. 1986. Cultar a technical overview. Acta Horticulturae 179:325-330.
- _____. 1987. Cultar a technical overview. In: Imperial Chemical Industries (eds). Cultar: its application in fruit growing. Netherlands pp:13-20.
- LOVATT, C.J. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook 74: 193-199.
- LYMAN, B. 1982. Irrigation Analisis: Water: how much, how little, how many times?. Avocado Grower 6(6):28-33.
- MARSH, A.W; BRANSON, R.L.; DAVIS, S.; GUSTAFSON, C.D. y STROHMAN, R.A. 1978. Irrigating new avocado orchards. California Agriculture 32:19-20.
- MARTINEZ, A.R. 1981. Proyecto de implementación 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.

- MORANDE, J.V. 1987. Efecto del Paclobutrazol en nectarines cv. Reagal Grand. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 103p.
- NOEL, H.T. 1970. The girdling tree. *The Botanical Review* 36:162-195.
- PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto *Persea americana* Mill. cv Fuerte, Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 120p.
- PAPADEMETRIOU, M.K. 1975. Pollen tube growth in avocados (*Persea americana* Mill.). *California Avocado Society Yearbook* 58:99-102.
- _____. 1976. Percentage fruit set in avocados (*Persea americana* Mill.). *California Avocado Society Yearbook* 76:153-142.
- PARODI, L.R. 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería: descripción de las plantas cultivadas. Acme. Buenos Aires. V1:385p.
- PLOETZ, R.C.; RAMOS, J.L.; PARRADO, J.L. y SHEPARD, E.S. 1991. Shoot and root growth cycles of avocado in south Florida. *Proceeding Florida State Horticultural Society* 104:21-24.
- QUINLAN, J. 1980. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Acta Horticulturae* 114:144-151.
- _____. 1982. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Compact Fruit Tree* 15:33-39.

- _____. y RICHADSON, P.J. 1986. Uptake and translocation of Paclobutrazol and implications for orchard use. *Acta Horticulturae* 179:443-451.
- RAESE, J.T. y BURTS, E.C. 1983. Increased yield and suppression of shoot growth and mite population of D'Anjou pear trees with nitrogen and Paclobutrazol (ICI PP333). *HortScience* 18:212-214.
- RAZETO, B. y LONGUEIRA, J. 1986. Efectos del anillado de tronco y del Paclobutrazol en palto cv. Negra de La Cruz. *Investigación Agrícola* 2(9):47-51.
- RODRIGUEZ, F. 1982. El aguacate. México. AGT.167p.
- ROWLANDS, D. 1994. Efecto del anillado, doble incisión anular y aplicaciones de cultar en ramas de palto (*Persea americana* Mil.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 91p.
- SAAVEDRA, F. 1992. Ensayo de riego deficitario controlado en palto (*Persea americana* Mil.) cv. Hass en la localidad de Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 60p.
- 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.; SEDGLEY, M. y ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae* 25:99-110.

SCHROEDER, C.A. 1953. Growth and development of the fuerte avocado fruit. Proceeding of the American Society Horticultural Science 61:103-109.

_____. 1954. Some aspects of pollination in the avocado. California Avocado Society Yearbook 38:159-162.

SEDGLEY, M. 1977a. The effect of temperature in floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the 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.

_____. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. Annals of Botany 46: 771-777.

_____. y ANNELLS, C.M. 1981. Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cv. "Hass". Scientia Horticulturae 14: 27-23.

_____. y GRANT, W.J. 1983. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in the avocado cultivars. Scientia Horticulturae 18: 207-213.

SHEARING, S.J. y JONES, T. 1986. Fruit tree growth control with Cultar-which method of application. Acta Horticulturae 179:505-512.

SILVA, P. 1992. Efecto del Cultar (paclobutrazol) en árboles recortados de paltos (*Persea americana* Mil.) cv. Hass sobre el crecimiento vegetativo y

entrada en producción. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79p.

SOUTH AFRICAN AVOCADO GROWERS ASSOCIATION. (SAAGA) 1990. Fertilization guidelines for high yields and good fruit quality in avocado. Research and Technical Committee Yearbook 13:8-10.

STOUT, A. 1932. Sex in avocados and pollination. California Avocado Grower's Association Yearbook pp:172-173.

SYMONS, P.R. 1988. Paclobutrazol: Its application and effects on aspects of plant morphology, anatomy, biochemistry y physiology. Department of Horticultural Science, University of Natal. 82p.

TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 130p.

TELLO, C. 1991. Efectos de volúmenes diferenciados de riego en el desarrollo vegetativo, producción y calidad de frutos en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 46p.

TICHO, R. 1970-1971. Girdling, a means to increase avocado fruit production. California Avocado Society 54:90-94.

TOMER, E. 1977. The effect of girdling on flowering, fruit setting and abscission in avocado trees. Submitted to the Senate of the Hebrew University of Jerusalem. June 1977. 99p.

- TOUMEY, J. 1980. Girdling a forgotten art?. Avocado Grower Magazine 4(10):12-14.
- TROCHOULIAS, T. 1973. Avocado cincturing. The Agricultural Gazete of New South Wales 84(2).127.
- _____. y O'NEILL, G.H. 1976. Girdling of Fuerte avocado in subtropical Australia. Scientia Horticulturae 5:239-242.
- TUKEY, L.D. 1987. Cropping characteristics of bearing apple trees annaully sprayed with Paclobutrazol (PP333). In: Imperial Chemical Industries Cultar (eds). Its application in fruit growing. pp:93-90.
- TURNEY, J. y MENGE, J. 1993. Mulching benefits. California Grower 17(10):35.
- WANG, S.Y.; BYUN, J.K y STEFFENS, G.L. 1985. Controlling plant growth via the giberellin biosynthesis system. II Biochemical and physiological alterations in apple wood. HortScience 21:1419-1421.
- WEBSTER, A.D. y QUINLAN, J.D. 1986. The effects of soil or foliar sprays of Paclobutrazol on the shoots growth and yield of european plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. Acta Horticulturae 179:557-558.
- WHILEY, A.W. 1990a. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso internacional de producción, post cosecha y comercialización de paltas, 2 al 5 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile. 78p.
- _____. 1990b. Nutrición, una herramienta 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. 51p

_____. 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. 63p.

_____. y 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 10:34-47.

_____.; CHAPMAN, K.R. y 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.

_____. y WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers Association Yearbook 13:25-27.

_____.; SARANAH, J.; WOLSTENHOLME, B. y RASMUSSEN, T. 1991. Use of Paclobutrazol sprays at mid-anthesis for increasing fruit size and yield of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass). Journal of Horticultural Science 66:593-600.

