

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES
EN FLORACIÓN DE PALTO *Persea americana* Mill. cv. HASS
SOBRE LA CUAJA Y RETENCIÓN DE FRUTOS.**

NELSON GERMÁN GALLARDO RAMÍREZ

QUILLOTA CHILE

1998

INDICE DE MATERIA

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes de la especie	4
2.2. Antecedentes económicos	4
2.3. Antecedentes productivos	7
2.4. Fenología	9
2.4.1. Sistema vegetativo	9
2.4.2. Sistema radical	10
2.4.3. Sistema reproductivo	10
2.4.3.1. Inducción	10
2.4.3.2. Características de sistema reproductivo	10
2.4.3.3. Biología floral	11
2.4.3.4. Caída de fruta	12
2.5. Efecto de la temperatura sobre la floración	14
2.5.1. Efecto de la temperatura sobre el ciclo floral	14
2.5.2. Efecto de la temperatura sobre la polinización, fertilización y cuaja	16
2.5.3. Efecto de la temperatura sobre la caída primaria	17
2.6. Polen	19
2.6.1. Definición y características	19
2.6.2. Característica del polen de palto	20
2.6.3. Viabilidad del polen de palto	21
2.7. Antecedentes de ensayo para aumentar cuaja	21
2.8. Antecedentes de fisiología de estrés	23
2.8.1. Características	23
2.8.2. Aminoácidos y proteínas	24
2.8.2.1. Absorción y translocación	26
2.8.3. Funciones metabólicas bajo estrés abiótico	27
2.8.4. Soporte técnico	28
2.8.5. Aminoácidos en la agricultura	28
2.8.5.1. Ensayos realizados en Chile	30
2.8.6. Calcio	30
3.0 MATERIAL Y MÉTODO	32
3.1. Ubicación	32
3.1.1. Caracterización de la zona de ensayo	32
3.1.2. Suelo	33
3.1.3. Agua	33
3.2. Material vegetal	33
3.3. Diseño experimental	34

3.3.1. Tratamientos	34
3.3.2. Modo de aplicación	36
3.4. Evaluaciones	36
3.4.1. Evaluación del número de frutos cuajados	36
3.4.2. Evaluación de fruta retenida	37
3.4.3. Evaluación de diámetro ecuatorial	37
3.4.4. Evaluación de retención final	37
3.5. Registro de temperaturas durante el período	38
3.5.1. Instrumento	38
3.5.2. Procesamiento de los registros	38
4.0 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1. Análisis de registros térmicos durante el período de ensayo	39
4.2. Análisis para cada fecha de tratamiento	42
4.3. Análisis de las variables	48
4.3.1. Porcentaje de cuaja	48
4.3.1.1. Primera fecha	49
4.3.1.2. Segunda fecha	51
4.3.1.3. Tercera fecha	55
4.3.2. Análisis de retención de fruta en el primer ajuste natural de carga	59
4.3.2.1. Interacción de los factores fecha de aplicación y dosis de producto	59
4.3.3. Análisis del efecto sobre el diámetro ecuatorial	62
4.3.4. Análisis del efecto sobre el número de frutos en retención final	63
5.0 CONCLUSIONES	65
6.0 RESUMEN	66
7.0 LITERATURA CITADA	68

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto (Persea americana Mill.) en Chile ha presentado en los últimos años un sostenido crecimiento, con una superficie inicial de 4.500 en los años 70 llegar en la actualidad a 16.919 ha plantadas, de las cuales un 80 % se encuentra en etapa de formación de los huertos. La tasa de crecimiento de esta especie ha sido 4.16% al año, presentando la variedad Hass el 70 % del área total plantada (ODEPA, 1998).

En palto el aumento en superficie se ha visto limitado a áreas abrigadas, condicionando su implantación a zona protegidas de condiciones climáticas adversas debido a la sensibilidad que presenta frente a bajas temperaturas

La cuaja en palto es determinante de la productividad final, la especie presenta una muy abundante floración de la cual se espera que cuaje el 0.04% para obtener rendimientos aceptables comercialmente (BEKEY, 1986). El proceso de cuaja depende de la polinización, viabilidad del polen, desarrollo del tubo polínico y fecundación de la ovocélula receptiva en el ovario (LOVATT, 1990); todos estos aspectos son condicionados a su vez por el clima, principalmente temperatura y humedad relativa (LESLEY y BRINGHURST, 1951). Otros autores como SEDGLEY y ANNELLS (1981) afirman que tanto temperaturas diurnas como nocturnas determinan el porcentaje de cuaja. Además, en la baja cuaja natural del palto WOLSTENHOLME (1987) señala que influye el traslape de los eventos fenológicos de floración y crecimiento vegetativo; las hojas sin actividad fotosintética ocasionarían una fuerte competencia por las reservas de nutrientes y fotoasimilados en desmedro de las estructuras florales.

De esta manera experiencias tendientes a aumentar el contenido de nutrientes y asimilados en las yemas, así como anillados o incisiones corticales de escaso milimetraje, se han intentado para mejorar la cuaja, sin embargo, sólo presentan efecto localizado en la rama intervenida. A nivel de tronco los resultados se

muestran erráticos probablemente debido al vigor heterogéneo de los árboles provocado por la propagación de portainjertos por semillas (BERRIOS, 1995)

El anillado ha sido exitosamente probado en cv. Fuerte (GREGORIOU, 1985) en cv. Hass (KHÖENE, 1992) con diferencias en los resultados dependiendo del momento en que este manejo se realice, coincidiendo ambos autores en que los mayores rendimientos se obtienen al efectuar esta practica temprano, en el período post-inductivo.

ROWLANDS (1994) señala además el efecto de anillado de 2 mm en ramas de árboles cv. Hass rebajados observando una mejor cuaja de las panículas apicales y terminales seleccionadas.

Sin embargo, el aumento de los costos de mano de obra y el fuerte estrés que provoca el anillado, unido al desarrollo de plantaciones de paltos áreas de fuerte pendiente obliga a evaluar tecnologías más económicas y de rápido efecto, que logren un porcentaje de cuaja igual o superior a los descritos en forma natural como adecuados

Probablemente las condiciones desfavorables de temperatura que ocurren durante la floración dificultan la actividad enzimática y con ello el aporte energético que demandan las estructuras florales, ante lo cual es posible que un aporte exógeno pudiese superar este déficit (ESCAICH et al., 1989).

Por lo tanto, el presente ensayo tiene por objetivo evaluar el efecto de dos bioestimulantes de composición aminoacídica, FRUTALIV® y DEFENDER Ca®, aplicados en flor de palto

Los objetivos específicos de la presente investigación son evaluar la acción de los bioestimulantes **FRUTALIV®** en dosis de 100 cc. y 400 cc. (L-aminoácidos, 4%; P_2O_5 , 12%; K_2O , 10%; Nitrógeno α - amínico, 0,4%; boro, 0,5%; Manganeso, 0,01%; Zinc, 0,002%; Cobre, 0,002%; Hierro, 0,02%), y **DEFENDER Ca®** 300 cc (L-aminoácidos libres, 5,0%; Calcio, 14,0%; Boro, 0,54%; Nitrógeno- amínico, 0,35%) aplicados en tres fechas del periodo de floración de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass en:

- a) Aumento de frutos cuajados
- b) Crecimiento de frutos
- c) Retención de frutos

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Antecedentes de la especie:

ZENTMEYER (1991) señala que el botánico inglés Miller en 1768, fue el primero en describir que el palto proviene de los árboles de las Indias Occidentales. En términos taxonómicos, POPENOE (1920) citado por ZENTMEYER (1991) describe para esta especie tres razas, que según su origen son mexicanas, guatemaltecas y de las Indias Occidentales o antillanas. Posteriormente, IBAR (1986) menciona que el palto pertenecería al género *Persea*, familia de las *Lauraceas* suborden *Magnolíneas*, orden *Ranales*.

2.2. Antecedentes económicos:

En el mercado internacional de la palta Chile se ubica en el cuarto lugar en superficie, sin embargo, solo en el sexto en cuanto a producción y séptimo en términos de rendimiento. La situación mundial de los principales países productores de palta se presenta en el Cuadro 1.

En Sudamérica, Brasil es el principal productor de la región, aunque produce paltas del tipo antillano, de escasa demanda en el mercado internacional (ORTÚZAR, 1996).

CUADRO 1. Principales países productores de palta del mundo.

Países	Superficie	Producción	Rdto. (Kg./ha)
México	93.315	828.900	8.880
Indonesia	65.000	22.500	360
E.E.U.U.	26.850	179.000	6.670
Chile	16.919	70.000	4.140
R.Dominicana	16.000	155.000	9.680
Brasil	13.440	93.770	6.980
Israel	8.000	85.000	10.625
España	7.500	45.000	6.000

Fuente : ODEPA, 1998.

Según SANCHEZ, COLIN y RUBI (1994), citados por ORTÚZAR (1996), México hoy en día basa su producción comercial principalmente en el estado de Michoacán, con 120.000 ha plantadas con la variedad Hass, de las cuales un 75 % se encuentra en producción y un 25% en formación. El principal costo para los mexicanos radica en agroquímicos debido a problemas fitosanitarios, no obstante, las dificultades cuarentenarias para el ingreso de palta en fresco a la costa este de U.S.A. cada vez son menores, sumado a las exportaciones a Europa y al mercado asiático posibilitan que el cultivo del palto en México siga en expansión (RUBI, 1997). *

*RUBI, M. Ing. Agr. M.Sc. 1997. Fundación Salvador Sánchez Colín (México)
Comunicación Personal.

En cuanto a la superficie nacional, según INE (1998), Chile cuenta con 16.919 has plantadas con paltos, de las cuales el 61,4% están localizadas en la V región. A la fecha la variedad Hass posee la mayor superficie alcanzando actualmente cerca de 10.000 ha, estimándose para el año 2.000 una superficie de 13 mil ha. Del total producido la temporada 96-97 (70.000 toneladas), se exportaron 15.469 toneladas, comercializándose internamente 19.510 toneladas, lo que significa que se exportó el 22 % de la producción nacional. Los envíos de palta en fresco se dirigen a U.S.A., California, representando el 98 %, y corresponden exclusivamente a fruta de cv. Hass, efectuándose éstos entre los meses de septiembre a noviembre, debido a que después de esta fecha se da inicio a la temporada de cosecha californiana (COMITÉ DE PALTAS, 1997).

En el ámbito mundial se aprecia una tendencia creciente al consumo, tanto en fresco como para la industria, destacando mercados como: Japón, Estados Unidos y Europa (ODEPA, 1998.)

Argentina representa hoy el mercado comprador potencial más atractivo para las exportaciones chilenas, debido al magro consumo por persona de 300 g anuales en comparación a 2.5 kg en Chile, 3.5 kg en Estados Unidos y 8,5 kg en México, ligado a la cercanía y a la situación futura de llegar a arancel cero por ser socios comerciales del Mercosur, pero cabría destacar que los retornos podrían ser menores (CAUTIN, 1997)*

*CAUTIN, R. Ing. Agr. 1997. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

2.3. Antecedentes productivos:

Los rendimientos promedios de los huertos industriales de palto (*Persea americana* Mill) de seis a doce ton/ha están muy por debajo del potencial productivo de 32 ton/ha, y son menores en comparación con otras frutas de pulpa (WOLSTENHOLME, 1986)

Se ha acumulado considerable evidencia en la literatura respecto de la competencia de los sinks vegetativos y reproductivos durante el crecimiento primaveral (KÖHNE y KREMER-KÖHNE, 1987; WOLSTENHOLME et al., 1990; WHILEY, 1990^a).

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) mencionan que las bajas producciones del palto son un problema en la gran mayoría de las áreas de producción del mundo.

WOLSTENHOLME (1986) al trabajar con árboles cv Fuerte establece que el alto nivel de aceite en los frutos demanda un costo en energía aportados por el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, lo que induce a pensar que un estrés durante las etapas tempranas del crecimiento del fruto puede afectar su potencial en calibre.

Mientras el fruto permanece en el árbol, la materia fresca (lípidos) de el primero continua aumentando debido al potencial de las células de frutos de palto para seguir dividiéndose hasta la cosecha (SCHROEDER, 1944); ello significaría una reducción de la energía disponible en fuentes de almacenaje para la siguiente temporada (WHILEY et al. 1996).

WOLSTENHOLME (1986) y WHILEY y WOLSTENHOLME (1992) enumeran una serie de factores (Cuadro 2) sobre la evolución histórica y el grado de domesticación que presenta el palto, limitantes de rendimientos y causales de añerismo.

CUADRO 2. Factores evolutivos de árboles de palto.

Estados de desarrollo			
Parámetro	Pasado	Presente	Futuro
Tamaño de árbol	Muy grande	Grande	Medianos a semi-enanos
Complejidad de ramas	Simple, tardío en producción	Intermedio	Complejas, gran n° de flores
Crec. Veg./Crec. Rep.	Parcialmente Traslapada	Variable	Tardío con respecto a crec. Veg.
Precocidad	Tardío	Variable	Altamente Precoz
Floración	Profusa, irregular y Prolongada	Profusa y prolongada	Moderada y sincronizada
Cosecha	Escasa	Variable	Regular a alta
Potencial productivo	Baja	20 Ton/ha	30 Ton /ha
Calidad	Pobre	Buena	Sobresaliente
Tamaño de semilla	Grande	Media	Pequeña

Fuente : WHILEY y WOLSTENHOLME (1992).

Si bien son muchos los factores que pueden explicar la baja producción de paltas, las estrategias de manejo desarrolladas y aplicadas sólo tendrían éxito en condiciones ambientales favorables (WHILEY, 1990^a)

Para superar la baja eficiencia productiva se necesita aumentar el área fotosintética, de modo que un sostenido crecimiento vegetativo de verano favorecería un aumento de los puntos de floración y fructificación del palto (LOVATT, 1997).

2.4. Fenología:

2.4.1. Sistema vegetativo:

Los árboles frutales de hoja persistente sincronizan sus ciclos de crecimiento y la floración sobre la base de un fuerte estímulo estresante, que provoque detención del primero, sin ocurrir receso o un período de detención fisiológico (CHAIKIATTIYOS, MENZEL y RASMUSSEN, 1994)

WHILEY et al. (1988a) describieron los ciclos típicos de crecimiento el palto para Australia. El palto tiene dos periodos de altas tasas de crecimiento vegetativo, el primero comienza a fines de junio principios de julio y el mayor valor se produce en agosto, cayendo desde fines de octubre a comienzos de noviembre, crecimiento que según THORP, ASPINAL y SEDGLEY (1993) sería el de mayor importancia por alimentar los ápices que después se inducirán a fines de verano. A continuación se produce un segundo período de crecimiento en los meses de diciembre, enero-febrero para decaer en marzo.

Experiencias realizadas en la zona de Quillota por HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993) muestran que el palto cv. Hass posee dos períodos de crecimiento vegetativo, donde el primero comienza en la última semana de agosto, intercalado entre ellos el crecimiento de las raíces, tal como lo mencionan WHILEY et al. (1988a). Sin embargo, Chile presenta temperaturas más moderadas que Australia, lo que implica que los eventos fenológicos se presenten más atrasados con respecto a dicho país.

2.4.2. Sistema radical:

Según WHILEY (1990a) intercalado entre cada período de crecimiento vegetativo se produce el crecimiento radical, donde el primero tiene la función de aportar nutrientes para el segundo crecimiento vegetativo de verano, que aporta fotosintatos necesarios para ser transformados en almidón. El nivel que presente como reserva definirá la producción futura inmediata (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

2.4.3. Sistema reproductivo:

2.4.3.1. Inducción:

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) señalan que la inducción floral se relaciona con una detención del crecimiento vegetativo debido a no existir una cantidad suficiente de fotoasimilados traslocables en relación a almidón reservado en la madera y raíces.

Según SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), para que se logren altos niveles de rendimientos se necesita que en el invierno previo se acumule una alta concentración de almidón. Se desprende entonces, que cualquier estrés que afecte la acumulación de reservas perjudicará la producción inmediata.

2.4.3.2. Características de sistema reproductivo:

El crecimiento reproductivo, según WHILEY et al. (1988a) los cuales trabajaron en Quensland, ocurriría en los meses de junio a septiembre para el caso de Australia, produciéndose un traslape con el crecimiento vegetativo de verano.

Los antecedentes aportados por HERNANDEZ (1991), TAPIA (1993) y GARCIA (1996) determinan que el período de floración para la zona de Quillota se extendería desde los primeros días desde el mes de septiembre hasta inicios de noviembre, concentrándose de mediados de octubre a inicios de noviembre, existiendo un menor porcentaje de flores que se encontrarían con las mejores condiciones climáticas para el cuajado, tomando en cuenta los parámetros térmicos enunciados por SEDGLEY y ANNELLS (1981)

La floración coincide con la mayor tasa de crecimiento vegetativo, que según HERNANDEZ (1991) comenzaría a inicios de octubre, demandando reservas de carbohidratos y nutrientes e incrementando el potencial de pérdida de agua del árbol en un 90 % (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988b). Esta violenta pérdida de agua se podría considerar como estrés para las flores.

2.4.3.3. Biología floral:

NIRODY (1922) observando el comportamiento floral del palto señala que las flores presentan una doble apertura (diantesis), comportándose como femeninas durante un período de tiempo y después como masculinas. Posteriormente, STOUT (1932) clasificó a los cultivares de palto en dos grupos, A y B, de acuerdo al comportamiento de las flores con relación al tiempo en que éstas presentan apertura de las anteras y la receptividad que muestre el estigma.

Estudios de PALMA (1991), HERNANDEZ (1991), CALVERT (1993) y TAPIA (1993) en árboles de palto cultivares Hass y Fuerte en la zona de Quillota, agregan antecedentes sobre el traslape de flores femeninas y masculinas en un mismo árbol, señalando que los patrones de dicogamia tipo A y B enunciados por STOUT (1932) no se cumplen, lo cual concuerda con lo mencionado por DEGANI y GAZIT (1984) e ISH-AM y EISIKOWITH (1991) sobre que la dicogamia es un fenómeno raramente absoluto.

SEDGLEY y GRANT (1983) observaron que en los cultivares tipo A: Wurst, Rincon, Reed y Jalma en todos los casos algunas flores omiten la etapa femenina y abren sólo al estado masculino.

