

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

ÁREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS BIOESTIMULANTES APLICADO EN
FLORACIÓN SOBRE LA CUAJA Y LA RETENCIÓN DE FRUTA
EN PALTO (*Persea americana* Mill.) cv. HASS.**

ISABEL ALEJANDRA VALLEJOS MUÑOZ

QUILLOTA CHILE

2002

INDICE DE MATERIA.

1.	INTRODUCCIÓN.	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.	4
2.1.	Antecedentes de la especie.	4
2.2.	Antecedentes productivos.	5
2.3.	Ciclo fenológico del palto.	5
2.3.1.	Sistema radical	5
2.3.2.	Crecimiento vegetativo.	5
2.3.3.	Crecimiento reproductivo	6
2.3.3.1 .	Inducción floral.	6
2.3.3.2 .	Floración	6
2.3.3.3 .	Polinización y cuaja.	8
2.3.3.4 .	Crecimiento del fruto.	9
2.3.3.5 .	Caída de frutos.	10
2.4.	Efecto de la temperatura sobre el comportamiento reproductivo de la Especie	10
2.4.1.	Efecto de la temperatura sobre la floración.	10
2.4.2.	Efecto de la temperatura sobre la polinización.	11
2.4.3.	Efecto de la temperatura sobre la fertilización.	11
2.4.4.	Efecto de la temperatura sobre la cuaja.	12
2.5.	Efecto del estrés sobre los vegetales.	12
2.6.	Rol de los aminoácidos en la agricultura.	13
2.6.1.	Estructura de los aminoácidos.	14
2.6.2.	Función de los aminoácidos bajo condiciones de estrés abiótico	14
2.7.	Rol de las citiquininas en la agricultura.	15
2.7.1.	Estructura de las citoquininas.	15
2.7.2.	Lugares de síntesis y efectos característicos.	15
2.8.	Nutrición vegetal	16
2.8.1.	Clasificación.	16
2.8.1.1.	Nitrógeno.	17
2.8.1.2.	Boro	17
2.8.1.3.	Calcio	18
2.9.	Aspersión foliar.	18
2.9.1.	Mecanismos de absorción foliar.	19
2.9.1.2.	Penetración a través de la cutícula	19

3. MATERIAL Y MÉTODO.	20
3.1. Ubicación del experimento	20
3.2. Antecedentes climáticos.	20
3.2.1. Caracterización de la zona del ensayo correspondiente a la Estación Experimental “la Palma”.	20
3.2.2. Caracterización de la zona del ensayo correspondiente al Huerto “Lo Bello”.	21
3.3. Descripción del ensayo	22
3.3.1. Características del material vegetal.	22
3.3.2. Los tratamientos	23
3.3.3. Tratamientos de prefloración (E1) y marcaje de hileras.	23
3.3.4. Determinación de la cantidad de flores por panícula	24
3.3.5. Determinación de los frutos cuajados por panícula y dimensiones.	25
3.3.6. Determinación del estado 20-30% (E2) de floración.	26
3.3.7. Tratamiento en estado de 20-30% de floración (E2) y marcaje de hileras.	27
3.4. Composición de los productos utilizados	28
3.5. Registro de temperatura.	29
3.6. Procedimiento experimental	29
4. RESULTADO Y DISCUSIONES	31
4.1. Análisis de condición de estrés y porcentaje de cuaja durante el período de floración en estudio (primavera del 2000).	31
4.1.1. Análisis de las temperaturas ocurridas durante el período de floración.	31
4.2. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el fenómeno de ajuste natural de carga.	42
4.2.1. Efecto de los tratamientos sobre la primera caída de frutos.	42
4.2.2. Efecto de los tratamientos sobre la segunda caída de frutos.	47
4.3. Análisis de la incidencia de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja final.	49
4.4. Evaluación sobre la distribución de los calibres.	56
4.4.1. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el crecimiento de fruto.	56
4.5. Evaluación de la condición de carga del huerto (“on” y “off”).	62
5. CONCLUSIONES	67
6. RESUMEN	68
7. LITERATURA CITADA	69
ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

El palto es una de las especies que ha mostrado un aumento en los volúmenes exportados en las recientes temporadas producto de la expansión en las plantaciones (PROCHILE, 2001).