_____. y SARANAH, J. 1992. Effect of Paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass Avocado growing subtropical climates. Proceedings of Second World Avocado Congress 1992. pp: 227-232.

WILLIAMS, M.W. 1982. Vegetative growth control of apples with the bioregulant ICI PP333. *HortScience* 17:577.

_____. 1984. Use of bioregulators to control vegetative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. *Acta Horticulturae* 146:97-104.

_____.; CURRY, L.A. y GREENE, G.M. 1986. Chemical control of vegetative growth of pome and stone fruit trees with GA biosynthesis inhibitors. *Acta Horticulturae* 179:453-458.

WOLSTENHOLME, B.N. 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. *California Avocado Growers Association Yearbook* 10:58-61.

_____. 1990. Some thoughts on flowering in avocado trees. *Journal of the South African Avocado Growers Association* 10:3-4.

_____.; CUTTING, J.G. y 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.

_____.; WHILEY, A.W. y SARANAH, J.B. 1988. Strategically targeted Paclobutrazol foliar sprays for manipulation of productivity in avocado. *Maroochy Horticultural Research Station Report N°5*. 5:14-20.

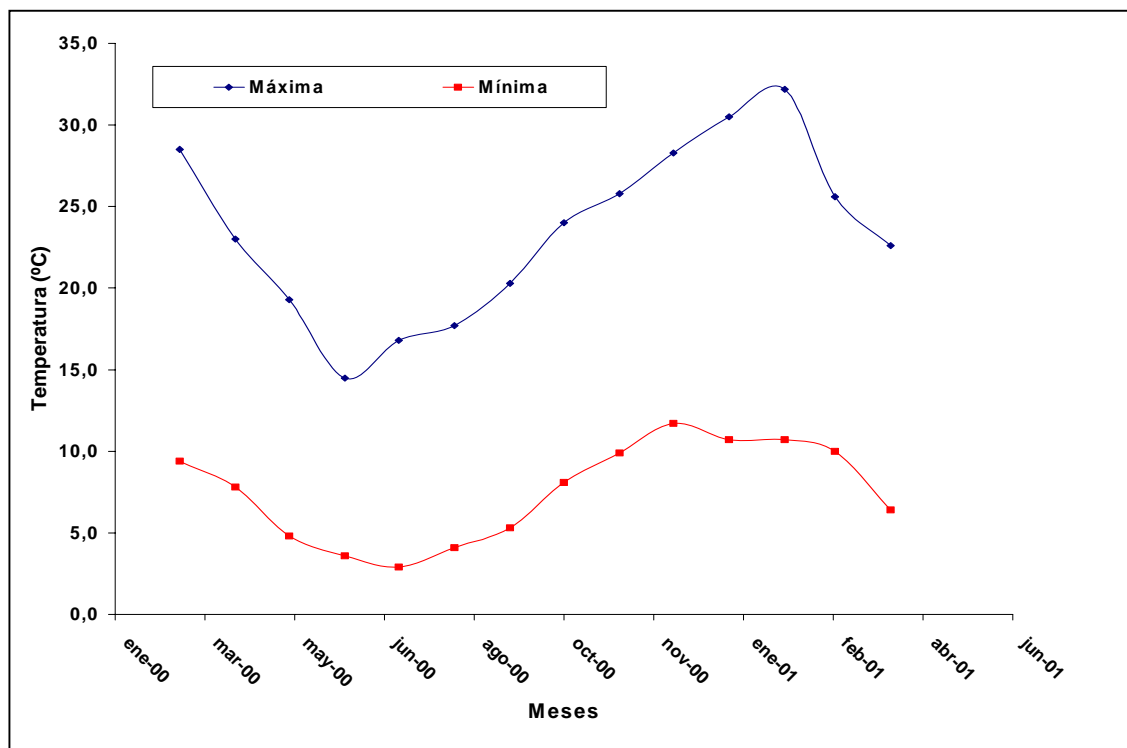
_____. y WHILEY, A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 12:33-37.

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

_____.; WHILEY, A.W. y SARANAH, J.B. 1990. Manipulating vegetative:reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with Paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41:315-327.

ANEXOS

ANEXO 1. Variación en las temperaturas máximas y mínimas durante temporadas 2000 y 2001 en el predio Palomar (San Felipe, V Región).



ANEXO 2: Número de panículas florales, según frecuencia, técnica y exposición.

FREC RIEGO	TECNICA	EXPOSICION	Nº PANICULAS
12	C	N	3
12	C	N	0
12	C	N	9
12	C	N	4
12	C	S	0
12	C	S	3
12	C	S	11
12	C	S	5
12	C	E	5
12	C	E	1
12	C	E	4
12	C	E	1

Continúa...

Continuación Anexo 2

12	c	O	12
12	c	O	3
12	a	N	7
12	a	N	2
12	a	N	6
12	a	N	0
12	a	S	1
12	a	S	4
12	a	S	0
12	a	S	0
12	a	E	6
12	a	E	5
12	a	E	10
12	a	E	0
12	a	O	0
12	a	O	2
12	a	O	0
12	a	O	4
12	s	N	3
12	s	N	12
12	s	N	3
12	s	N	0
12	s	S	3
12	s	S	0
12	s	S	0
12	s	S	0
12	s	S	0
12	s	E	1
12	s	E	1
12	s	E	4
12	s	E	2
12	s	O	1
12	s	O	3
12	s	O	0
12	s	O	0
6	s	N	11
6	s	N	4
6	s	N	6
6	s	N	6
6	s	S	1
6	s	S	3
6	s	S	6
6	s	S	6
6	s	E	6
6	s	E	8

Continúa...

Continuación Anexo 2

6	s	O	4
6	s	O	6
6	s	O	6
8	c	N	8
8	c	N	6
8	c	N	1
8	c	N	6
8	c	S	6
8	c	S	5
8	c	S	2
8	c	S	3
8	c	E	11
8	c	E	8
8	c	E	4
8	c	E	6
8	c	O	12
8	c	O	4
8	c	O	4
8	c	O	4
8	a	N	6
8	a	N	4
8	a	N	11
8	a	N	6
8	a	S	9
8	a	S	2
8	a	S	3
8	a	S	4
8	a	E	2
8	a	E	5
8	a	E	7
8	a	E	3
8	a	O	19
8	a	O	9
8	a	O	4
8	a	O	8
8	s	N	7
8	s	N	5
8	s	N	1
8	s	N	9
8	s	S	3
8	s	S	1
8	s	S	0
8	s	S	2
8	s	E	7

Continúa...