2.4.3.4. Caída de fruta:

La cuaja se ve influenciada por el éxito completo de los procesos de polinización y fertilización, siendo la cuaja y caída temprana los estados más críticos del desarrollo del fruto (LOVATT, 1990).

Bajo óptimas condiciones el polen germina, produce el tubo polínico que crece a través del estigma, estilo y tejidos del espacio que contienen el óvulo (LOVATT, 1990).

SEDGLEY (1980) menciona que sobre el 90 % de los frutos que abscisionan durante la primera semana después del final de la floración no habrían sido fertilizados y el resto de los caídos serían frutos anormales, incluyendo ovarios con más de un saco embrionario, la presencia de un saco embrionario inmaduro, óvulos en mala posición o con deficiencia estructural producto de desintegración de membranas.

La principal caída de frutos ocurriría un mes después de la floración, los cuales estarían fertilizados con embriones y endosperma desarrollados en forma normal, no existiendo una razón de tipo anatómico, como ocurriría en la primera semana (SEDGLEY, 1985).

Un árbol de palto individual produce más de un millón de flores, pero sólo con cuajar una en diez mil, se alcanza un rendimiento cercano a ocho toneladas/ha, lo que equivale al 0.04% del total del número de flores potenciales (BEKEY, 1986).

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) señalan que el porcentaje de cuaja para el palto cv. Hass, en la zona de Quillota, sería del orden de 0.1%, valor menor al registrado por TAPIA (1993) que reporta un índice de 0.2%. Sin embargo, estos valores representan en realidad el porcentaje de retención de frutos.

LOVATT (1990) clasifica en dos categorías a los frutos que caen después de cuajados:

1. - Frutos que resultan de flores en las cuales ocurre polinización, pero falla la fertilización.
2. - Frutos resultantes de flores en las cuales ocurre polinización y fertilización, resultando en un embrión normal y un fruto semillado

La abscisión de frutitos normales durante el período temprano de ajuste es un factor crítico en la producción del palto (LOVATT, 1990, 1997).

TAPIA (1993) observa que la máxima caída primaria de frutos se produciría después de la segunda quincena de noviembre, hasta la primera semana de diciembre.

COWAN et al. (1997) demostraron que el crecimiento temprano del fruto y la abscisión están regidos por una relación fitohormonal ABA/CK, en donde aplicaciones exógenas de ABA producen detención del crecimiento al promover un bloqueo entre el xilema y el floema para los nutrientes que llegan al mesocarpo. Aplicaciones de productos con acción citokinica revertirían el efecto de ABA y estimularían la actividad enzimática necesaria para la síntesis de GA.

OWEN y NAPIER (1988), citados por COWAN et al. (1997) señalan que ABA inhibe la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. Por lo tanto, un estrés que induzca un aumento en la concentración de ABA puede ejercer un control sobre el crecimiento del fruto y promover la abscisión durante las primeras semanas, cuando la actividad de división celular está en el máximo.

2.5. Efectos de la temperatura sobre la floración:

COIT (1927), citado por ZAMET (1990), sugiere que condiciones ambientales que se expresan como unidades de calor afectan el rendimiento de los paltos.

En estudios realizados en rendimientos de palto cv. Fuerte, por más de veinte años, se estableció que existía una relación entre el comportamiento errático de la interacción "on- off" y el promedio de temperaturas durante el período de floración (HODGSON, 1947).

BERGH (1967) establece que una de las razones de los bajos rendimientos son las condiciones climáticas imperantes durante la floración.

2.5.1. Efecto de la temperatura sobre el ciclo floral:

ROBINSON y SAVAGE (1926) mencionan que la temperatura afecta la dicogamia de las flores del palto, y que el ciclo floral se perturba a temperaturas bajo 20°C, incluyendo el largo del ciclo y en algunos casos, omitiendo completamente el estado femenino.

LESLEY y BRINGHURST (1951) señalan que la condición de temperatura y humedad durante el período de floración jugarían un rol importante en la polinización, influenciando la apertura floral y la dehiscencia de las anteras.

LESLEY y BRINGHURST (1951) observaron en ensayos de campo que árboles de palto cultivar Fuerte no poseían flores cuando el rango de temperaturas diarias se encuentra entre 11.5 °C y 21.5°C. Esta observación fue confirmada por estudios realizados en gabinetes bajo condiciones controladas, mostrando que el ciclo floral del cultivar Fuerte se perturba en condiciones térmicas de 17°C durante el día, y 12°C en la noche, retardando el crecimiento del tubo polínico (SEDGLEY 1977b).

Según SEDGLEY y ANNELSS (1981), ISH -AM y EISIKOWITH (1991), TAPIA (1993) y CHAIKIATTIYOS, MENZEL y RASMUSSEN (1994) la temperatura durante la floración puede provocar el adelanto o atraso de la apertura al estado femenino de acuerdo a la magnitud de temperaturas diarias, ocasionando la apertura de flores al estado masculino durante la noche si la magnitud es muy baja.

La actividad apícola, la viabilidad del polen y el periodo efectivo de polinización se ven influenciadas por la condición térmica (BEKEY, 1989; LOVATT, 1997).

SEDGLEY (1977b), SEDGLEY y ANNELS (1981) y SEDGLEY y GRANT(1983) estudiaron el efecto de la temperatura sobre el comportamiento floral del palto, señalando que existe una perturbación del ciclo floral, donde las bajas temperaturas afectan el posible traslape de estados sexuales e influyen eventos posteriores. TAPIA (1993) al observar los estados florales durante la noche, señala que en días con temperatura máxima diurna bajo 20 ° C y mínima nocturna sobre 10°C se favorecería la ocurrencia de apertura al estado femenino. Sin embargo, con temperatura diurna sobre 25°C y durante la noche bajo 10 °C, el estado predominante pasa a ser el masculino. La variación de los estados florales según este mismo autor se debería a la influencia de las temperaturas máximas diarias, las cuales al descender harían disminuir el número de flores abiertas al estado masculino durante la noche.

GARCIA (1996) al correlacionar los estados florales de palto cv. Hass para distintos niveles de grados día encuentra que no existe correlación para el estado floral femenino en base 10 y 12, durante el día, y base 10 y 12.5 para el día anterior. Sin embargo, para el estado floral masculino encuentra correlación, tanto durante el día como para el día anterior en los mismos parámetros. Lo anterior concuerda con lo planteado por ISH -AM y EISIKOWITH (1991) los cuales encuentran una fuerte correlación de la temperatura del día anterior sobre la apertura sexual del día siguiente

2.5.2. Efecto de temperatura sobre la polinización, fertilización y cuaja:

El periodo efectivo de polinización se define como: la longevidad del óvulo menos el largo del tiempo que necesita el tubo polínico para alcanzar el óvulo y producirse la unión de los gametos. Si se acorta la duración del periodo efectivo la cuaja se reduce significativamente (LOVATT, 1990).

Varios autores reportaron que la polinización del estado floral masculino no daba como resultado frutos (BRINGHURST, 1952; PETERSON, 1956). Al respecto PETERSON (1956) señala que bajas temperaturas durante la floración estarían correlacionadas con una pobre cuaja.

SEDGLEY (1977 b) señala que solo un pequeño porcentaje de flores abre al estado femenino, y la mayoría lo hace al estado masculino, lo que afectaría la polinización al existir tan solo un pequeño margen de horas para que ocurra.

La temperatura influye sobre el crecimiento del tubo polínico para alcanzar el óvulo, bajas temperaturas cesarían el crecimiento abortando la fertilización (LOVATT, 1990).

La polinización estimula al ovario a desarrollarse en frutos pero este efecto sólo perdura por unas pocas semanas, después de las cuales caen (LOVATT, 1990).

Según SEDGLEY (1977b) las mejores temperaturas día /noche para el ciclo floral del cultivar Fuerte serían 25°C/20° C, las que favorecen un alto porcentaje de cuaja; temperaturas día /noche 33°/25° suprimen el crecimiento reproductivo favoreciendo el vegetativo, ocasionando abscisión de flores y frutitos sin producirse traslape de estados florales.

SEDGLEY y ANNELS (1981) sometieron plantas de palto cv. Hass a distintas temperaturas en gabinetes bajo condiciones controladas de acuerdo a la

metodología señalada por SEDGLEY (1977a). Estos autores mencionan que a diferencia de los resultados para el cultivar Fuerte, para el cv. Hass, las condiciones térmicas día /noche de 17°C/12°C no producen un efecto tan drástico de limitar la fertilización, sino que disminuye el porcentaje de óvulos fertilizados al disminuir la velocidad de crecimiento del tubo polínico y no encontrar viable el gameto femenino.

2.5.3. Efecto de temperatura sobre caída primaria:

En estudios realizados en rendimientos por más de veinte años para cv. Fuerte, se estableció que existía una relación entre el comportamiento errático de la interacción "on- off" y el promedio de temperaturas durante el período de floración (HODGSON, 1947).

BRINGHURST (1952); PETERSON (1956); BERGH y WHITSELL (1974) han señalado que durante la floración, la temperatura puede ser responsable de pobres o irregulares rendimientos en paltos.

SEDGLEY (1977b) mostró que la temperatura afectaba no sólo el proceso de polinización sino que también la cuaja en palto cv. Fuerte. SEDGLEY y ANNELLS (1981) entregaron antecedentes del efecto de la temperatura en el cuajado de frutos de palto cv. Hass, pero sus trabajos al efectuarse bajo condiciones controladas en gabinetes, se alejan de las condiciones de campo, pero su importancia radica en establecer parámetros térmicos referenciales para cuaja.

ARGAMAN (1981), citado por ZAMET (1990) le asigna un efecto importante a temperaturas sobre 45 °C, sin embargo, sugiere que una temperatura baja prolongada acentúa el efecto dañino sobre la cuaja.

GAFNI (1983), citado por ZAMET (1990) estudiando la influencia de las temperaturas en la cuaja no encuentra que las bajas temperaturas tengan efecto

negativo sobre ésta, mencionando que altas temperaturas (sobre 40°C) durante la floración sería un factor determinante de bajas producciones, concordando con lo planteado por SEDGLEY y ANNELS (1981)

LOMAS (1988) fue el primero en plantear un modelo matemático que lograra explicar la variación de los rendimientos de un huerto de paltos por medio de la cuantificación de temperaturas sobre los umbrales enunciados por ARGAMAN (1981), citado por LOMAS (1988) y ZAMET(1990); este último autor, sin embargo, señala que el modelo solo explicaría en un cincuenta por ciento los bajos rendimientos.

SHNIR (1976), citado por ZAMET (1990), estudió la influencia de temperaturas mínimas durante la floración enunciando que noches frías previas a la apertura floral sería posiblemente la causa de subsecuentes abscisiones de frutos.

Para definir el rango de temperaturas mínimas nocturnas desfavorables para la cuaja del palto (Persea americana Mill.), ZAMET (1990) correlacionó, para seis años de producción, temperaturas entre 6 °C y 12°C, con distintos periodos de días. El autor antes mencionado logró determinar que la mejor correlación se lograba con una temperatura mínima de 9.5°C y un periodo de dos días, sin embargo, en el promedio de todos los datos la mayor correlación se logra con una temperatura de 10°C. En base a los parámetros de temperatura descritos, el mismo autor afirma que la condición térmica sería desfavorable durante el periodo de floración en el momento crítico del cuajado en la zona del Oeste de Galilea, señalando que la influencia de las bajas temperaturas sería la causa de bajas producciones en aquella región.

MERCADO et al., (1997) demuestran por medio de microscopía electrónica el efecto que ejercen las temperaturas nocturnas de 10°C sobre el polen de plantas de cebolla, Capsicum annuum L. al disminuir considerablemente la viabilidad. de éste.

2.6. Polen:

2.6.1. Definición y características:

El polen corresponde al gameto masculino de la flor. Se presenta en forma de polvo fino encerrado en sacos polínicos que, en número de cuatro forman las anteras de las flores (RALLO, 1986).

Cada grano de polen contiene dos núcleos uno de los cuales se divide para formar los dos núcleos espermáticos del tubo polínico a través del estilo hasta el óvulo. Para que esto ocurra se necesitan varios días. A medida que el tubo polínico crece el desarrollo ocurre junto con el óvulo hasta completar la formación del saco embrionario, que es una estructura compleja que contiene ocho núcleos, uno de los cuales es la célula huevo. Cuando el tubo polínico llega hasta el óvulo, entra a través del micrópilo, el cual es un pequeño poro en el tegumento que envuelve al óvulo. Después que el tubo polínico penetra al óvulo, su contenido es vaciado dentro del saco embrionario y ocurre la fertilización. El resultado de este hecho es la formación de dos estructuras: El cigoto, el cual será desarrollado dentro de la planta embrionaria junto a la semilla y el endosperma producto de la proliferación celular que sucede una vez que la segunda célula espermática se fusiona con los dos núcleos polares. El endosperma nutre al embrión en desarrollo hasta que la semilla esta madura. Este desarrollo precede al del embrión y se consume hasta que este alcanza la madurez (POLITO, 1981).

Se conoce que se produce una intensa actividad enzimática en el grano de polen, detectándose invertasas, lipasas, amilasas, proteasas y reductasas entre otras, que contribuyen de forma importante en el desarrollo del polen. El ápice del tubo polínico segrega enzimas que destruyen los tejidos del gineceo de la flor a fecundar, y los productos derivados son utilizados para la formación de nuevas estructuras del tubo polínico. El grano de polen se nutre de sustancias de reservas que presenta en su medio interno, principalmente almidón. Una vez iniciada la hidratación, se

incorporan sustancias, entre ellos aminoácidos, que necesita el tubo polínico al atravesar el estilo (ESCAICH et al., 1989)

La degradación de las paredes del tubo polínico involucra necesariamente una actividad enzimática que requiere de energía, existiendo degradación de estructuras, lo cual sugiere una acción enzimática. Por lo tanto, el tubo polínico como célula que crece, aumenta su turgencia, producto de la acción fitohormonal y nutritiva aportada por el estigma y el estilo, deduciéndose que esta acción es de un alto costo energético y una situación estresante para el grano de polen y/o tubo polínico (CAUTIN, 1997)*

La condición de alta humedad en el suelo y el exceso vigor de los árboles, son factores que pueden determinar la capacidad germinativa y la viabilidad del polen de forma detrimental (RALLO, 1986).

2.6.2. Características del polen de palto:

BEKEY (1989) señala que el polen del palto es tan pesado para ser transportado por el viento que se transforma en una desventaja para la polinización de ésta especie.

En estudios realizados sobre la influencia del polen parental, se demostró que existe una marcada influencia de cultivares dadores de polen, como Edranol y Bacon, sobre las flores y posteriores frutos del cultivar Hass (GANDOLFO, 1994).

*CAUTIN, R. Ing. Agr. 1997. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

Esta influencia del polen parental sobre los frutos sólo se produciría en las hileras contiguas a los árboles polinizantes; aproximadamente 100 mt sería la distancia de influencia (ROMERO, 1995).

2.6.3. Viabilidad del polen de palto:

La viabilidad del polen es cercana a 72 horas, lo que permite que aunque no ocurriese concordancia entre los estados florales masculino y femenino a una hora determinada, es posible que las abejas puedan polinizar flores femeninas con polen recolectado en otras horas del día (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Según PAPADEMETRIOU (1975) el polen permanece activo durante 5 o 6 días, con temperaturas comprendidas entre 20,6- 32,8 °C y con humedad relativa entre 57 y 63 por ciento.

MENA (1996) estudia la viabilidad del polen el palto cv. Hass para Quillota, demostrando que durante las tres primeras horas de apertura al estado masculino, el número de granos de polen cae drásticamente produciéndose una pérdida de polen al no existir un medio de transporte hacia una flor en estado femenino durante la noche

2.7. Antecedentes de ensayos para aumentar cuaja:

LOVATT y SALAZAR-GARCIA (1994) señalan que la floración y cuaja del palto cultivar Hass ocurre predominantemente durante el período de baja actividad radical, reducida transpiración, fotosíntesis baja y bajas temperaturas que afectan negativamente la apertura floral, polinización, fertilización y cuaja. A medida que avanza la floración se aumenta la competencia con la brotación del crecimiento vegetativo, mientras que las raíces permanecen aun inactivas; así la competencia

por agua y nutrientes minerales se torna más intensa. Por lo tanto, es posible que la cuaja se vea afectada por un suministro inadecuado de nutrientes (macronutrientes, micronutrientes y fitohormonas), por parte del sistema radical.

KALMAR y LAHAV (1976) fueron los primeros en sugerir que aplicaciones de nutrientes minerales podrían estimular demasiado el crecimiento del brote vegetativo durante el período crítico de retención de fruta, aumentando la caída de fruta y disminuyendo los rendimientos.

Es conocido el efecto del boro como un factor esencial para la germinación del polen, para el exitoso crecimiento del tubo polínico a través del estigma, estilo y en el ovario alcance el núcleo espermático al núcleo oval (LOVATT, 1990).

ROBBERTSE *et al.* (1990 y 1992) demostraron el efecto de aplicaciones foliares de boro en la germinación del polen y en el crecimiento del tubo polínico en árboles de palto sin deficiencia de este elemento.

LOVATT (1994) efectuó aplicaciones de boro (Solubor®) a la canopia de árboles cultivar Hass en California (sin deficiencias de boro), en el momento fenológico de preflor, en estado de botón cerrado aumentado significativamente el número de tubos polínicos que alcanzan el óvulo, incrementando, cuaja y rendimientos.

Las aplicaciones de boro han probado ser efectivas especialmente cuando se presentan temperaturas frías durante la floración (HANSON y BREEN, 1985, CALLAN *et al.*, 1978 y LOVATT, 1997).

BENDER (1997) muestra que aplicaciones de bioestimulantes aplicados a paltos cultivar Hass en período de floración en el condado del Valle del Puma, en California, incrementan la cuaja. Todos los tratamientos muestran diferencias con árboles no tratados (testigos), los cuales se dividen en asperjados con agua y secos. Sin embargo, los árboles testigos húmedos presentaron mejor cuaja que los

secos. Tal como lo señalan, LESLEY y BRINGHURST (1951) el comportamiento de las flores de palto está influenciado por las condiciones climáticas de la zona donde se encuentren los árboles, es decir, por la temperatura y la humedad atmosférica. El Valle del Puma posee una baja humedad relativa, de ahí entonces que el tratamiento de agua a las flores (testigos húmedos) es posible que tenga mejores resultados al disminuir el estrés térmico-hídrico del polen y del estigma, favoreciendo con ello la viabilidad del polen y la cuaja (CAUTIN, 1997)*.