En Chile, este frutal está sometido a condiciones climáticas adversas, especialmente, de temperaturas frías durante la floración. Estas temperaturas influyen de manera importante sobre la floración, y está demostrado que para la zona de Quillota, estaría interfiriendo directamente en el fenómeno de dicogamia que se presenta en esta especie (GARDIAZABAL, 1997).

Además de lo anterior, se señala que las bajas temperaturas primaverales generan una condición de estrés que perjudica la cuaja y retención de fruta en palto (SEDGLEY, 1980). WHILEY (1990) indica que las temperaturas óptimas para esta especie, varían a lo largo del día entre 23°C y 27°C, con una temperatura nocturna superior a 10°C.

Las bajas temperaturas durante la época de floración (inferiores a 20°C en el día y menores a 10°C en la noche) pueden provocar una reducción considerable de la cuaja, hecho que se manifiesta periódicamente en las principales zonas productoras del país. Es por este motivo, que los bioestimulantes se presentan como una posible alternativa para solucionar y mejorar los problemas de cuaja que se presentan bajo nuestras condiciones de cultivo, junto con adelantar los calibres de la fruta para entrar al invierno.

En este sentido, GALLARDO (1998) efectuó una aplicación de bioestimulantes durante la floración del palto cv. Hass, obteniendo resultados positivos sobre la cuaja y retención primaria de frutos. SILVA (1997) concuerda con lo anterior, señalando que la aplicación de un producto bioestimulante durante el período de floración en palto Hass estaría incrementando el nivel de cuaja inicial.

La hipótesis que se plantea es, si existe o no un efecto positivo de la aplicación de bioestimulantes y de la época de floración en que se aplican, sobre la cuaja y retención final de frutos.

Por lo expuesto anteriormente, es que se plantea como objetivo general, determinar el efecto directo de la aplicación de los productos bioestimulantes Vitaminol, Plancton, Quasar Boro sobre los niveles de aumento en la cuaja y retención de frutos en plantas de palto Hass adultos.

Junto al objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si existe efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la cuaja en paltos adultos de la variedad Hass, disminuyendo de este modo, el estrés generado por bajas temperaturas durante la floración.
- Determinar si la aplicación de productos bioestimulante disminuye la caída natural de fruto por efecto de ajustes de tipo fisiológicos y competencia.
- Determinar si la aplicación de bioestimulantes adelanta o no la proporción de frutos con calibre potencialmente exportable a inicios de invierno.

- Evaluar el efecto de la mezcla de productos bioestimulantes aplicados en distinta época de floración sobre el número de frutos cuajados en huertos que presentan distintas condiciones de carga (“on” y “off”).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes de la especie:

El palto (*Persea americana* Mill.) es nativo de América. El árbol se originó en México, Centro América hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (TÉLIZ, MORA y MORALES, 2000).

Existen tres razas o variedades botánicas en que se agrupan los paltos, según su zona de origen son: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, existiendo además híbridos entre esas razas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

La raza guatemalteca presenta la cáscara más gruesa si se compara con las otras dos razas, lo que permite resistencia del fruto al transporte; sin embargo, como está formada por tejidos esclerosados (son bastante duros), no permite saber con el tacto si los frutos ya están en madurez de consumo. Otra característica favorable es el tamaño pequeño y forma redondeada de la semilla en varios individuos de esta raza (TÉLIZ, MORA y MORALES, 2000).