Continuación Anexo 2

8	s	E	0
8	s	E	5
8	s	O	6
8	s	O	5
8	s	O	0
8	s	O	2

ANEXO 3: Análisis de varianza para el número de panículas florales.

1= Sector		2=Técnica		3=orientación		
EFECTO	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio	F	significancia
1	1	110.510	72	11.065	9.986	0.0023 *
2	4	25.833	72	11.065	2.334	0.0636
3	9	11.920	72	11.065	1.077	0.3900
12	-	-	-	-	-	-
13	9	13.586	72	11.065	1.227	0.2919
23	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-

ANEXO 4: Altura y diámetro de los árboles estudiados

FREC RIEGO	TECNICA	ALTURA (m)	ANCHO (m)
12	C	4	3
12	C	4,25	3,5
12	C	3,5	3,5
12	C	3	3,25
8	C	4,5	3
8	C	6	4,5
8	C	5,5	3
8	C	4,6	3,3
12	A	5,6	4,3
12	A	4,8	3,9
12	A	4,5	3,7
12	A	5	3,5
8	A	4,5	3,5
8	A	4	3,5
8	A	5,5	3,4
8	A	3,5	4
12	S	4	3,5
12	S	4,8	4
12	S	4,5	3,75
12	S	3,7	3,4
8	S	4,5	3,5

Continúa...

Continuación Anexo 4.

8	S	4	3,5
6	S	4	3,7
6	S	6	4
6	S	3,4	2,9
6	S	4,5	3,5

ANEXO 5: Análisis de varianza para la altura de árboles.

EFECTO	1= Sector		2=Técnica		F	significancia
	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio		
1	1	1.500	18	0.4722	3.1764	0.09158*
2	4	0.833	18	0.4722	1.7647	0.1799
12	-	-	-	-	-	-

ANEXO 6: Análisis de varianza para el diámetro de árboles.

EFECTO	1= Sector		2=Técnica		F	significancia
	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio		
1	1	0.4167	18	0.2083	0.200	0.660
2	4	0.4167	18	0.2083	0.200	0.935
12	-	-	-	-	-	-

ANEXO 7: Número de frutos cuajados, según fecha, técnica y exposición

FREC RIEGO	FECHA	TECNICA	EXPOSICION	Nº FRUTO CUAJADO
12	Dic	c	N	20
12	Dic	c	N	0
12	Dic	c	N	15
12	Dic	c	N	5
12	Mar	c	N	1
12	Mar	c	N	0
12	Mar	c	N	15
12	Mar	c	N	4
12	Dic	c	S	0
12	Dic	c	S	5
12	Dic	c	S	20
12	Dic	c	S	7
12	Mar	c	S	0
12	Mar	c	S	0
12	Mar	c	S	15
12	Mar	c	S	4
12	Dic	c	E	18

Continúa...

Continuación Anexo 7

12	Dic	c	E	1
12	Mar	c	E	5
12	Mar	c	E	4
12	Mar	c	E	2
12	Mar	c	E	0
12	Dic	c	O	4
12	Dic	c	O	0
12	Dic	c	O	20
12	Dic	c	O	1
12	Mar	c	O	4
12	Mar	c	O	0
12	Mar	c	O	10
12	Mar	c	O	1
12	Dic	a	N	33
12	Dic	a	N	3
12	Dic	a	N	10
12	Dic	a	N	0
12	Mar	a	N	10
12	Mar	a	N	0
12	Mar	a	N	2
12	Mar	a	N	0
12	Dic	a	S	2
12	Dic	a	S	0
12	Dic	a	S	0
12	Dic	a	S	0
12	Mar	a	S	0
12	Mar	a	S	0
12	Mar	a	S	0
12	Mar	a	S	0
12	Dic	a	E	7
12	Dic	a	E	0
12	Dic	a	E	20
12	Dic	a	E	0
12	Mar	a	E	1
12	Mar	a	E	0
12	Mar	a	E	5
12	Mar	a	E	0
12	Dic	a	O	0
12	Dic	a	O	3
12	Dic	a	O	0
12	Dic	a	O	4
12	Mar	a	O	0
12	Mar	a	O	3
12	Mar	a	O	0
12	Mar	a	O	3
12	Dic	s	N	8

Continúa...

Continuación Anexo 7

12	Dic	s	N	0
12	Mar	s	N	3
12	Mar	s	N	13
12	Mar	s	N	5
12	Mar	s	N	0
12	Dic	s	S	4
12	Dic	s	S	0
12	Dic	s	S	0
12	Dic	s	S	0
12	Mar	s	S	2
12	Mar	s	S	0
12	Mar	s	S	0
12	Mar	s	S	0
12	Dic	s	E	6
12	Dic	s	E	3
12	Dic	s	E	17
12	Dic	s	E	0
12	Mar	s	E	3
12	Mar	s	E	3
12	Mar	s	E	7
12	Mar	s	E	0
12	Dic	s	O	0
12	Dic	s	O	4
12	Dic	s	O	0
12	Dic	s	O	0
12	Mar	s	O	0
12	Mar	s	O	3
12	Mar	s	O	0
12	Mar	s	O	0
6	Dic	s	N	4
6	Dic	s	N	5
6	Dic	s	N	4
6	Dic	s	N	8
6	Mar	s	N	2
6	Mar	s	N	0
6	Mar	s	N	0
6	Mar	s	N	3
6	Dic	s	S	28
6	Dic	s	S	1
6	Dic	s	S	0
6	Dic	s	S	7
6	Mar	s	S	27
6	Mar	s	S	1
6	Mar	s	S	0
6	Mar	s	S	7
6	Dic	s	E	31

Continúa...

Continuación Anexo 7

6	Dic	s	E	18
6	Mar	s	E	30
6	Mar	s	E	8
6	Mar	s	E	10
6	Mar	s	E	16
6	Dic	s	O	40
6	Dic	s	O	3
6	Dic	s	O	3
6	Dic	s	O	17
6	Mar	s	O	35
6	Mar	s	O	1
6	Mar	s	O	2
6	Mar	s	O	17
8	Dic	c	N	7
8	Dic	c	N	18
8	Dic	c	N	0
8	Dic	c	N	3
8	Mar	c	N	6
8	Mar	c	N	8
8	Mar	c	N	0
8	Mar	c	N	3
8	Dic	c	S	16
8	Dic	c	S	18
8	Dic	c	S	1
8	Dic	c	S	8
8	Mar	c	S	11
8	Mar	c	S	5
8	Mar	c	S	1
8	Mar	c	S	0
8	Dic	c	E	17
8	Dic	c	E	17
8	Dic	c	E	2
8	Dic	c	E	15
8	Mar	c	E	11
8	Mar	c	E	16
8	Mar	c	E	1
8	Mar	c	E	14
8	Dic	c	O	12
8	Dic	c	O	0
8	Dic	c	O	4
8	Dic	c	O	3
8	Mar	c	O	10
8	Mar	c	O	0
8	Mar	c	O	0
8	Mar	c	O	2
8	Dic	a	N	14

Continúa...