2.8. Antecedentes sobre la fisiología de estrés :

2.8.1. Características:

Se define estrés como actividad metabólica bajo el 30 % del potencial de un organismo vivo. Puede ser ocasionado por factores bióticos o abióticos, generando respuestas dependiendo del tipo e intensidad de estrés (SALISBURY y ROSS, 1994).

El estrés que pueda sufrir una planta, desde el punto de vista agronómico, puede ser beneficioso en algunos casos, adelantando eventos fenológicos y fisiológicos, con un mayor beneficio económico. Sin embargo en la planta, el metabolismo puede verse deprimido, por la orientación de sus relaciones energéticas a la producción vegetal.

El estudio del mecanismo fisiológico de respuesta de las plantas a condiciones de estrés ha llevado a poner énfasis en los cambios de concentraciones de moléculas y macromoléculas orgánicas e inorgánicas intra celular, y la regulación que sobre

*CAUTIN, R. Ing. Agr. 1997. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

éstas ejerza el genoma de los vegetales.

VIERLING (1991) señala que las condiciones ambientales de luz, estado hídrico y balance hormonal lideran la alteración de la expresión génica en plantas.

La condición estresante generará una aclimatación, que de perdurar en el tiempo, producirá en el genoma una mutación.

VIERLING (1991) estudiando la respuesta a estrés térmico supraóptimo, señala que durante la aclimatación de vegetales a condiciones estresantes se produce un aumento tanto de mRNA como proteínas de shock térmico, HSP. En dos estados de desarrollo del polen, tanto en el estado de "pretorpedo" como en la germinación del tubo polínico se habrían encontrado proteínas HSP durante estrés térmico

Los embriones tendrían genes que codifican para HSP, que no se activarían hasta que se presente la condición de estrés (VIERLING, 1991)

En hojas de plantas sometidas a estrés se produce un cambio en el metabolismo del nitrógeno, acumulándose prolina libre como resultado de la síntesis *de novo* a partir de ácido glutámico. Se ha propuesto que esta acumulación es una adaptación metabólica que confiere valor de supervivencia, actuando como reserva de nitrógeno de fácil acceso bajo condiciones estresantes.

2.8.2. Aminoácidos y proteínas:

Los aminoácidos son moléculas orgánicas, las cuales constituyen macromoléculas proteicas. Casi todas las proteínas se forman a partir de 20 aminoácidos esenciales de diferentes combinaciones (SALISBURY y ROSS, 1994).

Cada aminoácido puede poseer dos configuraciones, los isómeros ópticos. La forma D posee el grupo amino a la derecha y la L a la izquierda, los biológicamente activos son los L-aminoácidos. Los aminoácidos sintetizados artificialmente son racémicos, es decir, tienen mezclas de ambas formas; en el proceso de separación ulterior de ellos radica la utilidad como fertilizantes (GOMIS *et al.*, 1988).

Los aminoácidos poseen la capacidad de formar complejos de coordinación con metales al compartir electrones libres de los grupos amino y carboxilos de su estructura. Las proteínas participan en numerosas reacciones metabólicas, encontrándose también como soporte estructural de las membranas celulares, hormonas vegetales, carriers, e incluso algunas son sintetizadas bajo condiciones estresantes para la célula (SALISBURY y ROSS, 1994).

Las membranas celulares están formadas de una bi-capa lipídica (fosfolípidos y glucolípidos) y moléculas proteicas de alto peso molecular insertadas en ella. Las proteínas de membrana participan en la translocación de iones y solutos a la célula. Algunas proteínas actúan formando unos canales iónicos y otros puntos en la membrana por los cuales pueden salir proteínas al medio extracelular (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Estructuras del citoesqueleto tales como microtúbulos y microfilamentos están compuestas por proteínas. Estas forman parte de las reservas, especialmente en semillas. Sin embargo, la principal función de las proteínas en el metabolismo es servir como enzimas, catalizadores biológicos que aumentan en gran medida la velocidad de las reacciones bioquímicas, haciendo de esta manera posible la vida (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Las proteínas ATP asas participan en el transporte activo, en contra de una gradiente de concentración, modulando respuestas anti estrés por parte de proteínas calmodulinas, las cuales interactúan con el calcio en el ajuste osmótico (SALISBURY y ROSS, 1994; PALTA, 1990).

A bajas temperaturas muchas plantas acumulan polyoles y aminoácidos como solutos compatibles que contribuyen a la sensibilidad al frío, como también ciertas proteínas estarían asociadas a la tolerancia al frío (NISHIDA y MURATA, 1996).

2.8.2.1. Absorción y translocación:

Estudios fisiológicos han demostrado que ciertos aminoácidos pueden jugar importantes roles en el metabolismo del nitrógeno, participando en la regulación de síntesis de enzimas involucradas.

JOY y ANTCLIF (1966) y YAMAGUCHI e ISLAM (1967) constataron la absorción de aminoácidos foliar y radical, señalando que la translocación de éstos alcanza los ápices meristemáticos en un plazo de 6 a 24 horas.

TANNER y CASPARI (1996) reportan aproximadamente diez proteínas carriers para aminoácidos.

LAM et al. (1994) y LAM et al. (1996) mencionan que las plantas no leguminosas necesitan reasimilar amonio fotorrespirado para mantener un cierto nivel de eficiencia de la enzima nitrato reductasa, que participa en el metabolismo del nitrógeno para que sea posible sintetizar esqueletos carbonados.

TANNER y CASPARI (1996) señalan que un tipo de regulación del flujo de aminoácidos en vegetales estaría regido por una inhibición a causa de la acumulación por sobre un nivel umbral que provoca un efecto de represión génica similar al modelo del represor lactosa en E.colli, y el otro mecanismo sería por medio de carriers. Esta regulación se habría probado sólo para aminoácidos y no para proteínas.

La interpretación de la pérdida del flujo de aminoácidos es debido a su almacenaje

en la vacuola (TANNER y CASPARI, 1996).

Dentro de los mecanismos de regulación del flujo de aminoácidos a nivel de genes se puede mencionar la participación de fuentes nitrogenadas, como el caso de aminoácidos, prolina y amonio, que actuarían sobre las regiones promotoras regulando la transcripción para enzimas permeasas (TANNER y CASPARI, 1996).

2.8.3. Funciones metabólicas bajo estrés abiótico:

Se ha señalado que los aminoácidos tienen especial importancia cuando se presentan situaciones de estrés abiótico ambiental como enfriamiento, congelación, salinidad, estrés hídrico, estrés térmico, y de tipo biótico como plagas y enfermedades. La característica principal en el estrés abiótico es la deshidratación de los tejidos, en donde los aminoácidos participan como moléculas para equilibrar la salida de agua, y también como fuente de carbono y nitrógeno en la recuperación del estrés (TAIZ y ZEIGER, 1991).

NISHIDA y MURATA (1996) plantean que la sensibilidad al frío manifestada por ciertas plantas durante la germinación, crecimiento y desarrollo de órganos reproductivos, y la longevidad post-cosecha, está restringida en un rango de temperaturas de 0°C a cerca de 15°C. La maduración del polen es el proceso más sensible a temperaturas frías por la incapacidad de la biomembrana (interfase de la membrana plasmática), de mantener gradientes iónicos, perturbándose el metabolismo y ocasionando muerte celular. Una de las hipótesis del mecanismo de sensibilidad al frío sería el rol de fosfolípidos en la reparación de la interfase (NISHIDA y MURATA 1996).

Cambios en la fluidez de la membrana serían el estímulo para la síntesis de "novo" de ciertas denaturasas en respuesta a bajas temperaturas (NISHIDA Y MURATA, 1996).

2.8.4. Soporte técnico:

La aplicación a vegetales de productos formulados con aminoácidos, y su absorción en forma directa implicaría una síntesis proteica a partir de los primeros sin el gasto energético en metabolismo. Este ahorro podría ser útil en períodos críticos para una especie vegetal (floración, cuajado, maduración) y en los procesos de superación de estrés por bajas temperaturas, en donde la actividad enzimática no posee umbrales térmicos apropiados disminuyendo el suministro de carbohidratos y nutrientes (GOMIS et al., 1988).

2.8.5. Aminoácidos en agricultura:

Los aminoácidos participan en la capacidad de resistencia de los vegetales a condiciones de estrés, ya sea como solutos osmóticos o como parte estructural de proteínas específicas, observándose una variación en los niveles de éstos cuando las plantas han sido sometidas a distintos niveles de estrés (NUSIMOVICH et al., 1989)

NUSIMOVICH et al. (1989) trabajaron en tomates, aplicando vía foliar productos formulados con aminoácidos, obteniendo un aumento en peso y mayor precocidad, asignándole un efecto protector frente a condiciones adversas.

Las sustancias nutritivas (aminoácidos, azúcares, etc.), presentes en los néctares de las flores, además de ser utilizadas por los agentes polinizadores como fuente alimenticia, constituyen una fuente alimenticia importante para el grano de polen en su fase de germinación (ESCAICH et al., 1989).

PALFI, PINTER y PALFI (1981) estudiando el total de aminoácidos en anteras de machos estériles y machos esteriles, mostraron que la esterilidad está asociada con bajos niveles de prolina.

Se ha postulado un incremento de la secreción estigmática en respuesta a la polinización lo que ayuda a la hidratación del grano de polen, y así éste incorpore una gran cantidad de nutrientes (ESCAICH et al., 1989).

ZHANG y CROES (1983 a) estudiaron el efecto de un medio enriquecido con prolina sobre la germinación de polen, observando que el tubo polínico en un medio con prolina llegó a tener el doble de longitud que el tratamiento testigo.

El aumento del porcentaje de germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico por la presencia de aminoácidos endógenos y exógenos se puede explicar ya sea por la potenciación de mecanismos de resistencia frente a factores térmicos adversos mediante la mejora de la pared celular o callosa, o por la utilización de aminoácidos de las proteínas como fuente energética metabolizable (ESCAICH et al., 1989).

Los aminoácidos no sólo forman parte de estructuras enzimáticas sino que también de proteínas de las paredes celulares del tubo polínico en formación protegiendo enzimas del grano de polen del daño de deshidratación (ZHANG y CROES, 1983 a).

ZHANG y CROES (1983 a) sugieren que sobre el 50% de la prolina citoplasmática es usada para la síntesis de proteínas durante la elongación del tubo polínico.

VERBRUGEN et al., (1996) señalan que la condición de estrés reprime la síntesis de la enzima que destruye la prolina, y que frente a situaciones no adversas existe un equilibrio entre estas dos moléculas.

Las observaciones anteriores señalan que las anteras en desarrollo podrían ser uno de los sinks para el movimiento masivo del aminoácido prolina, cuyo metabolismo dependerá de la condición ambiental durante el desarrollo de estructuras florales.

2.8.5.1. Ensayos realizados en Chile:

GONZALEZ (1993) determinó la influencia de aplicaciones radicales y foliares en Kiwi (Actinidia deliciosa) en distintas dosis y fechas de aplicación, sobre distintos eventos del desarrollo de la planta, como por ejemplo: porcentaje de brotación, números de botones florales defectuosos, retención y calibre de la fruta, etc., no encontrando ninguna diferencia significativa con respecto a los testigos no tratados.

SILVA (1997) menciona que aplicaciones de bioestimulantes foliares de tipo aminoacídico, tienen un período de acción, mostrando diferencias significativas en cuaja de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass para los primeros meses del período floral

VILCHES (1998) evaluó aplicaciones de un producto de formulación aminoacídica vía riego a raíces de paltos (Persea americana Mill.) cv. Hass plantados en verano, no encontrando diferencias significativas en los tratamientos.

2.8.6. Calcio:

El calcio es quizás el elemento mineral más importante en la determinación de la calidad de la fruta (FAUST, 1991).

La principal función del calcio parece ser la estabilización de membranas celulares (SILVA y RODRIGUEZ, 1995).

El calcio interviene en la cementación de la lamela media, formando complejos con fosfolípidos, manteniendo su selectividad (YURI, 1996; BANGERTH, 1979; SILVA y RODRIGUEZ, 1995).

El calcio es el segundo mensajero de la encima calmodulina, regulando la actividad de otras, del tipo kinasa, participa como cofactor de peroxidasas y amilasas, permitiendo que mantengan su función (YURI, 1996).

En las paredes celulares el calcio confiere rigidez y se estima que en las plantas, por lo menos el 60 por ciento del total de este elemento, es usado como un agente de unión intermolecular, que estabiliza complejos proteína-pectina en la lamela media (BANGERTH, 1979), con la formación de pectatos cálcicos que crean un efecto cementante entre células adyacentes (POPOVAHIA, GLENN y REDDY, 1988).

Otra función en la que se le asigna un rol de mensajero secundario en el metabolismo, es la de regular la división y elongación celular (POPOVAHIA, 1988).

El calcio participaría en el crecimiento del tubo polínico, permitiendo una mejor fecundación de la flor (REISS, 1978).

BREWBAKER y KWACK (1963) y REISS (1978) trabajaron en la germinación *in vitro* de polen de numerosas especies vegetales, mencionando que la participación del calcio en el medio de germinación potencia el proceso, demostrando la necesidad de este catión para que ocurra germinación.

TAYLOR y HEPLER (1997) mencionan que el calcio favorece la actividad de proteínas de elongación en el sector de avance del tubo polínico.

ZHU et al., (1996) señalan que el calcio puede inducir la síntesis de proteínas que participan en la organización de microtúbulos durante la meiosis, siendo regulado por estímulos del medioambiente.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Ubicación:

El ensayo se realizó en árboles de palto cv. Hass ubicados en el Fundo La Palma dependiente de la Universidad Católica de Valparaíso, el cual se encuentra en la provincia y comuna de Quillota, V región, Chile. La localización geográfica corresponde a 32°52' latitud Sur y 71°13' longitud Oeste (MARTINEZ, 1981).

3.1.1. Caracterización de la zona de ensayo:

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15.3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero), de 27°C y una mínima del mes más frío (Julio), de 5.5°C. La suma anual de temperaturas base 5°C, es de 3700 grados día, y base 10°C es de 1900 grados día. El período libre de heladas para Quillota corresponde a nueve meses, desde septiembre a mayo (NOVOA et al., 1989).

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

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

Quillota corresponde a un clima templado cálido con estación seca prolongada de siete a ocho meses en donde se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de las especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTINEZ, 1981).

3.1.2. Suelo:

El suelo pertenece a la serie La Palma, franco arcillosa, se caracteriza por ser sedimentario, profundo, de origen coluvial, formado a partir de sedimentos graníticos de la formación granítica de los cerros ubicados al este del predio. La textura superficial es franco arcillosa, de color pardo y de textura arcillosa de color pardo rojizo oscuro en profundidad. Substratum constituido por gravas y piedras con material intersticial, presenta permeabilidad moderada y buen drenaje (MARTINEZ, 1981).

3.1.3. Agua:

Las aguas con las cuales se riega el Fundo La Palma, según MARTINEZ (1981), no presentan peligro de sodificación, salinización ni de cloruros que puedan significar una limitación en su uso.

3.2. Material vegetal:

El estudio se llevó a cabo en 72 árboles de palto cultivar Hass, injertados sobre patrón de semilla Mexícola, plantados en 1992, con un marco de plantación definitivo de 6m x 6m, en bloque compacto, encontrándose contiguo a él, un bloque compacto de arboles de palto cv. Bacon. La elección de los árboles fueron bloques

de 24 árboles, tomando en cuenta el estado fitosanitario del árbol, de características similares en cuanto a tamaño y vigor, pero sin distinguir estado de floración.

3.3. Diseño experimental:

El ensayo consiste de un Diseño completamente al azar en bloques, con subniveles donde se bloqueó la variable fecha de aplicación.

Cada tratamiento considera tres subniveles para minimizar el error experimental.

3.3.1. Tratamientos:

Se aplicaron bioestimulantes foliares en tres fechas, el producto **FRUTALIV®** se aplicó en dos dosis, 100 cc./100 l. de agua y 400 cc./100 l. de agua, y el producto **DEFENDER Ca ®** se aplicó en dosis única de 300 cc/100 l. de agua y a árboles testigos se aplicó sólo agua. Estos tratamientos fueron realizados en tres fechas tomando como referencia para las fechas de aplicación estudios anteriores sobre la condición térmica durante la floración.

Debido a que SILVA (1997) muestra que existe influencia de la exposición a puntos cardinales y la altura a la que se efectúe la medición de cuaja, se procedió a marcar el punto de floración (grupo de panículas en un brote determinado), central de exposición norte, a cada árbol, al cual se le contabilizó el número total de flores. También se registró el número de flores por punto de floración que presentaron los pétalos abiertos al momento de efectuar la aplicación, para determinar el efecto de los tratamientos sobre la cuaja. El conteo se llevó a cabo con un contador manual para evitar distorsión en las mediciones visuales.

Para estandarizar la medición de retención de fruta se consideró medir en diciembre, un mes más tarde de la primera caída de frutos que ocurre al finalizar la segunda quincena de noviembre, según TAPIA (1993). La medición de diámetro ecuatorial se efectuó en la misma fecha y la medición de retención después del segundo ajuste se efectuó en mayo de 1998. El resumen de los tratamientos se puede ver en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Resumen de tratamientos.

Tratamientos	Dosis por 100 lt. de agua	Fechas de aplicación
T0 Agua T1Defender-Ca T2Frutaliv T3Frutaliv	300 cc. 100 cc. 400 cc.	24 de Septiembre *
T0 Agua T1Defender-Ca T2Frutaliv T3Frutaliv	300 cc. 100 cc. 400 cc.	18 de Octubre *
T0 Agua T1Defender Ca T2Frutaliv T3Frutaliv	300 cc. 100 cc. 400 cc.	10 de Noviembre *

* Según característica térmica en temporadas anteriormente descritos.