La variedad Hass es de raza Guatemalteca, por lo que es mucho más sensible a heladas, resistiendo -1.1 °C de temperatura. Florece de septiembre a noviembre, por ello se puede cultivar cerca de la costa, en donde hay climas más frescos, pero sin heladas. La floración dura tres meses y el fruto se puede cosechar durante ocho meses en una misma zona de septiembre a abril, en el caso de Quillota (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol tiene un desarrollo mediano, crecimiento erecto pero no piramidal, fruto piriforme a ovoide. La cáscara es cueruda, algo rugosa, de color verde hasta negruzca

cuando está en el árbol, pero una vez cosechada se va poniendo negra a medida que la fruta se ablanda al madurar. Contiene un porcentaje de aceite que fluctúa entre 15 y 20% (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.2. Antecedentes productivos:

Según WOLSTENHOLME (1986), el promedio comercial de fruta producida por palto no es muy favorable comparado con otras frutas frescas. Huertos de Hass individuales son capaces de producir 20 ton/ha en promedio. El mejor potencial productivo alcanzado en un sistema altamente intensivo para palto cv. "Fuerte" es de 32.5 ton/ha.

2.3. Ciclo fenológico del palto:

La aproximación fenológica de los eventos evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo (HERNÁNDEZ, 1991).

2.3.1. Sistema radical

El desarrollo radicular presenta dos "flushes", abarcando el primero desde el 28 de octubre al 3 de febrero, seguido de un periodo de estabilización y luego un aumento hasta el 17 de marzo, finalizando su crecimiento el día 13 de mayo (HERNÁNDEZ, 1991).

2.3.2. Crecimiento vegetativo.

Al describir la sucesión de los eventos ocurridos durante la temporada para la zona de Quillota, TAPIA (1993) indica que para el cultivar Hass, el desarrollo vegetativo presenta dos periodos de crecimiento, siendo el de primavera (7 de septiembre al 21

de diciembre) de mayor intensidad que el de otoño (29 de marzo al 17 de mayo). Por su parte, la floración se concentra entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el “flush” de crecimiento radicular.

2.3.3. Crecimiento reproductivo.

2.3.3.1. Inducción floral.

DAVENPORT (1986) definió la inducción como el evento que dispara la transcripción y expresión de genes de la floración, lo cual debe ocurrir antes de la iniciación floral.

SALAZAR – GARCÍA (2000) señala que en la actualidad se desconoce si en el palto la inducción a floración ocurre debido a cambios en las condiciones ambientales o al tiempo de transición del estado juvenil al adulto (reproductivamente competente). Como no existe evidencia experimental que apoye cualquiera de estas posibilidades, se usará el término promoción en el análisis de factores exógenos que favorecen la expresión de la floración.

2.3.3.2. Floración.

HERNÁNDEZ (1991), TAPIA (1991) y GARCÍA (1996) coinciden en señalar que el periodo de floración para la zona de Quillota se extendería desde los primeros días del mes de septiembre, concentrándose a mediados de octubre a inicios de noviembre, existiendo un menor porcentaje de flores que se encontraría con las mejores condiciones climáticas para el cuajado, tomando en cuenta los parámetros térmicos enunciados por SEDGLEY y ANNELLS (1981) y que corresponden a la última época de floración (GARDIAZABAL, 1997).

WOLSTENNHOMME AND WHILEY (1989) citado por SILVA (1996) indican que la floración comienza en forma conjunta con el crecimiento vegetativo de primavera, periodo de traslape y competencia intensa, que incluye carbohidratos, elementos minerales y agua en el árbol.

DAVENPORT (1986) define la flor del palto como una inflorescencia ramificada en forma de panícula.

El palto produce dos tipos de inflorescencias: determinadas, en las que el meristemo del eje primario forma una flor terminal e indeterminadas, en las que se forma una yema en el ápice del eje primario y que continúa el crecimiento del brote (DAVENPORT, 1986).

La flor del palto, completamente abierta, mide aproximadamente 1.0 cm de ancho y 6 a 7 mm de largo (desde el ovario hasta el estigma); es pubescente, regular, completa, perfecta y trómera. El periantio de la flor del palto está formado por tres pétalos alternados con tres sépalos. Sin embargo, se propuso el uso del término tépalo, ya que al examinar detalladamente la morfología superficial no permitió diferenciar sépalos de pétalos (SALAZAR-GARCÍA, 2000).