Continuación Anexo 7

8	Dic	a	N	18
8	Mar	a	N	11
8	Mar	a	N	5
8	Mar	a	N	12
8	Mar	a	N	11
8	Dic	a	S	20
8	Dic	a	S	0
8	Dic	a	S	13
8	Dic	a	S	4
8	Mar	a	S	12
8	Mar	a	S	0
8	Mar	a	S	0
8	Mar	a	S	4
8	Dic	a	E	5
8	Dic	a	E	3
8	Dic	a	E	13
8	Dic	a	E	4
8	Mar	a	E	0
8	Mar	a	E	1
8	Mar	a	E	13
8	Mar	a	E	0
8	Dic	a	O	29
8	Dic	a	O	7
8	Dic	a	O	10
8	Dic	a	O	15
8	Mar	a	O	20
8	Mar	a	O	6
8	Mar	a	O	5
8	Mar	a	O	10
8	Dic	s	N	2
8	Dic	s	N	2
8	Dic	s	N	2
8	Dic	s	N	26
8	Mar	s	N	2
8	Mar	s	N	1
8	Mar	s	N	0
8	Mar	s	N	23
8	Dic	s	S	5
8	Dic	s	S	1
8	Dic	s	S	0
8	Dic	s	S	0
8	Mar	s	S	5
8	Mar	s	S	1
8	Mar	s	S	0
8	Mar	s	S	0
8	Dic	s	E	25

Continúa...

Continuación Anexo 7

8	Dic	s	E	4
8	Mar	s	E	22
8	Mar	s	E	3
8	Mar	s	E	0
8	Mar	s	E	0
8	Dic	s	O	3
8	Dic	s	O	3
8	Dic	s	O	0
8	Dic	s	O	2
8	Mar	s	O	3
8	Mar	s	O	1
8	Mar	s	O	0
8	Mar	s	O	2

ANEXO 8: Análisis de varianza para el número de frutos cuajados.

EFECTO	1= Sector		2=Técnica		3=orientación	
	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio	F	significancia
1	1	344.00	168	41.1838	8.3529	0.004 *
2	4	120.36	168	41.1838	2.922	0.022 *
3	9	97.38	168	41.1838	2.364	0.015 *
12	-	-	-	-	-	-
13	9	46.345	168	41.1838	1.1253	0.347
23	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-

ANEXO 9: Producciones del huerto en los años 2000-2001.

FREC	TECNICA	AÑO	Nº PALTAS
12	C	2000	82
12	C	2000	17
12	C	2000	64
12	C	2000	80
8	C	2000	110
8	C	2000	74
8	C	2000	98
8	C	2000	62
12	C	2001	138
12	C	2001	83
12	C	2001	154
12	C	2001	114
8	C	2001	203
8	C	2001	139
8	C	2001	221

Continúa...

Continuación Anexo 9

12	A	2000	82
12	A	2000	45
12	A	2000	64
8	A	2000	110
8	A	2000	74
8	A	2000	127
8	A	2000	26
12	A	2001	111
12	A	2001	98
12	A	2001	36
12	A	2001	75
8	A	2001	225
8	A	2001	137
8	A	2001	117
8	A	2001	62
12	S	2000	80
12	S	2000	8
12	S	2000	64
12	S	2000	120
8	S	2000	4
8	S	2000	57
8	S	2000	155
8	S	2000	52
12	S	2001	101
12	S	2001	115
12	S	2001	198
12	S	2001	1
8	S	2001	193
8	S	2001	37
8	S	2001	12
8	S	2001	109
6	S	2000	47
6	S	2000	0
6	S	2000	104
6	S	2000	86
6	S	2001	69
6	S	2001	25
6	S	2001	115
6	S	2001	142

ANEXO 10: Análisis de varianza para el añerismo del huerto.

EFECTO	1= Sector		2= Año		3= Técnica	
	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio	F	significancia
1	1	61.88.02	36	2599.174	2.3807	0.13158
2	1	24979.69	36	2599.174	9.6106	0.00374 *
3	4	3367.96	36	2599.174	1.2957	0.290024
12	1	999.19	36	2599.174	0.3844	0.53915
13	-	-	-	-	-	-
23	4	1904.38	36	2599.174	0.73268	0.575676
123	-	-	-	-	-	-

ANEXO 11: Diámetros polares y ecuatoriales, según frecuencia, técnica y exposición (mm).

Fecha muestreo	FREC RIEGO	TECNICA	EXPOSICION	POLAR	ECUATORIAL
05-Ene	12	c	N	35	23
05-Ene	12	c	N	55	35
05-Ene	12	c	N	47	30
05-Ene	12	c	N	50	32
30-Ene	12	c	N	65	40
30-Ene	12	c	N	68	42
30-Ene	12	c	N	49	31
30-Ene	12	c	N	64	38
24-Feb	12	c	N	70	41
24-Feb	12	c	N	82	47
24-Feb	12	c	N	63	43
24-Feb	12	c	N	73	46
05-Ene	12	c	S	36	23
05-Ene	12	c	S	44	26
05-Ene	12	c	S	36	29
05-Ene	12	c	S	54	34
30-Ene	12	c	S	55	35
30-Ene	12	c	S	51	33
30-Ene	12	c	S	46	32
30-Ene	12	c	S	69	39
24-Feb	12	c	S	81	45
24-Feb	12	c	S	76	45
24-Feb	12	c	S	59	42
24-Feb	12	c	S	74	41
05-Ene	12	c	E	42	24
05-Ene	12	c	E	64	36
05-Ene	12	c	E	45	29
05-Ene	12	c	E	59	31
30-Ene	12	c	E	75	37

Continúa...