3.3.2. Modo de aplicación:

Los tratamientos se aplicaron al follaje con máquina pulverizadora de 1.500 litros de capacidad, asperjando los árboles con emisor tipo pitón, boquilla de cono, de 2mm de espesor a punto de goteo, de modo de mojar bien las flores y hojas. Para calibrar la aplicación se midió el tiempo que se demora en asperjar todo el árbol a punto de goteo, con una presión de trabajo de 200 lbs, observándose que en aproximadamente dos minutos se completaba la labor. Posteriormente, en un recipiente se procedió a aforar el gasto, concluyendo que el volumen de solución a aplicar debía ser de 60 litros/árbol.

3.4. Evaluaciones:

Los parámetros a medir fueron el número de frutos cuajados por punto de floración central con exposición norte. Posteriormente, se evaluó el número promedio de frutos retenidos por árbol y su diámetro ecuatorial.

3.4.1. Evaluación del número de frutos cuajados:

Después de transcurridos 15 días de cada fecha de aplicación, para cada tratamiento se contabilizó el número de frutos cuajados por punto de floración. Para efectos de medición se consideró como fruto recién cuajado aquel que presentaba la pérdida de la corola o el estilo se había tomado de color café oscuro y el ovario presentaba ensanchamiento. La contabilización se efectuó con un contador manual, de la misma manera que se contabilizó el número de flores. Con esta información se pudo determinar el porcentaje de frutos cuajados de cada tratamiento.

Para evitar confusiones de medir frutos cuajados anterior a la aplicación, se eliminaron los frutos de cada panícula en el punto de floración, momentos antes de cada tratamiento.

3.4.2. Evaluación de fruta retenida:

Para evaluar la fruta retenida promedio por árbol se procedió a elegir una rama de cada punto cardinal a la altura de 1.5m para cada tratamiento en diciembre de 1997, y se contabilizó el número de frutos retenidos, para después obtener un promedio por árbol repetido de su correspondiente tratamiento.

3.4.3. Evaluación de diámetro ecuatorial:

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de fruto se procedió a medir el diámetro ecuatorial con pie de metro digital en diciembre de 1997 cada uno de los frutos de las ramas elegidas anteriormente, para obtener un promedio de diámetro ecuatorial por árbol repetido de su correspondiente tratamiento.

3.4.4. Evaluación de retención final:

Para la evaluación de frutos retenidos posterior a la segunda caída de verano y para estimar el efecto sobre el rendimiento (kg) se procedió a contar el número total de frutos retenidos por árbol, en mayo de 1998.

3.5. Registros de temperaturas durante el período:

3.5.1. Instrumento:

Para registrar la temperatura durante el periodo de ensayo se utilizó un termógrafo digital Ryan RL- 100, registrándose la temperatura cada treinta minutos. Esta información se recogió al término de cada ciclo de registros.

3.5.2. Procesamiento de los registros:

Los registros de cada día se subdividieron en diurnos y nocturnos, considerando el inicio de la noche a las 18: 00 y el término a las 07:00 del día siguiente, registrándolos cada 30 minutos.

Para caracterizar el período de ensayo se definieron rangos térmicos sobre la base de las temperaturas umbrales para cuaja propuestas por SEDGLEY y ANNELS (1981) y ZAMET (1990).

Cada día fue caracterizado térmicamente en forma nocturna y diurna, de modo de determinar el porcentaje de horas nocturnas en las temperaturas umbrales. Al obtener los datos diarios se pudo caracterizar cada mes de estudio, tanto nocturna como en forma diurna.

Para caracterizar cada semana del período de ensayo y definir la condición de estrés en la época de floración se acumularon los registros térmicos horarios de cada rango durante todo el período, para posteriormente determinar la participación porcentual de las horas en cada rango durante el período de estudio.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de registros térmicos durante el período de ensayo:

En la Figura 1 se presenta la evolución en cuanto a la acumulación semanal de registros térmicos con temperaturas umbral, bajo 10°C y sobre 20°C durante el período del ensayo.

Se puede observar que existen dos fuertes peaks en la acumulación de registros bajo 10 °C, registrándose una disminución a inicios de septiembre. A mediados de octubre existe un segundo peak de menor intensidad, pero considerable si se toma en cuenta que según TAPIA (1993) y GARCIA (1996), la curva de apertura floral del palto cv. Hass para Quillota presenta sus máximos valores a mediados de Octubre. El alza de registros significaría que la temperatura permaneció por más tiempo bajo 10 ° C durante la segunda mitad de octubre.

La Figura 2 presenta la relación entre registros de temperatura diarios y nocturnos en donde se puede apreciar que del total diario, temperaturas menores a la mínima necesaria para la cuaja se registraría durante la noche, condición que concuerda con lo señalado por ZAMET(1990) en que las temperaturas nocturnas influirían negativamente en la cuaja. Sin embargo, no se puede considerar un día frío tomando solo como referencia los registros nocturnos.

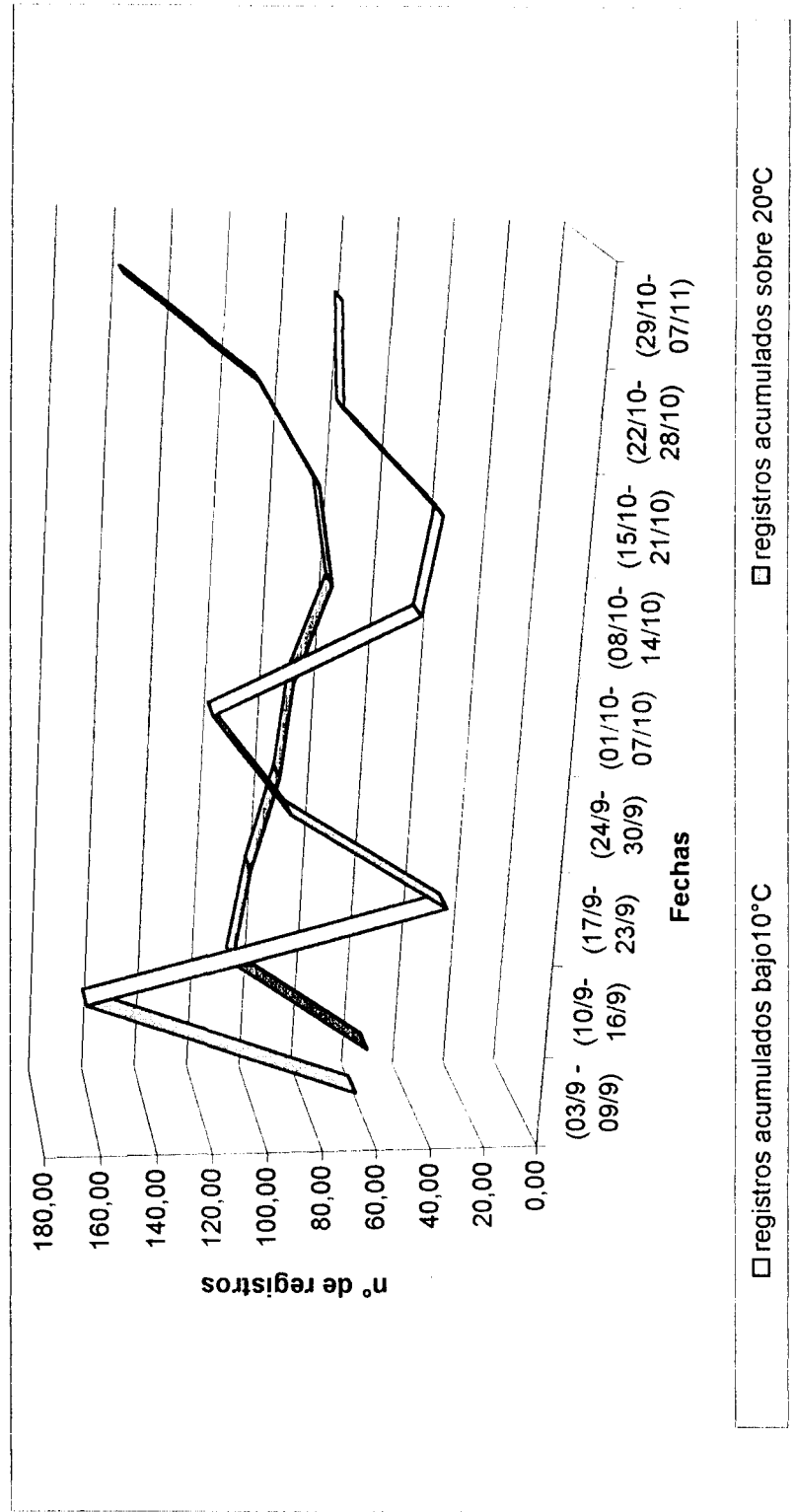


FIGURA 1. Evolución en la acumulación de registros térmicos durante el periodo de ensayo. Quillota, 1997.

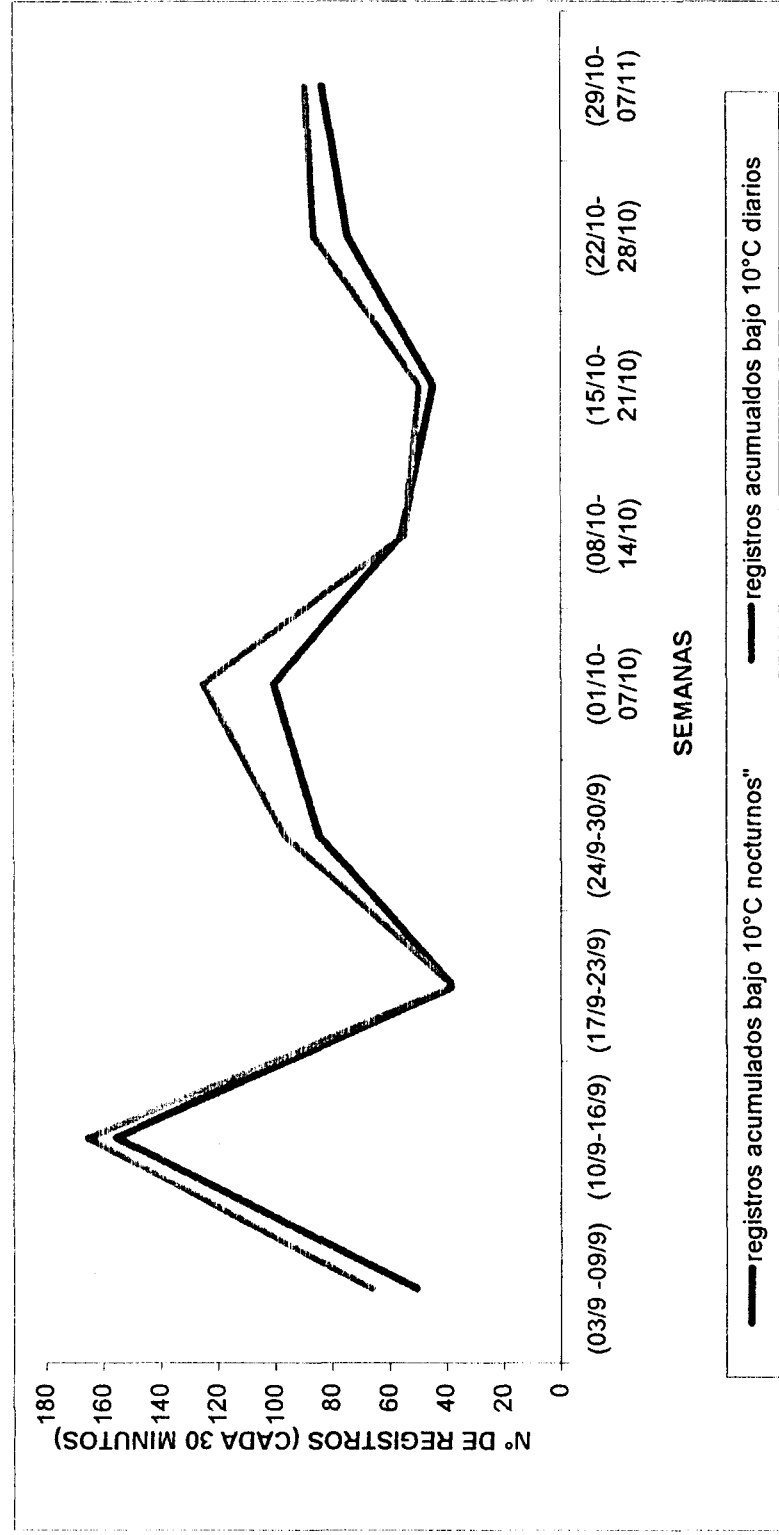


FIGURA 2. Comparación de registros diarios y nocturnos durante el período de ensayo.

4.2. Análisis para cada fecha de tratamientos:

Para poder comparar los meses de estudio se graficaron las temperaturas mínimas y medias diarias de septiembre, octubre y noviembre. La comparación se efectuó tomando como parámetro un lapso de 30 días, donde cada día corresponde al día calendario del mes (Figura 3).

La consideración de evaluar la evolución de temperatura mínima y media diaria de los tres meses se fundamenta en estudios anteriores que señalan que la floración del palto cv. Hass para Quillota florece desde fines de agosto a fines de noviembre (HERNANDEZ, 1991, TAPIA, 1993 y GARCIA, 1996).

Según SEDGLEY y ANNELS (1981) la ocurrencia de temperatura cercana a 12 ° C no solo afecta la cuaja sino que además afecta el patrón de apertura floral, retrasándolo en comparación con temperaturas mayores. Por lo tanto, considerando que la temperatura mínima se produce en la noche, es posible inferir que durante el período del ensayo las temperaturas mínimas registradas cercanas a este valor afectaron el patrón de floración, ocasionando un desplazamiento o atraso, provocando un desfase con respecto a anteriores estudios.

La comparación de las temperaturas mínimas y medias sirve en principio para poder caracterizar el comportamiento térmico de cada mes de estudio, apreciándose que la evolución de temperaturas medias diarias presentó valores superiores durante septiembre en comparación con el mes de octubre, con un patrón similar para el mes de noviembre, presentándose índices superiores a 20°C en la tercera semana.

De acuerdo a la Figura 3 se puede apreciar que el patrón de variación de temperaturas mínimas para noviembre presenta valores entre 5 a 12 grados para la primera quincena de noviembre, aumentando a partir de esta fecha, pero sin ser sostenido. Las temperaturas mínimas para el mes de octubre, muestran un patrón de variación muy similar a septiembre, aún cuando según NOVOA et al. (1989) el

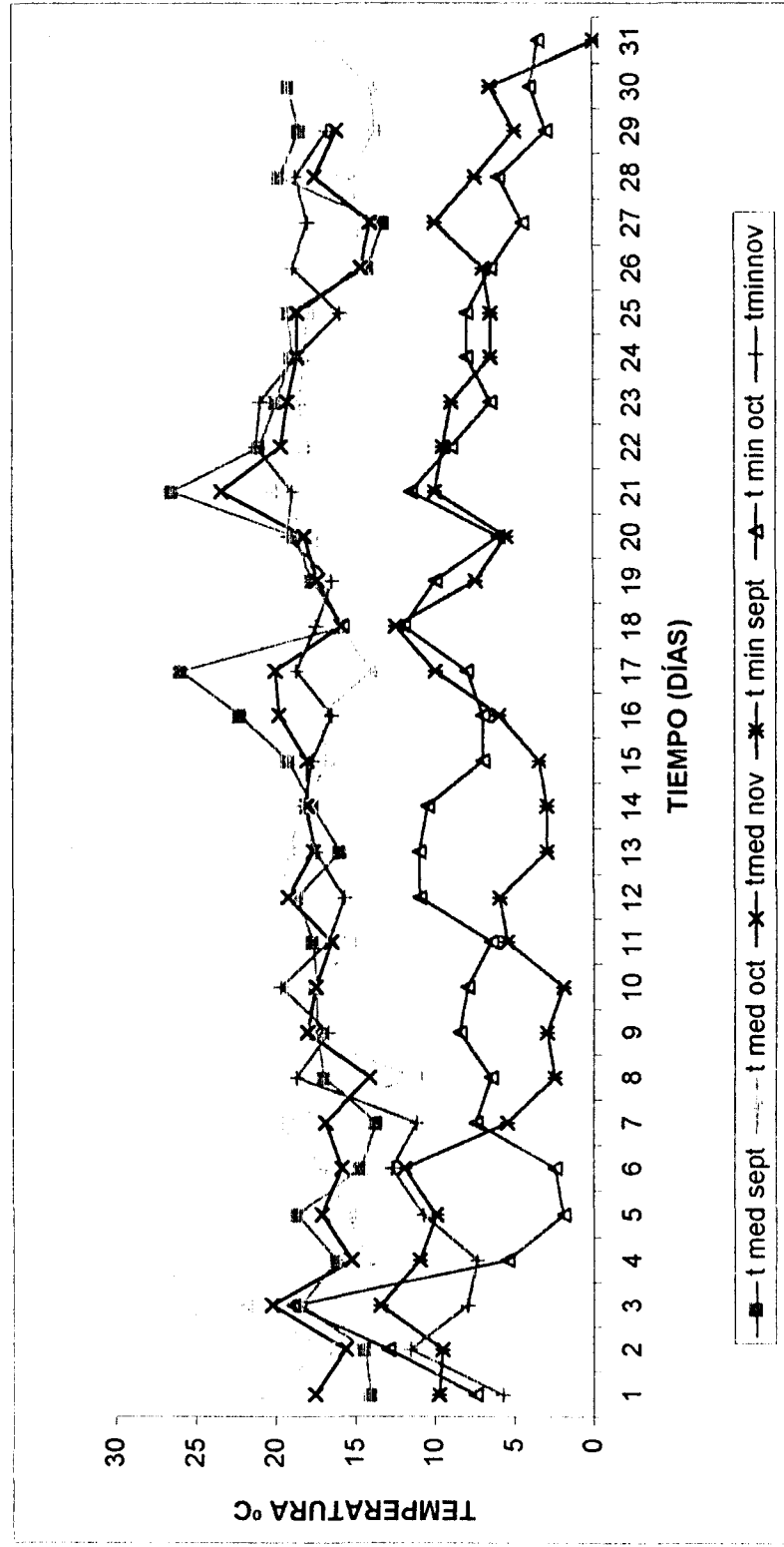


FIGURA 3. Comparación de temperaturas mínimas y medias diarias durante el periodo de ensayo.

primer mes posee una temperatura superior en esa fecha. La razón de lo anterior se pudo haber debido a la precipitación de 60 mm ocurrida durante la segunda semana de octubre, y con ello un descenso de la temperatura ambiental en los días siguientes. La importancia de este hecho radica en que la temperatura influencia, como se mencionó anteriormente, el ciclo floral del palto, según ISH-AM y EISIKOWITCH (1991), SEDGLEY y ANNELS (1981) SEDGLEY y GRANT (1983), CHAIKIATTIYOS, MENZEL y RASMUSSEN, (1994), y la viabilidad del polen (RALLO, 1986 y MENA, 1996).