El palto presenta un sistema de reproducción donde las flores presentan dicogamia, fenómeno que consiste en que las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a distinto tiempo. La flor del palto abre dos veces, la primera se comporta como femenina y luego abre como masculina. Por consiguiente, se han clasificado en dos grupos: A y B. En las variedades tipo A, las flores abren primero al estado femenino en la mañana y en la tarde del segundo día lo hace al estado masculino. En cambio, en las variedades tipo B, las flores abren femeninas por primera vez en la tarde, luego cierran y en la mañana siguiente lo hacen al estado masculino (SALAZAR-GARCÍA, 2000).

GARDIAZABAL (1997) señala que la temperatura influye sobre diversos procesos del árbol y especialmente sobre la floración.

Normalmente, la formación inicial de meristemo de la inflorescencia ocurre durante el otoño (meses antes de la antesis). En la mayoría de las zonas productoras de palta, con clima subtropical templado, el desarrollo de las flores es lento, debido a la disminución de las temperaturas que se inicia con el otoño (SALAZAR-GARCÍA, 2000).

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) indican que cuando hay condiciones climáticas de altas temperaturas y luz solar, el ciclo floral se desarrolla rápidamente. Por el contrario, cuando hay días nublados y fríos, seguidos de noches con niebla o lluvia, el ciclo se retrasará y puede ser inverso en el orden de apertura floral; incluso las variedades tipo B pueden no presentar la apertura del estado femenino. Al respecto GARDIAZABAL (1997) plantea que las bajas temperaturas son nocivas porque un elevado porcentaje de flores no abrirá nunca o sólo lo harán al estado femenino o masculino, perdiéndose una gran cantidad de ellas.

JACKSON (1999), también señala que altas temperaturas durante la floración estimulan el crecimiento vegetativo causando competencia, acentuando el efecto depresivo provocado por una baja intensidad lumínica necesaria para la iniciación de la yema floral, y provocando aborto de frutos recién cuajados.

2.3.3.3. Polinización y cuaja.

Los cultivares de paltos son notorios por producir miles de inflorescencias, cada una con más de 100 flores, de tal manera que el número total de flores por árbol puede calcularse en millones. Un millón de flores parece ser un número típico para un árbol

adulto (DAVENPORT, 1986), pero sólo uno a dos frutos podrían alcanzar la madurez. Se estima que la cuaja del palto va de 0.02% al 0.1% (BERGH, 1967).

La mayoría de las inflorescencias en palto son de tipo indeterminada, las que terminan en una yema vegetativa y sólo el 5 a 20% son determinadas, las que terminan con una yema de flor. El potencial de amarre de cada tipo de inflorescencia es diferente, es así como SALAZAR-GARCIA y LOVATT (1998) encontraron que a nivel individual, las inflorescencias determinadas fueron tres veces más productivas que las indeterminadas, no encontrándose diferencias en el número de flores por inflorescencia.

JACKSON (1999) señala tres factores que causan una pobre cuaja:

- Ausencia de la viabilidad del polen;
- Huevos infértiles
- Incompatibilidad

2.3.3.4. Crecimiento del fruto.

El desarrollo del fruto de palto se caracteriza por seguir una curva sigmoidea simple (BLUMENFELD y GAZIT, 1974; JACKSON, 1999). La división celular es rápida en las primeras semanas después de antesis y continúa hasta la maduración de éste (JACKSON, 1999). Los frutos sanos se mantienen firmes en el árbol y continúan creciendo y acumulando aceite en el mesocarpo por meses después de la maduración (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

En palto, la semilla es un fuerte órgano “sink” en el fruto, es evidente el efecto en el crecimiento del fruto (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

2.3.3.5. Caída de frutos.

SALAZAR - GARCÍA (2000) señala que la caída de frutos es un proceso que todavía no está claro ni ha sido investigado intensivamente, pero ocurre al inicio del desarrollo del fruto.

Esta caída ha sido explicada como una competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo (HERNÁNDEZ, 1991), quién indica que la floración y cuaja coinciden con el “flush” de crecimiento vegetativo de primavera.

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) señalan una segunda caída de fruta , la que coincide con el segundo “flush” de crecimiento vegetativo.