Continuación Anexo 11

30-Ene	12	c	E	67	38
24-Feb	12	c	E	78	39
24-Feb	12	c	E	81	47
24-Feb	12	c	E	55	36
24-Feb	12	c	E	70	40
05-Ene	12	c	O	49	29
05-Ene	12	c	O	50	32
05-Ene	12	c	O	47	28
05-Ene	12	c	O	51	31
30-Ene	12	c	O	65	37
30-Ene	12	c	O	54	34
30-Ene	12	c	O	56	31
30-Ene	12	c	O	61	37
24-Feb	12	c	O	67	39
24-Feb	12	c	O	75	42
24-Feb	12	c	O	70	40
24-Feb	12	c	O	75	41
05-Ene	12	a	N	67	43
05-Ene	12	a	N	58	38
05-Ene	12	a	N	50	31
05-Ene	12	a	N	53	32
30-Ene	12	a	N	71	45
30-Ene	12	a	N	71	40
30-Ene	12	a	N	65	47
30-Ene	12	a	N	82	44
24-Feb	12	a	N	81	48
24-Feb	12	a	N	80	50
24-Feb	12	a	N	75	49
24-Feb	12	a	N	88	47
05-Ene	12	a	S	50	32
05-Ene	12	a	S	59	33
05-Ene	12	a	S	54	24
05-Ene	12	a	S	48	31
30-Ene	12	a	S	58	40
30-Ene	12	a	S	72	39
30-Ene	12	a	S	62	33
30-Ene	12	a	S	63	39
24-Feb	12	a	S	88	44
24-Feb	12	a	S	76	45
24-Feb	12	a	S	79	43
24-Feb	12	a	S	64	43
05-Ene	12	a	E	76	41
05-Ene	12	a	E	68	47
05-Ene	12	a	E	56	33

Continúa...

Continuación Anexo 11

30-Ene	12	a	E	73	51
30-Ene	12	a	E	61	37
30-Ene	12	a	E	71	47
24-Feb	12	a	E	88	48
24-Feb	12	a	E	85	54
24-Feb	12	a	E	71	43
24-Feb	12	a	E	75	49
05-Ene	12	a	O	61	32
05-Ene	12	a	O	55	34
05-Ene	12	a	O	38	27
05-Ene	12	a	O	59	35
30-Ene	12	a	O	63	43
30-Ene	12	a	O	63	38
30-Ene	12	a	O	47	33
30-Ene	12	a	O	61	44
24-Feb	12	a	O	68	45
24-Feb	12	a	O	75	44
24-Feb	12	a	O	56	40
24-Feb	12	a	O	89	49
05-Ene	12	s	N	69	43
05-Ene	12	s	N	58	35
05-Ene	12	s	N	52	32
05-Ene	12	s	N	0	0
30-Ene	12	s	N	80	46
30-Ene	12	s	N	74	42
30-Ene	12	s	N	61	39
30-Ene	12	s	N	0	0
24-Feb	12	s	N	89	51
24-Feb	12	s	N	86	48
24-Feb	12	s	N	72	45
24-Feb	12	s	N	0	0
05-Ene	12	s	S	59	35
05-Ene	12	s	S	53	32
05-Ene	12	s	S	57	37
05-Ene	12	s	S	0	0
30-Ene	12	s	S	71	43
30-Ene	12	s	S	64	39
30-Ene	12	s	S	70	42
30-Ene	12	s	S	0	0
24-Feb	12	s	S	84	48
24-Feb	12	s	S	77	42
24-Feb	12	s	S	81	48
24-Feb	12	s	S	0	0
05-Ene	12	s	E	65	38

Continúa...

Continuación Anexo 11

05-Ene	12	s	E	0	0
30-Ene	12	s	E	80	44
30-Ene	12	s	E	68	40
30-Ene	12	s	E	61	40
30-Ene	12	s	E	0	0
24-Feb	12	s	E	90	47
24-Feb	12	s	E	83	46
24-Feb	12	s	E	66	44
24-Feb	12	s	E	0	0
05-Ene	12	s	O	51	21
05-Ene	12	s	O	51	32
05-Ene	12	s	O	58	22
05-Ene	12	s	O	47	29
30-Ene	12	s	O	71	42
30-Ene	12	s	O	64	38
30-Ene	12	s	O	69	32
30-Ene	12	s	O	56	35
24-Feb	12	s	O	81	48
24-Feb	12	s	O	78	41
24-Feb	12	s	O	81	47
24-Feb	12	s	O	68	41
05-Ene	6	s	N	52	36
05-Ene	6	s	N	55	40
05-Ene	6	s	N	55	36
05-Ene	6	s	N	68	40
30-Ene	6	s	N	67	41
30-Ene	6	s	N	68	43
30-Ene	6	s	N	62	41
30-Ene	6	s	N	70	44
24-Feb	6	s	N	76	43
24-Feb	6	s	N	78	50
24-Feb	6	s	N	77	45
24-Feb	6	s	N	75	47
05-Ene	6	s	S	53	36
05-Ene	6	s	S	57	36
05-Ene	6	s	S	59	38
05-Ene	6	s	S	70	40
30-Ene	6	s	S	59	40
30-Ene	6	s	S	71	43
30-Ene	6	s	S	71	41
30-Ene	6	s	S	83	45
24-Feb	6	s	S	67	42
24-Feb	6	s	S	86	49
24-Feb	6	s	S	82	46

Continúa...

Continuación Anexo 11

05-Ene	6	s	E	72	41
05-Ene	6	s	E	66	36
05-Ene	6	s	E	65	36
30-Ene	6	s	E	61	44
30-Ene	6	s	E	78	44
30-Ene	6	s	E	77	42
30-Ene	6	s	E	82	44
24-Feb	6	s	E	67	51
24-Feb	6	s	E	85	49
24-Feb	6	s	E	93	46
24-Feb	6	s	E	95	58
05-Ene	6	s	O	58	38
05-Ene	6	s	O	48	33
05-Ene	6	s	O	58	38
05-Ene	6	s	O	53	33
30-Ene	6	s	O	70	41
30-Ene	6	s	O	72	43
30-Ene	6	s	O	74	45
30-Ene	6	s	O	64	39
24-Feb	6	s	O	77	45
24-Feb	6	s	O	84	59
24-Feb	6	s	O	84	49
24-Feb	6	s	O	75	44
05-Ene	8	c	N	65	40
05-Ene	8	c	N	54	36
05-Ene	8	c	N	39	26
05-Ene	8	c	N	64	39
30-Ene	8	c	N	82	41
30-Ene	8	c	N	65	43
30-Ene	8	c	N	55	36
30-Ene	8	c	N	73	43
24-Feb	8	c	N	87	45
24-Feb	8	c	N	77	45
24-Feb	8	c	N	70	47
24-Feb	8	c	N	80	47
05-Ene	8	c	S	64	36
05-Ene	8	c	S	55	35
05-Ene	8	c	S	58	34
05-Ene	8	c	S	56	38
30-Ene	8	c	S	76	41
30-Ene	8	c	S	80	43
30-Ene	8	c	S	71	38
30-Ene	8	c	S	60	43
24-Feb	8	c	S	85	45

Continúa...