La Figura 4 presenta la variación porcentual de registros para cada rango de temperaturas críticas consideradas.

Se puede visualizar que existió durante el período del ensayo un porcentaje superior al 10 % de registros con temperaturas bajo 10°C, lo cual significa que en ciertos momentos existieron condiciones desfavorables para el proceso de polinización y fertilización de flores dada la fragilidad que presenta el proceso de cuajado con relación a la condición térmica, según lo señalado por BRINGHURST (1952), SEDGLEY y ANNELS (1981) LOVATT (1990) y ZAMET (1990). Además, existió un alto porcentaje de registros horarios entre 10°C y 20°C, que según TAPIA (1993) influiría sobre la apertura al estado masculino durante la noche, liberando polen cuya viabilidad se vería comprometida (MENA, 1996).

De acuerdo a la Figura 4 el aproximadamente un 25% de registros para cada semana se presentaron favorables para la apertura floral al estado femenino, según LOVATT(1990), ISH-AM y EISIKOWITH (1991), y para la fertilización y cuaja, según el rango señalado por SEDGLEY y ANNELS (1981), y ventajosas para la actividad apícola según BEKEY (1990).

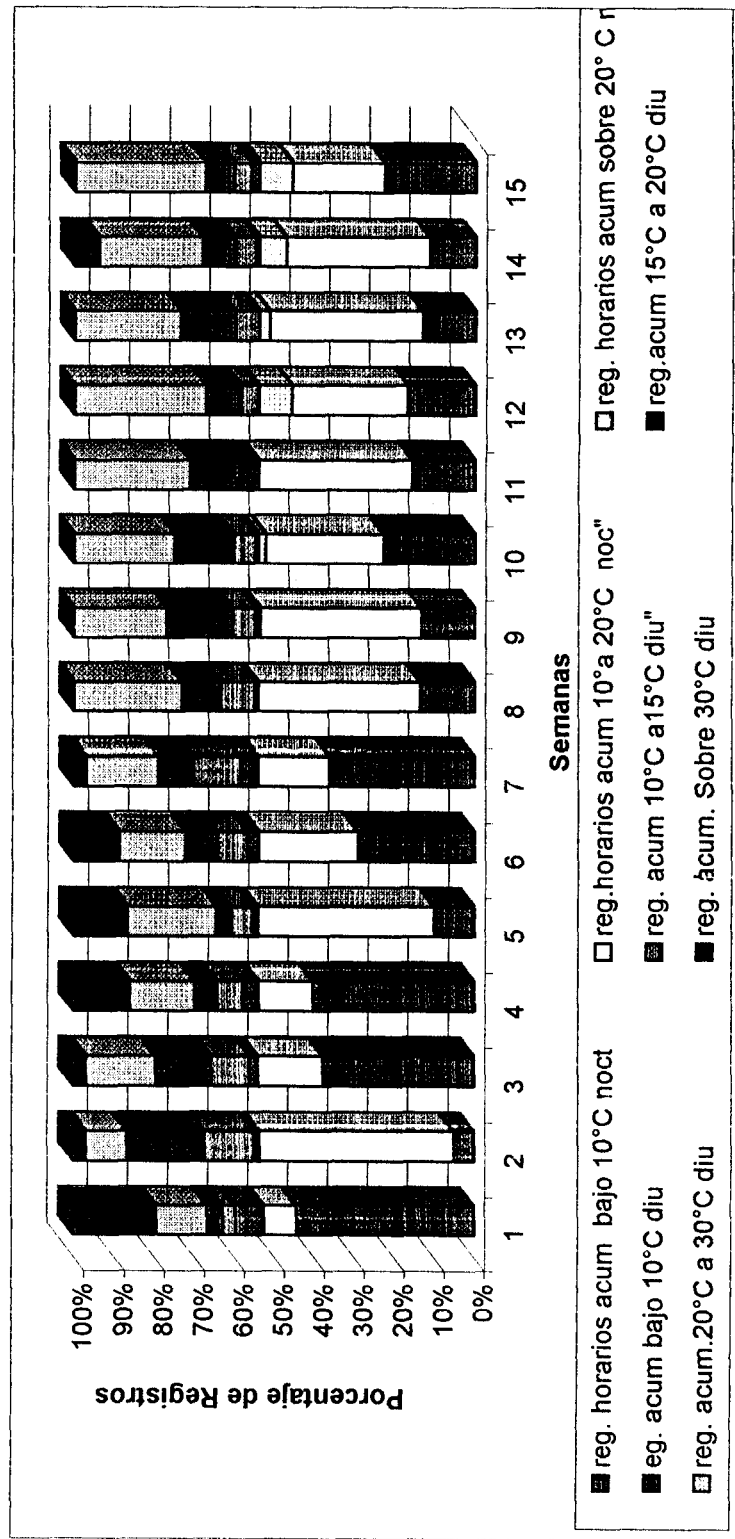


FIGURA 4. Comparación de registros horarios acumulados semanalmente en cada rango durante el periodo de ensayo.

En la Figura 5 se presenta la comparación porcentual de registros asignados a cada rango de temperaturas durante el período de ensayo.

Se puede apreciar que sólo un 29 por ciento de registros se presentó sobre 10°C durante la noche y el 22 por ciento bajo esta temperatura. La escasa diferencia porcentual no permite establecer claramente el período de ensayo como desfavorable para la cuaja, al analizar la acumulación de registros.

Del análisis térmico del período se puede concluir finalmente que existe un comportamiento errático de las condiciones térmicas, lo que se observa por no existir un claro patrón de disminución de bajas temperaturas nocturnas. Por lo tanto, el efecto de los tratamientos sobre la cuaja sería discutible dependiendo de la ocurrencia efectiva de las condiciones estresantes diarias pre y post aplicación.

Según SEDGLEY (1980), el efecto en la retención de fruta estaría determinado por la ocurrencia de condiciones estresantes durante la semana post cuaja (Figura 4), pero como se especificó anteriormente la intensidad de condiciones estresantes no mantiene un patrón definido durante el período del ensayo, por lo que al igual que el cuajado, se vería influenciado por las temperaturas de los días previos y posteriores (ZAMET, 1990).

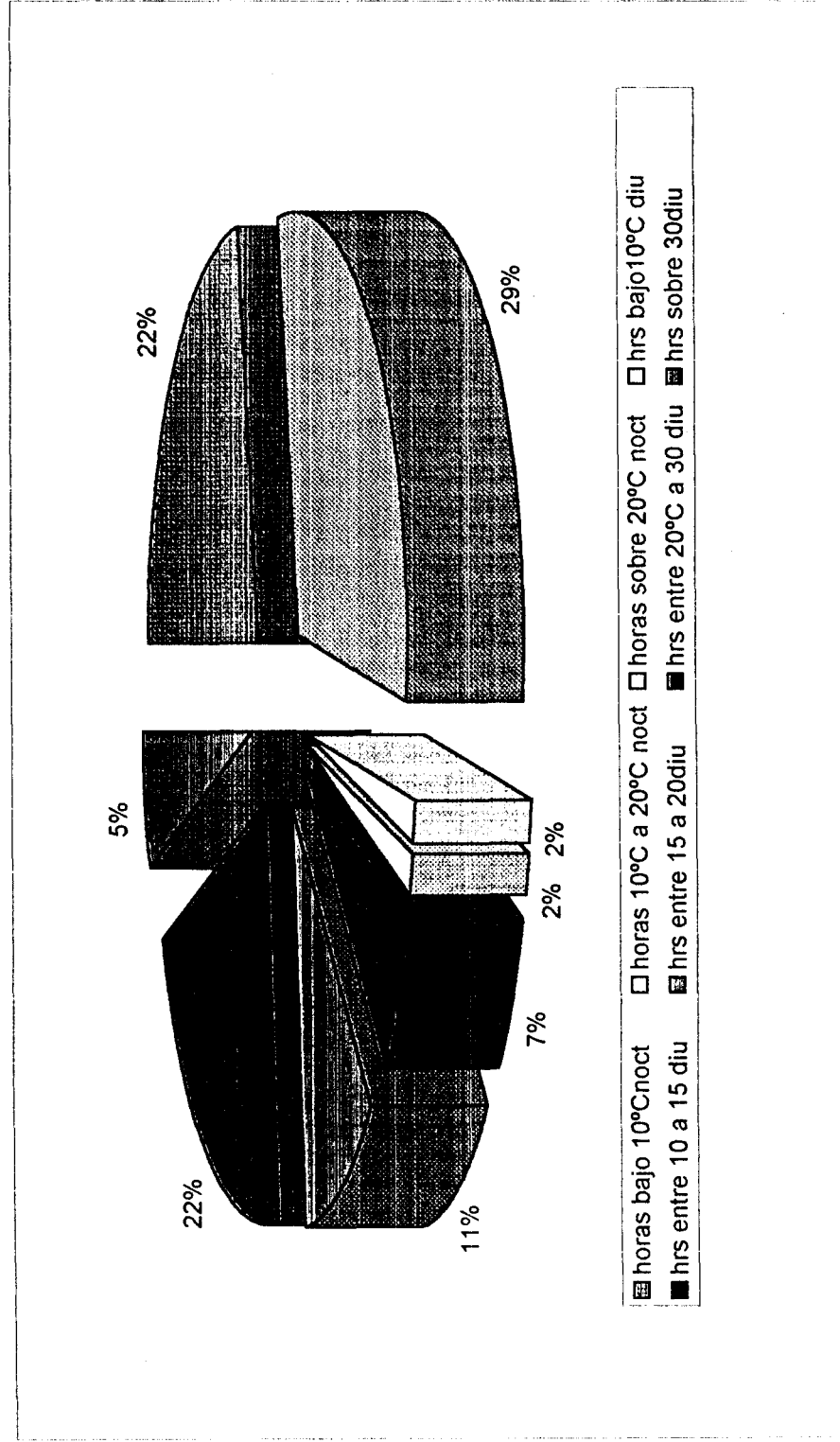


FIGURA 5. Comparación acumulada total de registros durante el periodo de ensayo para cada rango de temperaturas

4.3 Análisis de las variables:

En el presente estudio se analizaron las siguientes variables: porcentaje de cuaja, porcentaje de retención, diámetro ecuatorial posterior al primer ajuste natural y número de frutos retenidos después del segundo ajuste.

4.3.1. Porcentaje de cuaja

Para la interacción fecha de aplicación y dosis de producto, el análisis de varianza indica que existe efecto de los tratamientos, por lo tanto, a continuación se presentan los resultados, para cada fecha de aplicación. El Cuadro 4 presenta el efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de frutos cuajados, medidos quince días después de cada fecha de aplicación.

CUADRO 4. Porcentaje de frutos cuajados por punto de floración.

Fecha*	Tratamiento	Porcentaje de frutos cuajados**
1 24/9/97	T0	12.9 a
	T1	43.6 b
	T2	26.6 a
	T3	23.6 a
2 18/10/97	T0	15.5 a
	T1	63.7 b
	T2	31.8 a b
	T3	52 a b
3 10/11/97	T0	56.1 b
	T1	19.4 a
	T2	44.0 a b
	T3	50.0 b

* Cada fecha se analizó por separado

** Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan, 5%.

4.3.1.1. Primera fecha:

De acuerdo al test de comparación de medias se puede apreciar que el efecto de tratamiento Defender Ca 300 cc presenta mayor cuaja que los demás en la primera fecha de aplicación

De acuerdo a la Figura 6, que presenta los registros de temperatura diurnos para el mes de septiembre, se puede apreciar que para la primera fecha de aplicación existió un 65% de registros entre 15° C y 20° C y un 30% de registros entre 10° C y 15° C. Se puede apreciar que al siguiente día existió un 75% entre 10° C y 15° C, condiciones desfavorables para el crecimiento del tubo polínico, según SEDGLEY y ANNELLS (1981).

LOVATT (1990) señala que es preciso que existan temperaturas diurnas sobre 18° C como mínimo para que se produzca apertura de flores al estado femenino, y con ello que el polen pueda alcanzar a fertilizar el óvulo, en un tiempo variable, según la condición térmica que se presente (SEDGLEY 1977, 1979; SEDGLEY y ANNELSS 1981 y SEDGLEY y GRANTT 1983).

Según ISH -AM Y EISIKOWITH (1991) y BEKEY (1989) un día se puede definir como frío si la temperatura media del día no supera los 18 ° C, influenciando el ciclo floral, en donde al día siguiente la flor que abre al estado masculino no produce néctar, factor necesario para la visita de abejas y polinización de las flores del palto.

Según SEDGLEY (1985) para un adecuado cuajado se necesitan condiciones térmicas con días cuya temperatura máxima diaria es de 20° C, seguido de otro con 30°C, condición que se habría presentado durante el mes de septiembre, lo cual podría explicar que no hubiese efecto con los tratamientos de aplicación de Frutaliv.

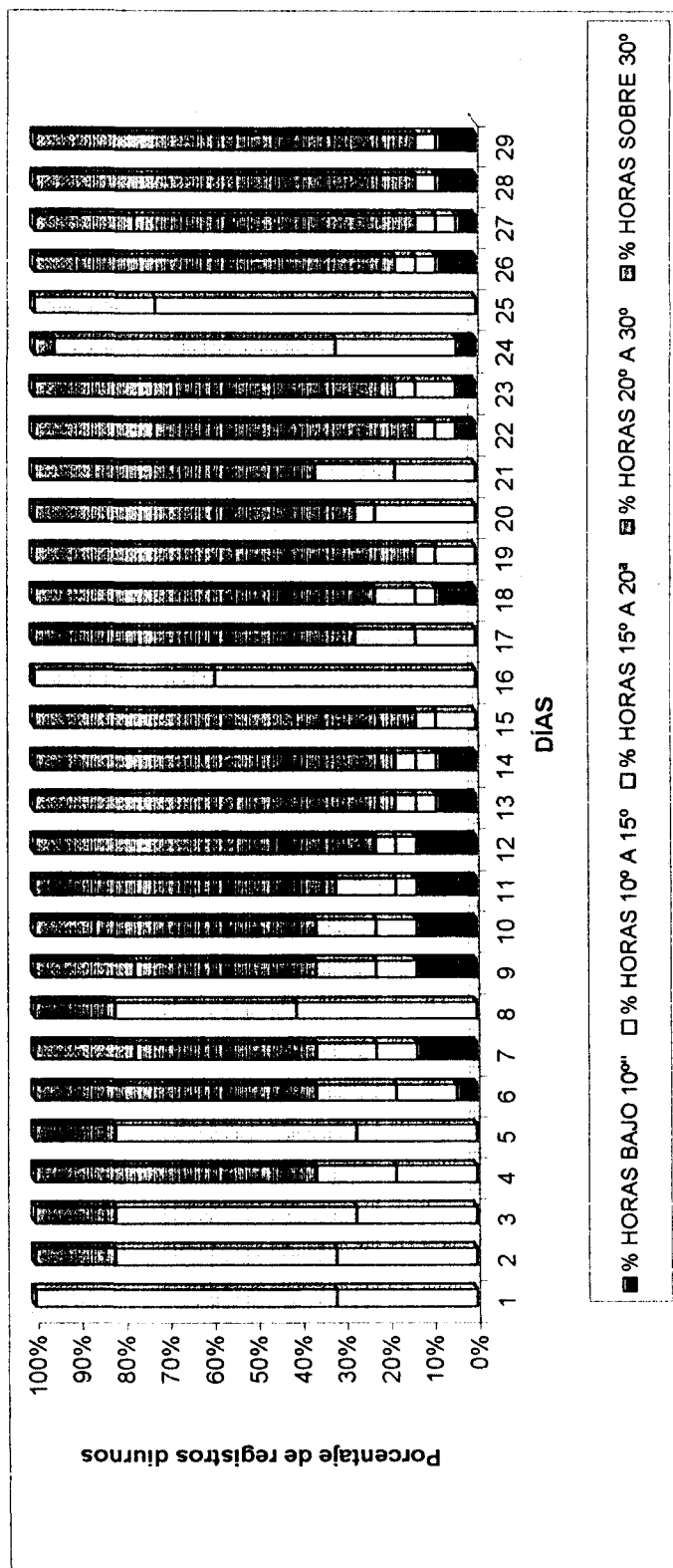


FIGURA 6. Comparación de registros horarios diurnos para el mes de Septiembre. Quillota, 1997.

La diferencia observada en el porcentaje de frutos cuajados con respecto la aplicación del tratamiento Defender Ca se podría deber a la necesidad de calcio para la germinación del tubo polínico, según BREWBAKER y KWACK (1963), REISS (1978) y SAHAR y ROY (1984) y boro que según, SAHAR y ROY (1984) ROBBERTSE et al. (1990 y 1992) y LOVATT(1994) favorece la división celular del tubo polínico.

De acuerdo a la Figura 7, que presenta los registros térmicos nocturnos para el mes de septiembre, se puede apreciar que el día anterior presentó 100% de registros sobre 10° C y el día de la aplicación alrededor de un 90% de ellos. Esta condición, de acuerdo a lo señalado por ZAMET (1990) no habría sido limitante para la cuaja. Sin embargo, la posible limitación, tal como se señaló anteriormente para la primera fecha de aplicación, fue la temperatura diurna.

4.3.1.2. Segunda fecha:

Para la segunda fecha de aplicación, de acuerdo al test de comparación de medias, se puede apreciar que existen diferencias entre aplicar DEFENDER Ca con respecto al testigo en el porcentaje de frutos cuajados.