2.4. Efecto de la temperatura sobre el comportamiento reproductivo de la especie:

2.4.1. Efecto de la temperatura sobre la floración.

GARDIAZABAL (1997) indica que temperaturas irregulares y frías al comienzo de la primavera prolongan la floración, provocando cuajas a lo largo de ésta y presentando los frutos diferencias de dos a tres meses en su edad, pudiendo ser la causa de problemas en la exportación. Esto adquiere relevancia en áreas cálidas, donde el crecimiento de los frutos es más rápido.

SEDGLEY y ANNELLS (1981) señalan que con temperaturas 17/12°C , 25/20°C y 33/28°C, se observa que después de 24 horas existe una proporción de pistilos cuyos ovarios se observan penetrados por tubos polínicos, pero el porcentaje de penetración resultante fue de 32%, 95% y 74%, respectivamente. Además, las bajas temperaturas afectan la germinación del polen, ya que con 6°C no germina (SAHAR y SPIEGEL-ROY, 1984).

2.4.2. Efecto de la temperatura sobre la polinización.

Cuando el polen está maduro, las anteras abren y los granos de polen escapan, esta etapa es llamada *antesis*, y termina con la “floración completa” (JACKSON, 1999).

El estigma es receptivo temprano cuando está tapado con un exudado azucarado que permite que los granos de polen puedan germinar. La duración del periodo receptivo depende de la flor y de los factores climáticos (JACKSON, 1999).

Junto con ello se ha determinado que para una buena polinización es esencial el uso de agentes polinizadores (DAVENPORT, 1986) y las abejas (*Apis mellifera* L.), son las que cumplen un rol fundamental en este proceso (CASTAÑEDA, 2000). Temperaturas medias menores a 15°C influyen negativamente en la actividad de las abejas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.4.3. Efecto de la temperatura sobre la fertilización.

La fertilización se ve afectada por las bajas temperaturas, las cuales disminuyen la viabilidad del óvulo y aumentan el periodo que toma el tubo polínico en crecer desde el estigma al óvulo. Luego el período efectivo de polinización es acortado y la cuaja reducida (LOVATT, 2001).

La temperatura óptima para el crecimiento del tubo polínico, para la mayoría de los cultivares es de 25°C, demorando alrededor de tres horas en llegar hasta la base del estilo de la flor; sin embargo, la penetración de éste en el ovario, para alcanzar el óvulo, no ocurre antes de 18 a 24 horas después de la polinización (GARDIAZABAL, 1998).

2.4.4. Efecto de la temperatura sobre la cuaja.

GARDIAZABAL (1997) señala que las temperaturas óptimas para cuaja en la variedad Hass varían entre 28 y 33 °C en el día, seguidos de temperaturas entre 12 y 17°C en la noche .

El mismo autor indica que muchas veces sucede que durante el día no hace mucho frío, pero al bajar la temperatura en la noche ocasiona la muerte del tubo polínico, el que no alcanza a llegar al ovario para fecundar al óvulo, lo que provocaría una fallida cuaja.

2.5. Efecto del estrés sobre los vegetales:

TADEO (2000) señala que la sequía, la salinidad, las temperaturas extremas y el escorchamiento provocan reducción del potencial hídrico de los tejidos. Las plantas responden a este cambio sintetizando una amplia gama de compuestos, denominados osmoprotectores. Estos osmoprotectores son solutos compatibles con el funcionamiento celular en condiciones de estrés osmótico. Entre los osmoprotectores encontramos compuestos con átomos de nitrógeno en su molécula, como la prolina y compuestos de amonio cuaternario; compuestos con grupos hidroxilos, como los polialcoholes y los azúcares y las proteínas.

TADEO (2000) también señala que las fitohormonas participan activamente en la transmisión de la señal de estrés.

2.6. Rol de los aminoácidos en la agricultura:

ROJAS (1992) menciona la aparición de productos novedosos para activar las plantas sometidas a condiciones adversas. Estos productos son los denominados bioestimulantes, los cuales son compuestos orgánicos que estarían regulando algunos procesos de crecimiento y desarrollo en la planta.