Continuación Anexo 11

24-Feb	8	c	S	69	45
05-Ene	8	c	E	56	37
05-Ene	8	c	E	61	39
05-Ene	8	c	E	48	32
05-Ene	8	c	E	66	39
30-Ene	8	c	E	64	40
30-Ene	8	c	E	63	43
30-Ene	8	c	E	60	37
30-Ene	8	c	E	73	42
24-Feb	8	c	E	69	41
24-Feb	8	c	E	75	47
24-Feb	8	c	E	85	44
24-Feb	8	c	E	78	46
05-Ene	8	c	O	56	40
05-Ene	8	c	O	52	31
05-Ene	8	c	O	48	32
05-Ene	8	c	O	49	32
30-Ene	8	c	O	66	43
30-Ene	8	c	O	57	37
30-Ene	8	c	O	60	38
30-Ene	8	c	O	59	37
24-Feb	8	c	O	72	49
24-Feb	8	c	O	72	43
24-Feb	8	c	O	73	44
24-Feb	8	c	O	72	43
05-Ene	8	a	N	32	15
05-Ene	8	a	N	35	15
05-Ene	8	a	N	31	13
05-Ene	8	a	N	31	11
30-Ene	8	a	N	63	42
30-Ene	8	a	N	67	40
30-Ene	8	a	N	65	44
30-Ene	8	a	N	62	36
24-Feb	8	a	N	72	46
24-Feb	8	a	N	73	43
24-Feb	8	a	N	76	44
24-Feb	8	a	N	78	42
05-Ene	8	a	S	27	13
05-Ene	8	a	S	25	11
05-Ene	8	a	S	32	16
05-Ene	8	a	S	23	11
30-Ene	8	a	S	59	40
30-Ene	8	a	S	59	49
30-Ene	8	a	S	68	62

Continúa...

Continuación Anexo 11

24-Feb	8	a	S	67	56
24-Feb	8	a	S	80	63
24-Feb	8	a	S	71	42
05-Ene	8	a	E	29	13
05-Ene	8	a	E	28	10
05-Ene	8	a	E	30	13
05-Ene	8	a	E	34	11
30-Ene	8	a	E	60	41
30-Ene	8	a	E	59	35
30-Ene	8	a	E	64	42
30-Ene	8	a	E	69	36
24-Feb	8	a	E	72	46
24-Feb	8	a	E	70	40
24-Feb	8	a	E	75	48
24-Feb	8	a	E	84	40
05-Ene	8	a	O	33	13
05-Ene	8	a	O	41	13
05-Ene	8	a	O	50	17
05-Ene	8	a	O	32	12
30-Ene	8	a	O	69	39
30-Ene	8	a	O	72	39
30-Ene	8	a	O	80	43
30-Ene	8	a	O	72	38
24-Feb	8	a	O	78	48
24-Feb	8	a	O	80	45
24-Feb	8	a	O	91	57
24-Feb	8	a	O	76	47
05-Ene	8	s	N	40	15
05-Ene	8	s	N	36	35
05-Ene	8	s	N	42	13
05-Ene	8	s	N	45	21
30-Ene	8	s	N	69	40
30-Ene	8	s	N	70	41
30-Ene	8	s	N	79	41
30-Ene	8	s	N	83	46
24-Feb	8	s	N	85	45
24-Feb	8	s	N	86	51
24-Feb	8	s	N	91	47
24-Feb	8	s	N	92	50
05-Ene	8	s	S	38	12
05-Ene	8	s	S	51	20
05-Ene	8	s	S	31	12
05-Ene	8	s	S	43	15
30-Ene	8	s	S	72	44

Continúa...

Continuación Anexo 11

30-Ene	8	s	S	78	42
24-Feb	8	s	S	81	49
24-Feb	8	s	S	88	46
24-Feb	8	s	S	80	45
24-Feb	8	s	S	84	49
05-Ene	8	s	E	52	21
05-Ene	8	s	E	32	17
05-Ene	8	s	E	34	11
05-Ene	8	s	E	29	15
30-Ene	8	s	E	81	42
30-Ene	8	s	E	69	45
30-Ene	8	s	E	72	41
30-Ene	8	s	E	50	41
24-Feb	8	s	E	88	47
24-Feb	8	s	E	84	56
24-Feb	8	s	E	85	47
24-Feb	8	s	E	54	44
05-Ene	8	s	O	34	12
05-Ene	8	s	O	22	9
05-Ene	8	s	O	32	13
05-Ene	8	s	O	38	14
30-Ene	8	s	O	70	38
30-Ene	8	s	O	58	36
30-Ene	8	s	O	66	43
30-Ene	8	s	O	70	40
24-Feb	8	s	O	85	44
24-Feb	8	s	O	78	43
24-Feb	8	s	O	81	47
24-Feb	8	s	O	83	44
19-Mar	12	c	N	83	41
19-Mar	12	c	N	94	55
19-Mar	12	c	N	81	46
19-Mar	12	c	N	89	57
19-Mar	8	c	N	99	56
19-Mar	8	c	N	101	57
19-Mar	8	c	N	91	52
19-Mar	8	c	N	95	53
15-Abr	12	c	N	83	49
15-Abr	12	c	N	106	57
15-Abr	12	c	N	83	48
15-Abr	12	c	N	93	58
15-Abr	8	c	N	103	56
15-Abr	8	c	N	103	58
15-Abr	8	c	N	94	54

Continúa..