Una posible explicación a lo ocurrido estaría dada por las temperaturas imperantes. En la Figura 8, que presenta los registros nocturnos para el mes de octubre, se puede apreciar que entre un 70 y 100 % de las horas se presentan bajo 10° C, además se presentó una precipitación la segunda semana de octubre. LOVATT(1997) establece que ello reduce drásticamente la actividad de las abejas, comprometiendo la polinización como también se puede afectar el crecimiento del tubo polínico que podría incluso dejar de crecer antes de alcanzar el óvulo, disminuyendo considerablemente la cuaja.

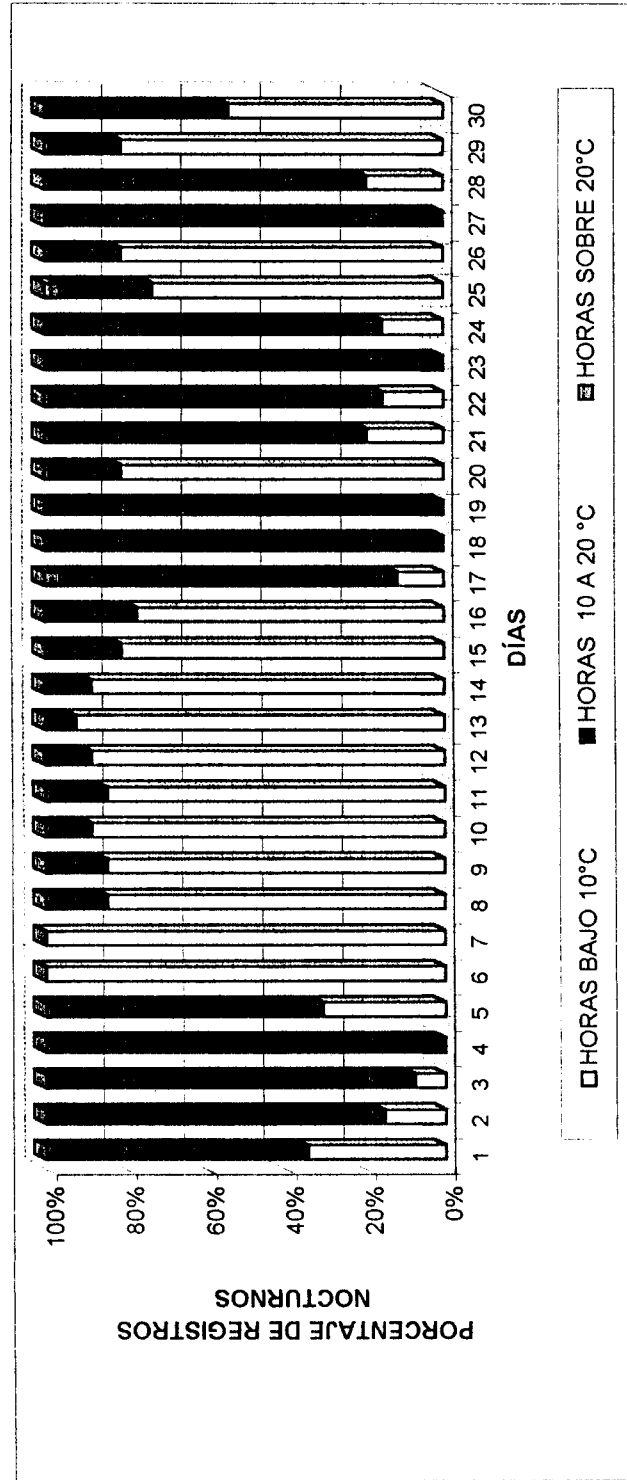


FIGURA 7. Comparación de registros horarios nocturnos para el mes de Septiembre, Quillota, 1997.

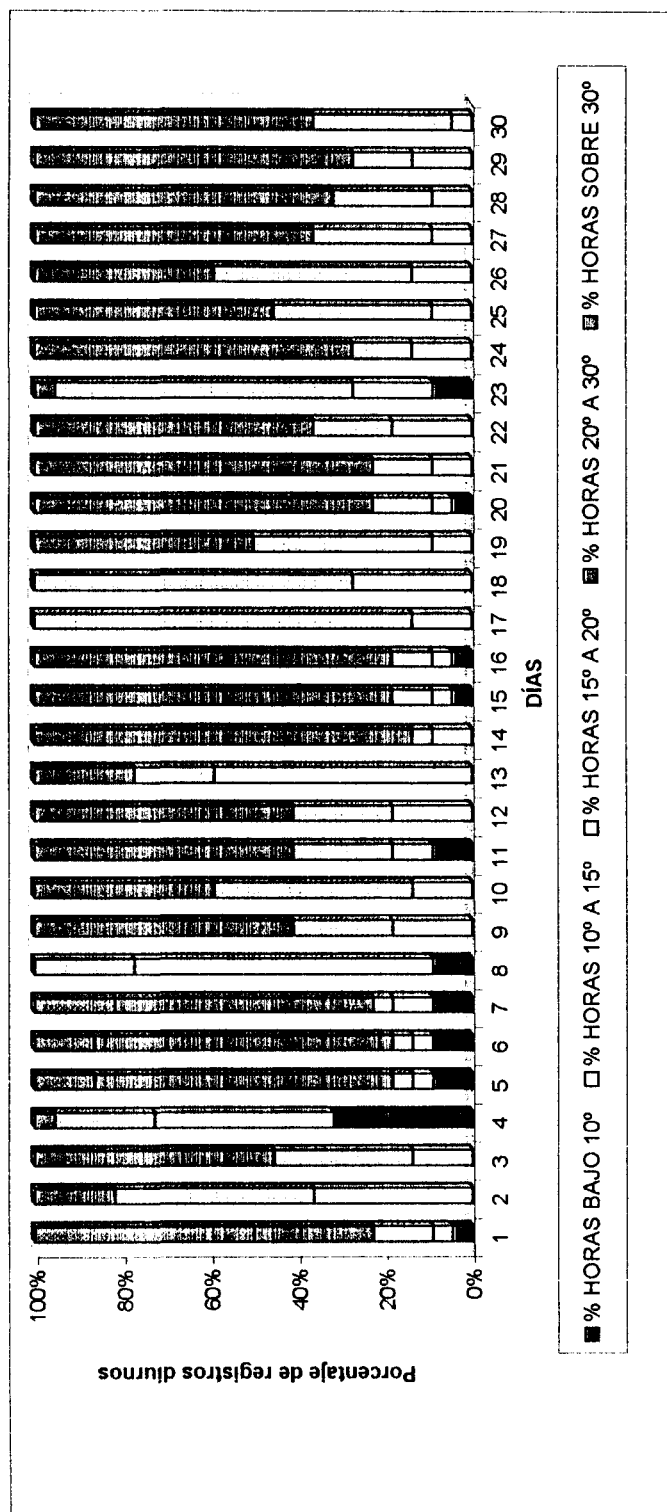


FIGURA 8. Comparación de registros horarios diurnos para el mes de Octubre. Quillota, 1997.

Según ESCAICH et al. (1989) en algunas especies el cáliz secreta una sustancia rica en aminoácidos que actúa como atrayente de los agentes polinizadores entomófilos, la precipitación ocurrida en la segunda semana de octubre, pudo lavar dichas secreciones. Los bioestimulantes podrían haber favorecido la cuaja a través de la reposición de sustancias similares a las existentes. Sin embargo, esto no permitiría predecir una mayor fertilización.

Por otra parte, los amino ácidos por si mismos pueden aumentar la germinación del polen como fue demostrado por ZHANG y CROES (1983). Dichos autores atribuyen este efecto a la prolina como fuente energética inmediata; situación que no se presentó en la presente investigación en la cual sólo hubo efecto de aplicaciones de calcio más amino ácidos (Cuadro 5).

Según TAIZ Y ZEIGER (1991) una respuesta a estrés abiótico es la deshidratación de tejidos, implicando una participación de solutos osmóticos, entre ellos aminoácidos, los que por su característica dipolar permite contrarrestar el efecto inicial.

Para NISHIDA Y MURATA (1996) una de las estrategias de respuesta al estrés por frío sería aumentar la fluidez de la membrana a través de los fosfolípidos, para permitir un equilibrio iónico intra y extracelular con lo cual se evita la acción de enzimas denaturadoras sobre las proteínas de membrana.

Si se considera la lluvia como causal de estrés al producir un enfriamiento por evaporación y disminución de la velocidad de crecimiento del tubo polínico, entonces es posible que el tratamiento con Defender Ca sea mejor que el testigo y Frutaliv 400 cc por poseer aminoácidos y calcio. Según TAYLOR y HEPLER (1997) el calcio favorece la elongación celular de la zona de avance generando un sink para la fusión de vesículas de proteínas de elongación (actinas), y aumenta la depositación de carbohidratos vía floema.

La Figura 9 presenta los registros térmicos diurnos de octubre, y de ella se puede interpretar que las condiciones térmicas son similares a las imperantes en la primera fecha de aplicación de los tratamientos, por lo tanto, es dado esperar resultados similares para las dos fechas , como ocurrió.

La translocación de aminoácidos alcanzaría los ápices meristemáticos en un corto tiempo(JOY y ANTCLIF, 1966 y YAMAGUCHI e ISLAM, 1967).

4.3.1.3. Tercera fecha:

Las condiciones térmicas diurnas (Figura10) muestran que el 80 por ciento de los registros superaron los 20°C, condiciones que según SEDGLEY y ANNELS (1981) son favorables para la cuaja. Durante la noche (Figura 11) tanto en pre como post aplicación, menos de un 50 % de los registros fueron menores a 10° C, condición favorable para la fertilización, según ZAMET (1990) y MERCADO et al. (1996).

Las condiciones térmicas antes descritas explicarían el alto porcentaje de cuaja de los testigos. GARCIA (1996) señala que las mejores condiciones para la cuaja se presentan al final del período floral del palto cv. Hass en Quillota. Por lo tanto, el alto valor de cuaja del testigo y las aplicaciones de Frutaliv concuerdan con lo señalado por SILVA (1997) y VILCHES (1998) quienes mencionan que la efectividad de los bioestimulantes en base a aminoácidos se restringe a la existencia de condiciones de estrés durante la floración.

Según VIERLING (1990), la efectividad de las respuestas de los vegetales al estrés, se enmarca sólo en condiciones que limitan la homeostasis, sobre la base de lo anterior, es deducible que aplicaciones exógenas de aminoácidos en condiciones no estresantes podrían perturbar la regulación genética, generando una respuesta no esperada, según LAM et al. (1994) y posteriormente analizado por VERBRUGEN et al. (1996).

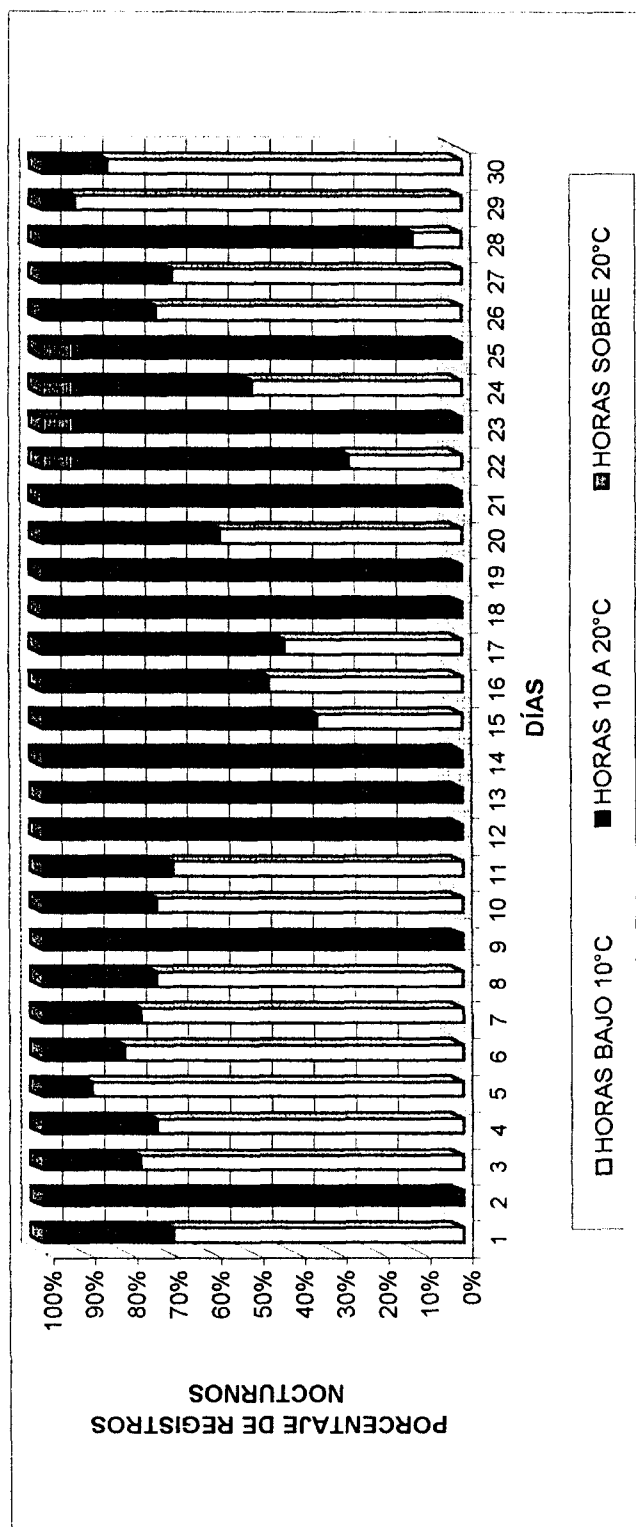


FIGURA 9. Comparación de registros nocturnos para el mes de Octubre. Quillota, 1997.

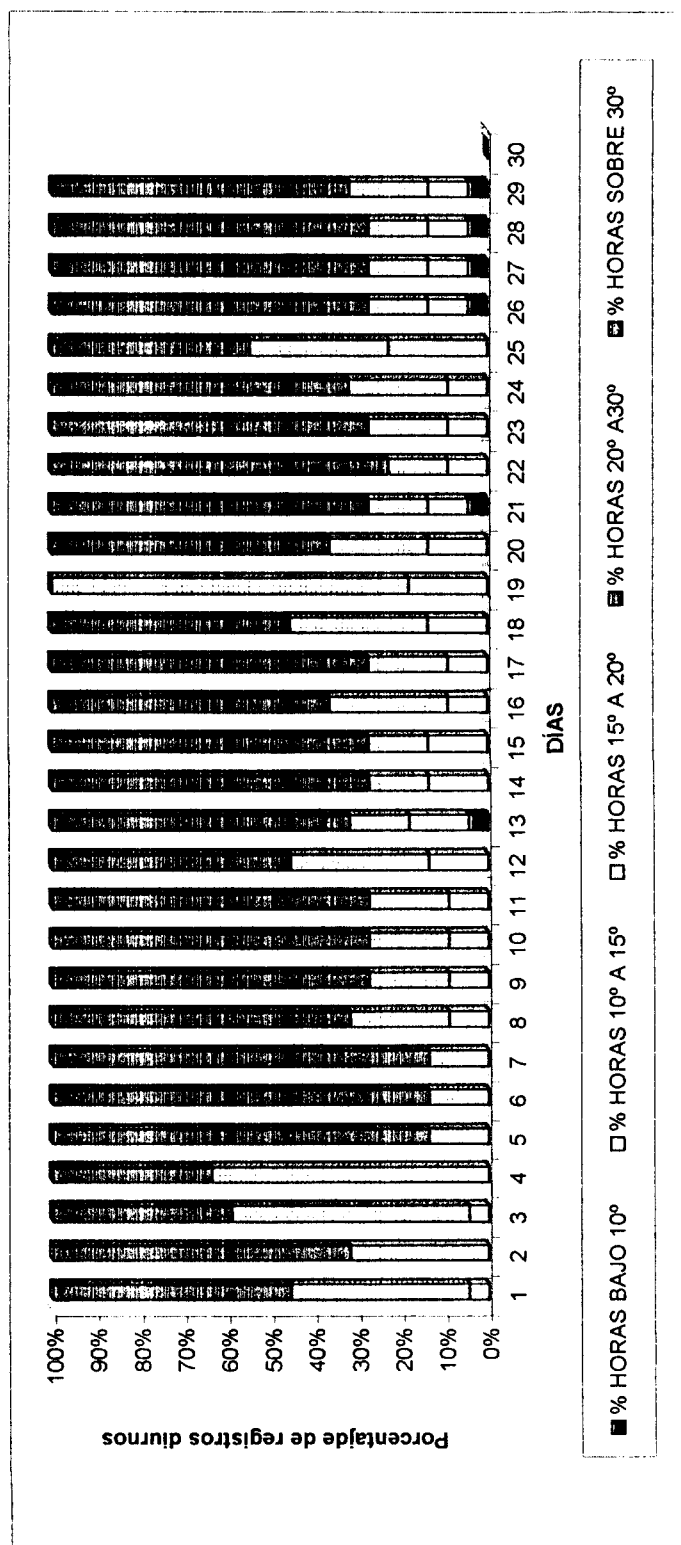


FIGURA 10. Comparación de registros horarios diurnos para el mes de Noviembre. Quillota, 1997.