Entre las ventajas de la aplicación de aminoácidos, ROJAS (1992) plantea:

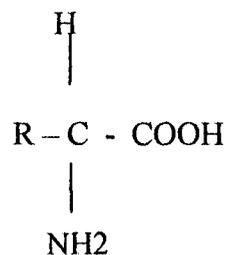
- En momentos de estrés de la planta, ayudan a ésta para conseguir una normalización de sus funciones, ya que por efectos de temperatura, virosis, etc., se ven afectadas.
- Proporcionan aminoácidos de una manera inmediata, los cuales mediante uniones peptídicas catalizadas, se convierten en fuente de proteínas para las plantas.
- Dan vigor a la planta y favorecen la vida bacteriana del suelo al aumentar los contenidos orgánicos.
- Actúan como reconstituyentes de los tejidos vegetales.

SILVA (1997) afirma que con la aplicación de un producto aminoacídico (Frutaliv) en palto cv. Hass, se genera un aumento de los niveles de cuaja registrada durante el periodo inicial de aplicación, es decir, durante las aplicaciones del 20 de septiembre, 10 de octubre y 25 de octubre de 1996, efecto que se vió incrementado mientras se fue avanzando en dicho periodo.

Al respecto, GALLARDO (1998) señala que el efecto de los bioestimulantes se manifiesta según la intensidad de la condición desfavorable que se presente durante la floración.

2.6.1. Estructura de los aminoácidos.

La fórmula estructural general de los 20 α -aminoácidos hallados corrientemente en las proteínas, llamados también aminoácidos corrientes, exceptuando la prolina, todos ellos tienen como denominadores comunes un grupo carboxilo libre y un grupo amino libre e insustituido en el átomo de carbono α . Difieren entre sí en la estructura de sus cadenas laterales distintivas, llamadas grupos R (LEHNINGER,1978), como se indica a continuación.



2.6.2. Función de los aminoácidos bajo condiciones de estrés abiótico.

ESCAICH *et al.*,(1991) señalan que los aminoácidos aplicados exógenamente al medio de germinación, incrementan la tasa germinativa del polen y en la elongación de tubos polínicos.

BIOIBÉRICA (2000) evaluó la respuesta de la aplicación de aminoácidos sobre plantas de lechuga del tipo Iceberg, y concluyeron que resulta ser un tratamiento eficaz para aumentar la tolerancia a las bajas temperaturas en las plantas de lechuga, siendo especialmente interesante utilizarlo como promotor de la producción en épocas del año en que las condiciones climatológicas no sean las más apropiadas.

2.7. Rol de las citoquininas en la agricultura:

DAVIES (1995) señala que las citoquininas aplicadas exógenamente inducen la división celular en tejidos en presencia de auxina y también el desarrollo de cloroplastos, promoviendo la conversión de etioplastos en cloroplastos.

El uso de CPPU, una hormona sintetizada artificialmente ha sido probado, en varios frutales como kiwi, manzana y uvas, resultando eventualmente un incremento del tamaño del fruto y el uso en palto con una triple aplicación incrementa el tamaño de la fruta (ZILKALH *et al.*, 1995).

2.7.1. Estructura de las citoquininas.

Las citoquininas naturales conocidas son derivados de la base púrica adenina (6-aminopurina). Todas ellas poseen un sustituyente, de naturaleza isoprenoide o aromática, en el nitrógeno amínico de la posición 6 del anillo de purina. El modo normal de escribir el nombre químico completo de una citoquinina es referirse a ellas como una 6-amino purina sustituida o como una adenina sustituida en N⁶. Las citoquininas pueden encontrarse en las plantas como bases libres o formando conjugados con diversos compuestos químicos que se unen al anillo de purina o a la cadena lateral (SEGURA, 2000).