Continuación Anexo 11

19-Mar	12	c	S	103	55
19-Mar	12	c	S	92	44
19-Mar	12	c	S	84	47
19-Mar	8	c	S	103	52
19-Mar	8	c	S	110	54
19-Mar	8	c	S	103	53
19-Mar	8	c	S	84	55
15-Abr	12	c	S	100	53
15-Abr	12	c	S	105	62
15-Abr	12	c	S	99	49
15-Abr	12	c	S	86	48
15-Abr	8	c	S	106	53
15-Abr	8	c	S	114	56
15-Abr	8	c	S	108	54
15-Abr	8	c	S	87	57
19-Mar	12	c	E	87	47
19-Mar	12	c	E	109	53
19-Mar	12	c	E	84	49
19-Mar	12	c	E	80	43
19-Mar	8	c	E	89	53
19-Mar	8	c	E	90	50
19-Mar	8	c	E	89	58
19-Mar	8	c	E	80	47
15-Abr	12	c	E	90	49
15-Abr	12	c	E	110	53
15-Abr	12	c	E	86	49
15-Abr	12	c	E	88	46
15-Abr	8	c	E	91	54
15-Abr	8	c	E	90	55
15-Abr	8	c	E	109	62
15-Abr	8	c	E	83	49
19-Mar	12	c	O	95	50
19-Mar	12	c	O	102	51
19-Mar	12	c	O	78	44
19-Mar	12	c	O	93	50
19-Mar	8	c	O	86	55
19-Mar	8	c	O	93	53
19-Mar	8	c	O	82	53
19-Mar	8	c	O	91	49
15-Abr	12	c	O	96	53
15-Abr	12	c	O	103	53
15-Abr	12	c	O	92	46
15-Abr	12	c	O	96	51
15-Abr	8	c	O	90	55

Continúa..

Continuación Anexo 11

15-Abr	8	c	O	94	52
19-Mar	12	a	N	88	54
19-Mar	12	a	N	91	59
19-Mar	12	a	N	91	53
19-Mar	12	a	N	96	57
19-Mar	8	a	N	93	56
19-Mar	8	a	N	86	49
19-Mar	8	a	N	94	57
19-Mar	8	a	N	89	60
15-Abr	12	a	N	92	55
15-Abr	12	a	N	91	63
15-Abr	12	a	N	98	53
15-Abr	12	a	N	98	57
15-Abr	8	a	N	102	56
15-Abr	8	a	N	87	50
15-Abr	8	a	N	96	57
15-Abr	8	a	N	91	68
19-Mar	12	a	S	91	48
19-Mar	12	a	S	79	47
19-Mar	12	a	S	92	53
19-Mar	12	a	S	89	52
19-Mar	8	a	S	88	52
19-Mar	8	a	S	93	59
19-Mar	8	a	S	99	65
19-Mar	8	a	S	85	54
15-Abr	12	a	S	94	48
15-Abr	12	a	S	85	52
15-Abr	12	a	S	96	54
15-Abr	12	a	S	91	55
15-Abr	8	a	S	89	52
15-Abr	8	a	S	95	62
15-Abr	8	a	S	100	66
15-Abr	8	a	S	89	58
19-Mar	12	a	E	93	49
19-Mar	12	a	E	91	55
19-Mar	12	a	E	98	54
19-Mar	12	a	E	101	52
19-Mar	8	a	E	88	53
19-Mar	8	a	E	84	51
19-Mar	8	a	E	90	55
19-Mar	8	a	E	99	53
15-Abr	12	a	E	97	49
15-Abr	12	a	E	92	59
15-Abr	12	a	E	102	54

Continúa...

Continuación Anexo 11

15-Abr	8	a	E	91	51
15-Abr	8	a	E	92	56
15-Abr	8	a	E	105	57
19-Mar	12	a	O	109	49
19-Mar	12	a	O	85	47
19-Mar	12	a	O	81	49
19-Mar	12	a	O	100	54
19-Mar	8	a	O	97	51
19-Mar	8	a	O	89	51
19-Mar	8	a	O	107	65
19-Mar	8	a	O	82	49
15-Abr	12	a	O	114	49
15-Abr	12	a	O	86	47
15-Abr	12	a	O	83	53
15-Abr	12	a	O	103	55
15-Abr	8	a	O	100	53
15-Abr	8	a	O	100	52
15-Abr	8	a	O	109	66
15-Abr	8	a	O	82	49
19-Mar	12	s	N	104	60
19-Mar	12	s	N	107	54
19-Mar	12	s	N	86	53
19-Mar	12	s	N	0	0
19-Mar	8	s	N	102	58
19-Mar	8	s	N	101	51
19-Mar	8	s	N	99	56
19-Mar	8	s	N	96	56
15-Abr	12	s	N	106	66
15-Abr	12	s	N	111	60
15-Abr	12	s	N	90	54
15-Abr	12	s	N	0	0
15-Abr	8	s	N	107	58
15-Abr	8	s	N	112	61
15-Abr	8	s	N	111	56
15-Abr	8	s	N	109	56
19-Mar	12	s	S	104	58
19-Mar	12	s	S	88	54
19-Mar	12	s	S	89	51
19-Mar	12	s	S	0	0
19-Mar	8	s	S	97	59
19-Mar	8	s	S	106	60
19-Mar	8	s	S	100	58
19-Mar	8	s	S	96	56
15-Abr	12	s	S	111	60

Continúa...

Continuación Anexo 11

15-Abr	12	s	S	0	0
15-Abr	8	s	S	102	59
15-Abr	8	s	S	109	61
15-Abr	8	s	S	103	60
15-Abr	8	s	S	102	57
19-Mar	12	s	E	107	58
19-Mar	12	s	E	88	50
19-Mar	12	s	E	75	48
19-Mar	12	s	E	0	0
19-Mar	8	s	E	98	54
19-Mar	8	s	E	102	61
19-Mar	8	s	E	104	56
19-Mar	8	s	E	88	56
15-Abr	12	s	E	112	58
15-Abr	12	s	E	105	55
15-Abr	12	s	E	89	57
15-Abr	12	s	E	0	0
15-Abr	8	s	E	100	55
15-Abr	8	s	E	105	64
15-Abr	8	s	E	113	58
15-Abr	8	s	E	90	58
19-Mar	12	s	O	98	58
19-Mar	12	s	O	96	48
19-Mar	12	s	O	99	52
19-Mar	12	s	O	89	52
19-Mar	8	s	O	103	49
19-Mar	8	s	O	95	53
19-Mar	8	s	O	101	51
19-Mar	8	s	O	102	55
15-Abr	12	s	O	104	58
15-Abr	12	s	O	99	50
15-Abr	12	s	O	103	57
15-Abr	12	s	O	90	52
15-Abr	8	s	O	106	49
15-Abr	8	s	O	102	56
15-Abr	8	s	O	103	54
15-Abr	8	s	O	108	56
19-Mar	6	s	N	91	51
19-Mar	6	s	N	96	58
19-Mar	6	s	N	92	52
19-Mar	6	s	N	88	51
15-Abr	6	s	N	91	52
15-Abr	6	s	N	99	60
15-Abr	6	s	N	93	53

Continúa...