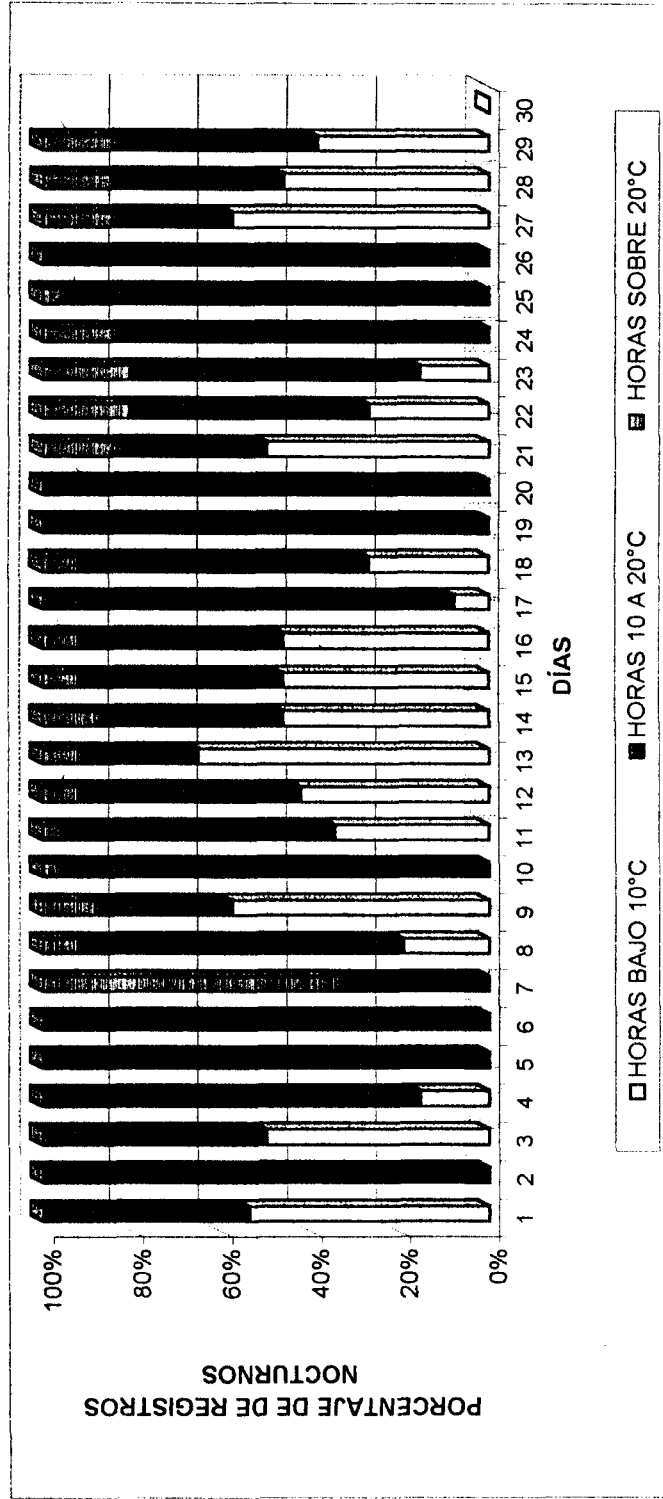


FIGURA 11. Comparación de registros nocturnos para el mes de Noviembre. Quillota, 1997.

SEDGLEY (1979b) afirma que el posible aborto de frutos cuajados posfertilización se puede deber a una inmadurez fisiológica del saco embrionario y a que el tubo polínico necesita un cierto período de receso, por lo que se desprende que el éxito de la fertilización necesita un cierto período de aclimatación.

Las aplicaciones de boro han probado ser efectivas específicamente cuando temperaturas frías prevalecen durante toda la floración (CALLAN *et al.* 1978, HANSON y BREEN, 1985) Los beneficios del boro son menores cuando las condiciones son óptimas para la cuaja (LOVATT, 1997)

El bajo porcentaje de cuaja en palto cv. Hass del tratamiento Defender Ca y el menor valor porcentual de la dosis más baja de Frutaliv, hacen discutible realizar aplicaciones en condiciones térmicas adecuadas; si se considera que el calcio y el boro pueden potenciar una excesiva germinación de tubos polínicos con temperaturas optimas los cuales llegan a la ovocelula en estados inmaduros, y producen lisis celular, etileno y abscisión de frutos (POPOVAHIA, 1988); repercutiendo negativamente en la cuaja.

4.3.2. Análisis de retención de fruta en el primer ajuste natural de carga:

4.3.2.1. Interacción de los factores fecha de aplicación y dosis de producto:

Para la interacción fecha de aplicación y dosis de producto, el análisis de varianza muestra que existe efecto de los tratamientos, por lo tanto a continuación se presentan los resultados, para cada fecha de aplicación. El Cuadro 5, muestra el efecto de los tratamientos sobre el número de frutos retenidos para cada fecha,

CUADRO 5. Porcentaje de frutos retenidos al primer ajuste medidos en diciembre.

Fecha*	Tratamiento	Porcentaje de frutos cuajados**
1 24/9/97	T0	4.1 a
	T1	6.0 a b
	T2	5.4 a
	T3	7.0 b
2 18/10/97	T0	4.0 a
	T1	9.1 b
	T2	4.6 a
	T3	5.2 a b
3 10/11/97	T0	3.3 b
	T1	2.1 b
	T2	6.6 a
	T3	4.8 a

* Cada fecha se analizó por separado

** Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan, 5%.

Al analizar las condiciones térmicas de la semana en que se aplicaron los tratamientos (Figura 4) se puede apreciar que cerca de un 30 % de los registros semanales se presentó bajo 10° C. Estas temperaturas, debido a su magnitud y frecuencia, es discutible definir las como condición de estrés. No obstante, al analizar la retención de la fruta, la menor concentración de Frutaliv actúa igual que el tratamiento testigo y Defender Calcio, producto de una menor riqueza de ingredientes activos. El bioestimulante de mayor concentración Frutaliv 400 cc muestra mayor retención sólo en comparación con el testigo, en un periodo de fuerte competencia por fotoasimilados por parte de las hojas nuevas no autotróficas (WHILEY y SCHAFFER, 1993). Ello explicaría que el efecto de los bioestimulantes de formulación aminoacídica, en alta dosis se debería a su utilización como fuente de energía inmediata (ESCAICH *et al.*, 1989) y la rápida translocación a puntos en

crecimiento según JOY y ANTCLIF (1966) y YAMAGUCHI e ISLAM (1967). Y también explicaría la situación intermedia de las aplicaciones con menores dosis y con calcio.

Al analizar la condición térmica para la segunda fecha (Figura 4) se puede apreciar que durante la segunda fecha de aplicación, se presentó un porcentaje cercano al 15 % de los registros horarios bajo 10°C. Es importante resaltar que se registró una fuerte precipitación, de 60 milímetros de agua caída, después de cuatro días de la aplicación, lo que provoca un fuerte estrés, al producirse enfriamiento evaporativo de las flores. Es posible que el calcio haya intervenido en el ajuste osmótico reduciendo el efecto de este estrés y ésa sea la explicación a que Defender Calcio tenga el mayor porcentaje de frutos retenidos al compararlo con el testigo; los bioestimulantes no presentan un efecto claro y ello podría deberse a las dosis empleadas.

Al analizar la condición térmica de la tercera época de aplicación (Figura 4) se puede apreciar que en general presenta un patrón térmico similar a las anteriores referido a horas críticas para cuaja y retención, sin embargo, se debe hacer notar que según la Figura 11 existirían condiciones medianamente estresantes durante los días siguientes (SEDGLEY y ANNELS, 1981). Esta condición, que si bien no influye mayormente sobre la cuaja, al contar con una suficiente cantidad de registros favorables (FIGURA 10), tal vez pueda influir sobre el metabolismo afectándose la actividad de división y elongación celular posterior a la cuaja provocando detención del crecimiento. Este hecho puede ser minimizado por los bioestimulantes, se detectó mayor retención en ambas dosis de Frutaliv al compararlos con el testigo y la aplicación de Defender Calcio, esta situación claramente demuestra la importancia de la época de aplicación en el efecto de los productos.

4.3.3. Análisis del efecto sobre el diámetro ecuatorial:

De acuerdo al análisis de varianza no existiría evidencia para decir que el factor dosis de producto tiene efecto en el diámetro ecuatorial, pero si existiría evidencia estadística significativa en la fecha de aplicación. El Cuadro 6 muestra los resultados del efecto de la fecha de aplicación de bioestimulantes sobre el diámetro ecuatorial de frutos, medidos en fecha 20 de diciembre de 1997.

CUADRO 6. Crecimiento ecuatorial promedio de frutos medidos en diciembre de 1997.

Fechas de aplicación	Diámetro (cm)	Diferencias
24 de Septiembre	24.1	a
18 de Octubre	25.2	a b
10 de Noviembre	27.3	b

* Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan, 5%.

Se puede apreciar que existen diferencias estadísticas significativas entre la primera y la tercera fecha, esto se podría deber a la condición de receptibilidad de los órganos en distintos momentos de su desarrollo.

La posible explicación de estas diferencias se puede deber al hecho que en noviembre las raíces ya presentan activo crecimiento según HERNANDEZ (1991) y TAPIA (1993). LOVATT (1990) refrenda lo anterior estableciendo que la raíz presenta una fuente de nutrientes y fitohormonas para los frutos en crecimiento, y de acuerdo a lo probado por COWEN *et al.* (1997) durante el primer estado de crecimiento del fruto existe una fuerte influencia de citokininas. Por lo tanto, la fecha más tardía de aplicación se vería favorecida principalmente por el aporte de agua, nutrientes y fitohormonas que realizan las raíces en un período de actividad y que llegan al fruto en crecimiento (LOVATT y SALAZAR-GARCIA, 1994).

4.3.4. Análisis del efecto sobre el número de frutos en retención final:

El número de frutos retenidos en mayo de 1998 se puede apreciar en el Cuadro 7

CUADRO 7. Número de frutos retenidos medidos en mayo de 1998.

Tratamientos	Número de frutos	Fechas de aplicación	Diferencias
T0	200	24 de Septiembre	a
T1	211		a
T2	190		a
T3	222		a
T0	187	19 de Octubre	a
T1	198		a
T2	205		a
T3	214		a
T0	233	10 de Noviembre	a
T1	215		a
T2	217		a
T3v	245		a

* Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan, 5%.

De acuerdo al análisis de varianza no existirían diferencias en la carga frutal medida en mayo de 1998. La razón de lo anterior se puede deber al hecho que los aminoácidos ejercen una acción localizada y temporal, según JOY y ANTCLIF (1966), YAMAGUCHI e ISLAM (1967), y los micronutrientes serían metabolizados en un corto período de tiempo (SILVA y RODRIGUEZ 1995).

De acuerdo a lo anterior, una sola aplicación de bioestimulantes no tiene como resultado una mayor carga frutal en número de frutos, por lo tanto es posible que para lograr retener una mayor cantidad de fruta cuajada se haga necesario efectuar más de una aplicación para estimular el crecimiento y desarrollo de brotes que alimenten de mejor manera la fruta, por medio de aumentar la superficie de exposición a la luz solar y fotosíntesis (THORP, ASPINAL y SEDGLEY,,1993; LOVATT, 1997).

5. CONCLUSIONES

Existió un efecto significativo de los factores fecha aplicación y dosis de producto bioestimulante sobre cuaja y retención primaria de frutos.

El efecto de los bioestimulantes se manifiesta según la intensidad de la condición desfavorable que se presente durante la floración.

El tratamiento que presentó los mayores valores de cuaja fue Defender calcio 300 cc en la segunda fecha de aplicación.

Para la primera fecha de aplicación el tratamiento Frutaliv en dosis de 400 cc presentó el mayor porcentaje de frutos retenidos en diciembre.

Para la segunda fecha de aplicación el tratamiento Defender calcio presentó el mayor porcentaje de frutos retenidos en diciembre.

La tercera fecha de aplicación resultó significativa con respecto a la primera en el crecimiento de frutos medidos en diciembre

No hubo efecto de los bioestimulantes en el número de frutos presentes en el árbol medidos en mayo del año siguiente.

De la acumulación de registros durante el período del ensayo, se puede concluir que no existió una marcada condición térmica desfavorable, sin embargo el análisis diario de los registros permite definir que se alternaron condiciones favorables y desfavorables para la cuaja y retención primaria de fruta.

6. RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de caracterizar térmicamente el período de floración descrito por anteriores estudios, y evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares de formulación aminoacídica y cálcica, junto con testigos húmedos sobre la cuaja, retención y aumento en diámetro de frutos de un huerto comercial de paltos cv. Hass en la zona de Quillota.

Se realizaron tres fechas de aplicaciones: 24 de septiembre, 18 de octubre y 10 de noviembre. De acuerdo a estudios anteriores de condición térmica zonal se homologó la situación de heterogeneidad de un huerto al no considerarse árboles en un mismo estado de floración. El modo de aplicación fue con máquina pulverizadora, asperjando a punto de goteo el follaje y las flores de los árboles de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, las cuales se subdividieron en tres niveles para poder compararlas. La evaluación de cuaja se realizó sobre unidades submuestrales, punto de floración central en exposición norte, contabilizándose tanto la cantidad total de flores como el número de ellas abiertas al momento de la aplicación. La cuaja se midió quince días después de cada fecha de aplicación, la retención primaria y el diámetro ecuatorial se midió en la tercera semana de diciembre, para finalmente contabilizar la fruta retenida después del segundo ajuste en mayo de 1998.

Para cuantificar las condiciones térmicas durante el período del ensayo se registró la temperatura ambiental cada treinta minutos por medio de un termógrafo digital. Se logró determinar que durante el período de estudio existe un patrón errático de condiciones de estrés, tanto en la frecuencia de ocurrencia como en intensidad, mostrando una alternancia de días favorables y desfavorables para la cuaja. El mes más frío fue octubre y las condiciones de estrés se mantuvieron hasta noviembre. Durante todo el período de estudio se pudo determinar que las condiciones térmicas fueron menos limitantes que la temporada pasada.

En el porcentaje de frutos cuajados medidos quince días después de cada fecha de aplicación, existió un efecto significativo de la interacción de los factores fecha aplicación y dosis de producto. Para la primera fecha de aplicación existió un efecto significativo del tratamiento del producto Defender calcio, con respecto a los demás tratamientos. Para la segunda fecha de aplicación el efecto del tratamiento Defender calcio resultó significativo con respecto al testigo. Para la tercera fecha de aplicación el tratamiento testigo resultó significativo con Defender calcio. El tratamiento que presentó los mayores valores en cuaja resultó ser Defender calcio en la segunda fecha de aplicación.

Para la retención primaria de frutos medidos en diciembre de 1997 existió un efecto significativo de la interacción de los factores fecha de aplicación y dosis de producto. En la primera fecha el tratamiento Frutaliv 400 cc resultó ser

significativamente distinto del testigo, y presentó un valor mayor que los demás al poseer una mayor cantidad de ingredientes activos. Para la segunda fecha de aplicación el tratamiento Defender calcio resultó significativo del testigo y Frutaliv 100 cc. Para la tercera fecha de aplicación producto Frutaliv en sus dos dosis resultó significativo con Defender calcio y el testigo. En el diámetro ecuatorial medido en diciembre de 1997 la tercera fecha de aplicación presentó un efecto significativo con respecto de la primera.

En el número de frutos retenidos medidos en mayo de 1998, no existió efecto significativo de los tratamientos.

7. LITERATURA CITADA.

- ACEVEDO, J. 1994. Efecto del anillado, doble incisión anular e inyección de Cultar en ramas de paltos (Persea americana Mill.)cv Hass. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 114 p.
- BANGERTH, F. 1979. Calcium- related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17:97-122.
- BEKEY, R. 1986. Pollination of Avocado: some new insights with special reference to the "Hass" variety. *California Avocado Society Yearbook* 70:91-97.
- _____. 1989. To bee or not to be. Pollination of avocados. *California Grower* 13(2) :30-32.
- BENDER, G. 1997. Blooms sprays may Improve fruit set. *California Grower* 21(5) :17-18.
- BERGH, B. 1967. Reasons for low yields of avocados. *California Avocado Society Yearbook* 51: 161-172.
- _____. and WHITSELL, R. 1974. Self pollinated Hass seedlings. *California Avocado Society Yearbook* 58: 118- 126.
- BERRIOS, M. 1995. Efecto del anillado, doble incisión anular y, aplicaciones de paclobutrazol (Cultar) en paltos (Persea americana Mill.)cv. Negra de la Cruz. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 96p.
- BREWBAKER, J.L. and KWACK, B.H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany* 50(9):859-865.
- BRINGHURST, R. 1952. Sexual reproduction in the Avocado. *California Avocado Growers Association Yearbook*. pp.210-214.

- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.
- CALLAN, N., THOMPSON, M., CHAPLIN, M., STEBBINS, R. and WESTWOOD, M. 1978. Fruit set of Italian prune following fall foliar and spring boron sprays. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103: 253-257.
- CHAIKIATTIYOS, S. MENZEL, C., RASMUSSEN, T.S. 1994. Floral induction in tropical fruits trees: effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science* 69(3) 397-415.
- COMITÉ DE PALTAS. 1997. Campaña de promoción en Chile: RETORNO ESPERADO.. 4 p. (informativo nº11)
- COWAN, A., MOORE -GORDON, C., BERTLING, I. and WOLSENHOLME, B.N. 1997. Metabolic control of Avocado fruit growth. *Plant Physiology* 1154:511-518.
- CUTTING, J. and BOWER, J. 1990. Relation between auxin transport and calcium allocation in vegetative flushes in Avocado. *Acta Horticulturae* 275:469-476.
- DAVENPORT, T. 1982. Avocado growth and development. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95:92-96.
- _____. 1989. Pollen deposition on Avocado stigmas in southern Florida. *Hortscience* 24 (5):844-845.
- DEGANI, C. and GAZIT, S. 1984. Selfed and crossed proportions of Avocado progenies produced by caged pairs of complementary cultivars. *Hort Science* 19 : 258-260.
- ESCAICH, J.; JUNCOSA, R.; GOMIS, P. y SOLER, P. 1989. Estudio de la influencia de los aminoácidos durante la polinización y la fecundación. *Horticultura* 51: 95-103.