2.7.2. Lugares de síntesis y efectos característicos.

Según SEGURA (2000), se considera casi de forma axiomática que las citoquininas son sintetizadas, mayoritariamente, en la zona de las raíces. Tal hecho no excluye la participación de órganos aéreos, especialmente de tejidos meristemáticos. En la fase reproductora, el endospermo (durante el desarrollo de la semilla), o el eje

embrionario, se convierte en el centro de producción y distribución de citoquininas cuando se inicia la germinación de las semillas (DAVIS, 1995).

Una vez sintetizadas, las citoquininas pueden ser distribuidas a otras partes de la planta a través del xilema o del floema, o ambos. La utilización de uno u otro sistema conductor depende del lugar donde las citoquininas fueron inicialmente sintetizadas. La presencia de citoquininas en los exudados, ya sean del xilema, el floema, es un hecho común en la totalidad de las plantas examinadas. DAVIS (1995) señala que su efecto característico es la inducción de la división celular de los tejidos (en presencia de auxina).

Las citoquininas aplicadas exógenamente son compuestos bastante inmóviles, que ejercen efectos muy localizados (normalmente actúan en el órgano o incluso en la zona del órgano en que fueron aplicadas). La inmovilidad de las citoquininas está ligada a las conversiones típicas de su metabolismo, que conducen a la formación de citoquininas más polares que quedan atrapadas en el interior de las células.

2.8. Nutrición vegetal:

Según SILVA y RODRÍGUEZ (1995), es el conjunto de relaciones de la planta y los elementos químicos, tanto en su interior como en su relación con el medio externo.

2.8.1. Clasificación.

SILVA y RODRÍGUEZ (1995) señalan además, que desde el punto de vista de la naturaleza de los elementos y de sus funciones es posible distinguir:

- Nutrición orgánica, que corresponde principalmente a la nutrición del carbono y nitrógeno, elementos que se caracterizan por formar parte de las estructuras orgánicas de las plantas.
- Nutrición inorgánica o mineral, que corresponde al resto de los nutrientes cuya participación está dirigida al funcionamiento de los procesos metabólicos.

LAHAV (1995) afirma que el palto es conocido por su baja demanda de nutrientes al compararlo con el total de nutrientes requeridos por otros árboles frutales, como manzana y cítricos

2.8.1.1. Nitrógeno.

El nitrógeno parece ser el elemento más importante en la nutrición del palto (LAHAV, 2001). El rol del nitrógeno en la producción de palto es controlar el crecimiento vegetativo. Aplicaciones de nitrógeno promueven el crecimiento vegetativo y compiten con el desarrollo de la cuaja, aún así, éste crecimiento vegetativo de verano es necesario para sustentar la producción final (WHILEY, 1990)

2.8.1.2. Boro.

Según SMITH *et al.*,(1995), la deficiencia de boro en palto produce reducción en la calidad y producción de la fruta. Resultados preliminares apuntan a que aplicaciones de boro aumentan el promedio del tamaño de la fruta.

Por otra parte LOVATT, (2001) y JAGANATH y LOVATT (1995), señalan el positivo efecto de este nutriente mineral esencial en la germinación del polen y del

crecimiento del tubo polínico en el estigma, estilo, y ovario más óvulo en la división mitótica necesaria para producir el esperma y huevo, y en la división celular durante los primeros estados de desarrollo del fruto.

2.8.1.3. Calcio.

La principal función del calcio, parece ser la estabilización de las membranas celulares (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995). Por otra parte, el calcio juega un papel importante en la unión del complejo de polisacáridos y proteínas que forman la pared celular. Se estima que el 60% de del total de calcio en las plantas está asociado con la pared celular (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

2.9. Aspersión foliar:

SILVA y RODRÍGUEZ (1995) indican que la fertilización foliar permite superar las dificultades de corrección al suelo y presenta la ventaja de una corrección rápida y oportuna. Otra ventaja, es la rápida respuesta que presentan las plantas a la corrección de deficiencias mediante aspersiones foliares. La desventaja es que su corrección es sólo transitoria, por lo que normalmente se requiera más de una aspersión en la temporada y aspersiones periódicas a través de los años.