Continuación Anexo 11

19-Mar	6	s	S	107	59
19-Mar	6	s	S	93	49
19-Mar	6	s	S	112	60
15-Abr	6	s	S	91	54
15-Abr	6	s	S	109	59
15-Abr	6	s	S	96	50
15-Abr	6	s	S	115	61
19-Mar	6	s	E	101	57
19-Mar	6	s	E	92	53
19-Mar	6	s	E	100	53
19-Mar	6	s	E	109	65
15-Abr	6	s	E	103	60
15-Abr	6	s	E	99	53
15-Abr	6	s	E	103	53
15-Abr	6	s	E	110	66
19-Mar	6	s	O	92	56
19-Mar	6	s	O	103	66
19-Mar	6	s	O	99	53
19-Mar	6	s	O	88	49
15-Abr	6	s	O	97	56
15-Abr	6	s	O	106	67
15-Abr	6	s	O	108	54
15-Abr	6	s	O	90	50
11-May	12	c	N	96	56
11-May	12	c	N	111	57
11-May	12	c	N	91	54
11-May	12	c	N	99	58
11-May	8	c	N	109	55
11-May	8	c	N	107	58
11-May	8	c	N	108	59
11-May	8	c	N	104	56
11-May	12	c	S	109	54
11-May	12	c	S	106	66
11-May	12	c	S	105	59
11-May	12	c	S	91	53
11-May	8	c	S	107	56
11-May	8	c	S	118	58
11-May	8	c	S	116	61
11-May	8	c	S	89	61
11-May	12	c	E	92	49
11-May	12	c	E	113	57
11-May	12	c	E	96	55
11-May	12	c	E	93	52
11-May	8	c	E	92	55

Continúa...

Continuación Anexo 11

11-May	8	c	E	97	50
11-May	12	c	O	102	53
11-May	12	c	O	111	62
11-May	12	c	O	102	59
11-May	12	c	O	102	57
11-May	8	c	O	91	58
11-May	8	c	O	105	56
11-May	8	c	O	104	60
11-May	8	c	O	101	54
11-May	12	a	N	98	60
11-May	12	a	N	97	63
11-May	12	a	N	103	58
11-May	12	a	N	104	61
11-May	8	a	N	102	58
11-May	8	a	N	95	56
11-May	8	a	N	109	59
11-May	8	a	N	99	68
11-May	12	a	S	99	53
11-May	12	a	S	90	59
11-May	12	a	S	103	60
11-May	12	a	S	95	55
11-May	8	a	S	89	55
11-May	8	a	S	105	62
11-May	8	a	S	108	66
11-May	8	a	S	97	58
11-May	12	a	E	97	52
11-May	12	a	E	98	64
11-May	12	a	E	108	59
11-May	12	a	E	103	54
11-May	8	a	E	93	56
11-May	8	a	E	100	51
11-May	8	a	E	102	61
11-May	8	a	E	105	57
11-May	12	a	O	114	56
11-May	12	a	O	91	53
11-May	12	a	O	90	59
11-May	12	a	O	109	61
11-May	8	a	O	103	68
11-May	8	a	O	110	53
11-May	8	a	O	117	66
11-May	8	a	O	94	55
11-May	12	s	N	113	66
11-May	12	s	N	119	60
11-May	12	s	N	91	54

Continúa...

Continuación Anexo 11

11-May	8	s	N	121	63
11-May	8	s	N	124	60
11-May	8	s	N	118	61
11-May	12	s	S	117	66
11-May	12	s	S	108	58
11-May	12	s	S	113	64
11-May	12	s	S	0	0
11-May	8	s	S	105	60
11-May	8	s	S	117	66
11-May	8	s	S	113	63
11-May	8	s	S	106	60
11-May	12	s	E	119	63
11-May	12	s	E	113	60
11-May	12	s	E	97	61
11-May	12	s	E	0	0
11-May	8	s	E	104	55
11-May	8	s	E	113	69
11-May	8	s	E	122	64
11-May	8	s	E	94	58
11-May	12	s	O	111	63
11-May	12	s	O	100	58
11-May	12	s	O	111	61
11-May	12	s	O	98	57
11-May	8	s	O	113	53
11-May	8	s	O	103	60
11-May	8	s	O	113	62
11-May	8	s	O	115	58
11-May	6	s	N	101	54
11-May	6	s	N	111	66
11-May	6	s	N	101	56
11-May	6	s	N	96	56
11-May	6	s	S	107	57
11-May	6	s	S	117	61
11-May	6	s	S	99	54
11-May	6	s	S	122	64
11-May	6	s	E	109	64
11-May	6	s	E	104	55
11-May	6	s	E	113	57
11-May	6	s	E	115	66
11-May	6	s	O	101	57
11-May	6	s	O	114	67
11-May	6	s	O	110	57
11-May	6	s	O	92	54

ANEXO 12: Análisis de varianza para el diámetro polar.

	1= Sector	2=Epoca	3=Técnica	4=orientación		
EFECTO	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio	F	Significancia
1	1	3901.04	432	301.0075	12.9600	0.00035 *
2	5	42563.85	432	301.0075	141.404	0.00000 *
3	4	2710.02	432	301.0075	9.0032	0.000001*
4	9	394.09	432	301.0075	1.3092	0.22961
12	5	1043.31	432	301.0075	3.466	0.00446 *
13	-	-	-	-	-	-
23	20	306.05	432	301.0075	1.0168	0.4404
14	9	658.25	432	301.0075	2.1868	0.0219 *
24	45	63.39	432	301.0075	0.1209	1.0000
34	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-
124	45	26.94	432	301.0075	0.0895	1.0000
134	-	-	-	-	-	-
234	-	-	-	-	-	-
1234	-	-	-	-	-	-

ANEXO 13: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial.

	1= Sector	2=Epoca	3=Técnica	4=orientación		
EFECTO	G.L Efecto	Promedio	G.L Error	Promedio	F	significancia
1	1	1161.67	432	96.02431	12.097	0.00056 *
2	5	12650.83	432	96.02431	131.7461	0.00000 *
3	4	894.95	432	96.02431	9.32032	0.00000*
4	9	41.33	432	96.02431	0.4304	0.91861
12	5	778.64	432	96.02431	8.1088	0.0000 *
13	-	-	-	-	-	-
23	20	242.80	432	96.02431	2.2586	0.000327
14	9	234.48	432	96.02431	2.4419	0.010204 *
24	45	14.51	432	96.02431	0.1052	1.0000
34	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-
124	45	10.10	432	96.02431	0.1025	1.0000
134	-	-	-	-	-	-
234	-	-	-	-	-	-
1234	-	-	-	-	-	-