- _____. SOLER, F. Y GOMIS, P. 1991. Fructificación en cultivos tratados con aminoácidos de hidrólisis enzimática. *Horticultura* 67: 47-52.
- FAUST, M. 1989. *Physiology of temperate fruits trees*. New York, Wiley. 338p.
- FINAZZO, S. DAVENPORT, T. and SCHAFFER, B. 1994. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea americana* Mill.) during flowering and fruit set. *Tree Physiology* 14 (2)153-164. (Original no consultado).
- GANDOLFO, S. 1995. Determinación de los porcentajes de autopolinización y polinización cruzada obtenidos en diferentes combinaciones de palto cv. Hass con diferentes cultivares polinizantes (cv. Zutano, Rincon, Edranol, Bacon, y Hass). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 95 p.
- GARCIA, M. 1996. Caracterización de la floración de palto (*Persea americana* Mill) en los cultivares Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther en Quillota. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 45p.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201p.
- GOMIS, P.; AVILA, LL.; RUHI, R.; VILA-PAHI, F. 1988. Aminoácidos aplicados en la agricultura. *Agrícola Vergel* N°76: 260-261.
- GONZALEZ, P. 1993. Evaluación de un Bioestimulante a base de aminoácidos de síntesis en Kiwi (*Actinidia deliciosa*), en diferentes dosis, formas y épocas de aplicación, en la provincia de Quillota, V Región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127p.
- GREGORIU, C. 1985. Effect of Girdling on fruit set of Fuerte Avocado variety. *California Avocado Society Yearbook* 69: 153 -156

- HANSON, E. and BREEN, P. 1985. Effects of the fall boron sprays and environmental factors on fruit set and boron accumulation in Italian prune flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 110:389-392.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- HODGSON, R. 1947 . Bearing habits of the Avocado. *California Avocado Society Yearbook* 39: 35-39.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3° ed. Barcelona, Aedos. 175p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. 1998.VI CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. STGO INE.
- ISH-AM, G. and EISIKOWITCH, D. 1991. New insight into Avocado flowering in relation to its pollination. *California Avocado Society Yearbook* 75: 125-137.
- JOY,K. and ANTCLIF,A. 1966. Translocation of aminoacids in sugar beet. *Nature* 211:210-211.
- JUNCOSA, R.; NUSIMOVICH, A.D. y GOMIS, P. 1989. Un hidrolizado enzimático de tejidos animales como protector de la fotosíntesis en situaciones climáticas adversas. *Agrícola Vergel* N°95: 619- 620.
- _____, CARDUS, J.; NUSIMOVICH, A.D. y GOMIS, P. 1990. Rendimiento de plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Carmelo tratadas con un hidrolizado enzimático de tejidos animales, aplicado por fertirrigación en riego localizado de alta frecuencia. *Agrícola Vergel* N°99: 164-165.
- KWACK,B. 1964. The effect of calcium on pollen germination. *J. American Society for Horticultural Science* 69:818-823.

- KÖHNE, E. 1992. Increased yield through girdling of young Hass trees prior to thinning. South African Avocado Grower Association Yearbook 15: 68.
- KÖHNE, J and KREMER – KÖENE,S. 1987. Vegetative growth and fruit retention in Avocado as affected by a new plant growth regulator (paclobutrazol). . South African Avocado Grower Association Yearbook 10:64-66.
- LAM,H., PENG, S. and CORUZZI,G. 1994. Metabolic regulation of the gene encoding Glutamine –dependent Asparagine Synthetase in *Arabidopsis thaliana*. Plant Physiol. 106: 1347-1357.
- _____,COSCHIGANO,I. OLIVEIRA,R., MELO-OLIVEIRA,G and CORUZZI,G . 1996. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. Annu. Rev.Plant.Physiol.Plant.Mol.Biol 47:569-593.
- LESLEY, J.W. and BRINGHURST, R.S. 1951. Environmental conditions affecting pollination of Avocado. California Avocado Society Yearbook 35: 169-173.
- LOMAS, J. 1988. An agrometeorological model for Assessing the effect of the heat Stress during the flowering and early fruit set on Avocado yields. J.Amer.Soc.Hort.Sci 113 (1) :172-176
- LOVATT, C. 1987. Stress. California Avocado Society Yearbook 71:251-255.
- _____. and DUGGER.1984. Boron. In: Frieden,E.ed. Biochemistry of the biochemistry of the essential ultratrace elements.New York, Plenum. pp. 389-421.
- _____. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in Avocado. California Avocado Society Yearbook 74: 193-199.
- _____. 1994. Improving fruit set an yield of "Hass" Avocado with a spring application of boron and/or urea to the bloom. California Avocado Society Yearbook 78:167-173.

- _____.and SALAZAR-GARCIA,S. 1994. Fruit set and yield of "Hass" Avocado can be increased by shifting the time of bloom or by proper timing of nitrogen fertilization. California Avocado Society Yearbook 78:179-181.
- _____. 1995. Nitrogen nutrition of the Hass Avocado where does all the N go? Proceedings of third world Avocado congress. In Press.
- _____. 1997. Pollination biology and fruit set in Avocado. Conference 97 Searching for Quality. New Zealand 23-26 September1997. pp. 99-105.
- MARTINEZ,A.R 1981 Proyecto de implantación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental "La Palma". Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102 p.
- MENA,F. 1996. Caracterización de la floración del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Zutano, Bacon, Negra de la cruz y Edranol en Quillota y determinación de la viabilidad del polen del palto cv. Hass a través de dos métodos. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 75 p.
- MERCADO,J.A. MARTRIGO,M, REID, M VALPUESTA,V and QUEZADA,M.A 1997. Effects of low temperature on pepper pollen morphology and fertility : evidence of cold induced exine alterations. Journal of Horticultural Science 72(2) 317- 326.
- NIRODY,B.S. 1922. Investigations in Avocado breeding. California Avocado Association Yearbook 6: 65-78.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET, J., SIERRA, C. y DELPOZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p.
- NUSIMOVICH, A.D.; GOMIS, P.; AVILA, LL.; ESCAICH, J. 1989. Efectos de la absorción foliar de aminoácidos obtenidos por vía enzimática y nutrientes en cultivo de tomate. (*Licopersicum esculentum* Mill., variedad Quattor). Agrícola Vergel N°85: 47-48.

- ODEPA. 1998. Mercados agropecuarios. Boletín nº 78.
- ORTUZAR, J.E. 1996. Situación actual y perspectivas del palto en el mundo. In: Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile. pp. 1-7.
- PALFI,G. PINTER,L. and PALFI,Z. 1981. The proline contentent and fertility of inbred maize lines. Acta bot.Acad.Sci. 27:178-187.
- PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.120 p.
- PALTA,J. 1990. Stress interactions at the cellular and membrane levels. HortScience 25(11):1377-1381.
- PAPADEMETRIOU, M. 1974-75. Pollen tube growth in avocados. California Avocado Growers Association Yearbook pp. 99-102.
- PETERSON,P. 1956.Flowering types in the Avocado with relations to fruit production. California Avocado Society Yearbook 40:174-179.
- POLITO,S. 1981. Prune orchard management. University of California.280 p (Special publication 326)
- POPOVAHIA, B. 1988.Molecular and Cellular aspects of calcium action in plants. HortScience 23(2): 269-271.
- _____. GLEN,G. and REDDY,A. 1988.Calcium and fruit softening: Physiology and Biochemistry. Hort. Reviews 10: 107-152.
- RALLO, J. 1986. Frutales y abejas . Madrid, Publicaciones de extensión Agraria Ministerio de Agricultura, pesca y alimentacion. 231 p.

- REISS, H. 1978. Visualization of Ca gradient in growing pollen tubes of *lilium longiflorum* with chlortetracycline fluorescence. *Protoplasma* 97: 373 – 377.
- ROBBERTSE, P. COTSER, L. SLABBERT, M. and BEZUIDEHOUT, J. 1990. The influence on boron on fruit in Avocado. *Acta Horticulturae* 275 : 587-594.
- _____, _____ and BESSINGER, F. 1992. Boron: uptake by leaves and influence on fruit production. *World Avocado Congress II Proceedings*. Orange, California, April 21-26, 1991. pp. 173-178.
- ROBINSON, T. and SAVAGE, E. 1926. Pollination of the Avocado. California U.S.D.A. pp. 1-16 (circular 387).
- ROMERO, S. 1996. Influencia de distintos cultivares de palto como polinizantes del cultivar Hass en cinco zonas de Chile. *Taller de Licenciatura*. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 119 p.
- ROOT, A. 1984. ABC y XYZ de la apicultura. Buenos Aires Hemisferio sur. 723 p.
- ROWLANDS, D. 1994. Efecto del anillado, doble incisión anular e inyección de cular en ramas de paltos (*Persea americana* Mill.) cv Hass. *Taller de Licenciatura*. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- SAHAR, N. and SPIEGEL-ROY, P. 1984. In vitro germination of Avocado pollen. *Hortscience* 19(6): 886-888.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1994. Fisiología vegetal. México, Grupo Editorial Iberoamericana. 759 p.
- SCHOLFIELD, P.B., SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. McE. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the Avocado. *Scientia Horticulturae* 25: 99-110.

- SCHROEDER, C.A. 1944. The Avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook. pp. 39-40
- SEDGLEY, M. 1977a. The effect of temperature on floral behavior, pollen tube growth and fruit set in Avocado. *Journal of Horticultural Science* 52:135-14.
- _____. 1977b. Reduced pollen tube growth and the presence of callose in the pistil of the male floral stage of the Avocado. *Scientia Horticulturae* 7: 27-36.
- _____. 1979. Light microscope study of pollen tube growth, fertilization and early embryo and endosperm development in the Avocado varieties Fuerte and Hass. *Annals of Botany* 44: 353-359.
- _____. 1980. Anatomical investigation of abscised Avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* 46: 771-777.
- _____. and ANNELLS, C.M. 1981. Flowering and fruit set response to temperature in the Avocado cv. Hass. *Scientia Horticulturae* 14: 27-33.
- _____. and GRANT, W.J.R. 1983. Effect of low temperature during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine Avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.
- _____. 1985. Some effects of day length and flower manipulation on the floral cycle of two cultivars of Avocado (Persea americana Mill.). A species showing protogynous dicogamy. *Journal of Experimental Botany* 36: 823-832.
- SILVA, M. 1997. Evaluación de un producto de origen aminoacídico en floración sobre la cuaja y retención de fruta del palto cv. Hass en la zona de Quillota, V Región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 64 p.
- SILVA, H. y RODRIGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 518 p.

- STOUT, A. 1932. Sex in avocados pollination. California Avocado Growers Association Yearbook. pp. 172-173.
- TAIZ, L. and ZEIGER, E. 1991. Plant physiology. Redwood City, California, Benjamín/Cummings. 559 p.
- TANNER, W. and CASPARI, T. 1996. Membrane transport carriers. Annu. Rev. Plant. Physiol. Mol. Biol. 47:595-626.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 143 p.
- TAYLOR, L. and HEPLER, P. 1997. Pollen germination and tube growth. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol. 48:461-491.
- THORP, T. ; ASPINALL, D. and SEDGLEY, M. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in Avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Journal Horticultural Science 68(5)645-651.
- VERBRUGEN, N. HUA, X., MAY, M. and MONTAGU, M. 1996. Environmental and developmental signal modulate proline homeostasis evidence for a negative transcriptional regulator. Proc. Natl. Acad. Sci. 93: 8787-8791.
- VIERLING, E. 1991. The roles of heat shock proteins in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 42: 579-620.
- VILCHES, A. 1998. Evaluación de épocas tardías de plantación de paltos cv. Hass suplementadas con aplicación de bioestimulantes en base a aminoácidos de síntesis. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 119 p.
- WHILEY, A.W, PEG, K., SARANAH, J.B. and FORSBERG, L.I. 1986. The control of Phytophthora root rot of Avocado with fungicides and the effect of this disease on water relations yield and ring neck. Australian Journal of Experimental Agriculture 26: 249-253.

- _____. SARANAH, J.B., CUL, B.W. AND PEGG, K.G. 1988^a. Manage Avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal 114:29-36.
- _____. CHAPMAN, K.R. and SARANAH, J.B. 1988b. Water loss by floral structures of Avocado (*Persea Americana* Mill. cv. Fuerte) during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39: 457-467.
- _____. and SCHAFFER, B. 1993. 14C- Photosynthate partitioning in Avocado trees as influenced by shoot development. HortScience 28 (8): 850-852.
- _____. 1990 a. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Curso internacional de producción, post cosecha y comercialización de paltas. Viña del mar, 2-5 octubre de 1990. pp.E1-E25.
- _____. and WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Carbohydrate management in Avocado trees for increased production. South African Avocado Grower's Association Yearbook 13: 25-27.
- _____. RASMUSSEN, T. SARANAH, J., and WOLSTENHOLME, B. 1996. Delayed harvest effects on yield fruit size and starch cycling in Avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments. II. The late-maturing cv. Hass. Scientia Horticulturae 66:35-49.
- WOLSTENHOLME, B.N. 1986. Energy cost of fruiting as a yield limiting factor with special reference to Avocado. Acta Horticulturae 175 :121-125.
- _____. 1987. Theoretical and applied aspects of Avocado yield as affected by energy budgets and carbon partitioning. California Avocado Grower's Association Yearbook 10: 58-61.
- _____. and WHILEY, A.W; and SARANAH, J. 1990. Manipulating vegetative/ reproductive in Avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41: 315-327.

- _____. and WHILEY, A.W. 1992. Requirements for improved fruiting efficiency in the Avocado tree. World Avocado Congress II Proceedings. Orange, California, April 21-26, 1991. pp. 161-167.
- YAMAGUCHI, S. and ISLAM, A. 1967. Translocation of 8 C-14 amino acids in two varieties of Barley. *Hilgardia* 38 (5):207-229.
- YURI, J.A. 1995. Aspectos fundamentales de la bioquímica y fisiología del calcio. Universidad de Talca. Calcio en Fruticultura. Simposium internacional, Talca, 17 y 18 de octubre 1995. pp 25-36.
- ZAMET, D.N. 1990. The effect of minimum temperature on Avocado yields. *California Avocado Society Yearbook* 74 :247-255
- ZHANG, H. and CROES, A. 1983 a. Protection of pollen germination from adverse temperatures: a possible role for proline. *Plant Cell Environmental* 6: 471-476.
- _____. and _____. 1983.b. Proline metabolism in pollen: degradation of proline during germination and early tube growth. *Planta* 159: 46-49
- ZENTMEYER, G. 1991. The genus *Persea*. *California Avocado Society Yearbook* 75:119-123.
- ZHU, J.-K. ; HASEGAWA, P.; BRESSAN, R.; and NIU, X. 1996. Multiple transcripts of a calcium binding protein gene from *Atriplex nummularia* are differentially regulated by developmental and environmental stimuli. *Physiology Plantarum* 97: 499-506.

Anexo1. Registros termicos nocturnos durante el periodo de ensayo

Mes	día	reg<10	reg>10<=20	reg>20
Septiembre	1	9	17	
	2	4	22	
	3	2	24	
	4		26	
	5	8	18	
	6	26		
	7	26		
	8	22	4	
	9	22	4	
	10	23	3	
	11	22	4	
	12	23	3	
	13	24	2	
	14	23	3	
	15	21	5	
	16	20	6	
	17	3	22	1
	18	0	26	
	19		26	
	20	21	5	
	21	5	21	
	22	4	22	
	23		26	
	24	4	22	
	25	19	6	1
	26	21	5	
	27		26	
	28	5	21	
	29	21	5	
	30	14	12	
Octubre	1	18	8	
	2	0	26	
	3	20	6	
	4	19	7	
	5	23	3	
	6	21	5	
	7	20	6	
	8	19	7	
	9	0	26	
	10	19	7	
	11	18	8	
	12		26	
	13		26	
	14		26	
	15	9	17	
	16	12	14	
	17	11	15	
	18		26	
	19		26	
	20	15	11	
	21		26	
	22	7	17	2
	23		24	2
	24	13	11	2
	25		24	2
	26	19	7	

	27	18	8	
	28	3	23	
	29	24	2	
	30	22	4	
Noviembre	1	14	12	
	2		26	
	3	13	13	
	4	4	22	
	5		26	
	6		26	
	7		9	17
	8	5	19	2
	9	15	8	3
	10		25	1
	11	9	16	1
	12	11	13	2
	13	17	7	2
	14	12	11	3
	15	12	12	2
	16	12	12	2
	17	2	24	
	18	7	17	2
	19		26	
	20		26	
	21	13	9	4
	22	7	14	5
	23	4	17	5
	24		22	4
	25		25	1
	26		26	
	27	15	7	4
	28	12	10	4
	29	10	12	4
	30			

Anexo 2. Registros termicos diurnos durante el periodo de ensayo.

Mes

	día	reg<10	reg10<=15	reg>15°C<=20°C	reg>20°C<=30°C	reg>30
Sept.	1		9	13		
	2		7	15		
	3		7	11	4	
	4		6	12	4	
	5		4	4	14	
	6		6	12	4	
	7	1	3	4	14	
	8	3	2	3	9	5
	9		9	9	4	
	10	3	2	3	9	5
	11	3	2	3	11	3
	12	3	1	3	15	
	13	3	1	1	7	10
	14	2	1	1	8	10
	15	2	1	1	7	11
	16		2	1	6	13
	17		13	9		
	18		3	3	16	
	19	2	1	2	7	10
	20		2	1	9	10
	21		5	1	7	9
	22		4	4	11	3
	23	1	1	1	13	6
	24	1	2	1	11	7
	25	1	6	14	1	
	26		16	6		
	27	2	1	1	16	2
	28	1	1	1	14	5
	29	2		1	9	10
	30	2	0	1	9	10
Oct.	1	1	1	3	6	11
	2		8	10	4	
	3		3	7	12	
	4	7	9	5	1	
	5	2	1	1	15	3
	6	2	1	1	15	3
	7	2	2	1	13	4
	8	2	15	5		
	9		4	5	13	
	10		3	10	9	
	11	2	2	5	13	
	12		4	5	13	
	13		13	4	5	
	14		2	1	19	
	15	1	1	2	18	
	16	1	1	2	18	
	17		3	19		
	18		6	16		
	19		2	9	11	
	20	1	1	3	17	
	21		2	3	17	
	22		4	4	14	
	23	2	4	15	1	
	24		3	3	16	
	25		2	8	12	
	26		3	10	9	

	27		2	6	14	
	28		2	5	15	
	29		3	3	16	
	30		1	7	14	
Nov.	1		1	9	12	
	2			7	15	
	3		1	12	9	
	4			14	8	
	5			3	19	
	6			3	19	
	7			3	19	
	8		2	5	15	
	9		2	4	16	
	10		2	4	16	
	11		2	4	16	
	12		3	7	12	
	13	1	3	3	15	
	14		3	3	16	
	15		3	3	16	
	16		2	6	14	
	17		2	4	16	
	18		3	7	12	
	19		4	18	0	
	20		3	5	14	
	21	1	2	3	14	2
	22	0	2	3	7	10
	23		2	4	8	8
	24		2	5	15	
	25		5	7	10	
	26	1	2	3	16	
	27	1	2	3	16	
	28	1	2	3	16	
	29	1	2	4	15	
	30					