2.9.1. Mecanismos de absorción foliar.

2.9.1.1. Penetración a través de la cutícula.

La limitante más importantes para la absorción foliar de los nutrientes es la cutícula. Su capa exterior está formada por una cubierta que en su superficie tiene ceras. La capa interior está compuesta por celulosa y sustancias pécticas y está incrustada por cutina (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

Otra entrada de los nutrientes es a través de los estomas, lo que significa evitar la barrera de la cutícula. El efecto de la cera de la superficie de la cutícula en la penetración de los nutrientes puede disminuir si se favorece un flujo de masas de los nutrientes asperjados en los estomas. En ellos la cutícula es delgada, hidratada, virtualmente libre de ceras y ofrece una mayor superficie absorbente (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

3. MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo fue realizado entre los meses de octubre del año 2000 y julio del año 2001.

3.1. Ubicación del experimento:

La experiencia se realizó en dos zonas agroclimáticas diferentes. La primera de ellas correspondió a la Estación Experimental “La Palma”, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, que se encuentra ubicada en el Valle del Aconcagua, en la provincia de Quillota, V región. La localización geográfica corresponde a 32°52' latitud Sur y 71°13' longitud Oeste (MARTINEZ, 1981).

En la segunda zona agroclimática se ubica el Huerto “Lo Bello”, propiedad de don José Bello, ubicado en el Km. 101 de la Panamericana norte, de la comuna de Hijuelas. Su ubicación geográfica es latitud Sur 32° 45' y longitud Oeste 71°11' (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1981).

3.2. Antecedentes climáticos:

3.2.1. Caracterización de la zona del ensayo correspondiente a la Estación Experimental “La Palma”:

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).

3.2.2. Caracterización de la zona del ensayo correspondiente al Huerto “Lo Bello”:

Posee un clima Mediterráneo semiárido. Dado que ocupa valles costeros la influencia oceánica se ve reflejada en una atenuación de las condiciones térmicas (SANTIBAÑES y URIBE, 1990).

El régimen térmico de caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 27,7 °C y una mínima en julio de 4,7 °C. Registra anualmente 1650 días grado y 977 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 454 mm, un déficit hídrico de 952 mm y un período seco de 8 meses (SANTIBAÑEZ y URIBE, 1990).

Durante la temporada 2000, los datos promedios de temperatura, humedad relativa, viento y precipitaciones, se presentan a continuación en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Datos climatológicos promedios de la temporada 2000, durante los meses de floración.

mes	temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Viento (m/s)	Precipitaciones (mm)
Septiembre	Max: 18,2	79	1,1	4,7
	Min: 4,8			
Octubre	Max: 21,8	74	1,5	0,1
	Min: 6,8			
Noviembre	Max: 24,8	64	1,8	0,0
	Min: 7,1			

Fuente: Agrochilenet, 2000.

3.3. Descripción del ensayo:

3.3.1. Características del material vegetal.

En la Estación Experimental “La Palma”, el material seleccionado correspondió a árboles de la variedad Hass injertados sobre patrón Mexícola, de 5 años de edad, plantados a una distancia de 5m x 5m.

En el Huerto “Lo Bello”, el material vegetal seleccionado correspondió, al igual que en el caso anterior, a árboles de la variedad Hass injertados sobre patrón Mexícola, de 7 años de edad, con una distancia de plantación de 5m x 5m.

3.3.2. Los tratamientos

Los tratamientos corresponden a aplicaciones de agua y dos mezclas de bioestimulantes compuestas los productos Vitaminol, Plancton, Quasar boro y Vinagre. Estas mezclas se aplicaron en dos épocas preflor (E1) y 20-30% de flor (E2) que dieron origen a seis tratamientos:

- T1: E1D0 = Preflor /Agua
 T2: E1D1 = Preflor /Mezcla 1
 T3: E1D2 = Preflor/ Mezcla 2
 T4: E2D0 = 20 – 30% Flor /Agua
 T5: E2D1 = 20 – 30% Flor /Mezcla 1
 T6: E2D2 = 20 – 30% Flor /Mezcla 2

3.3.3. Tratamientos de prefloración, preparación de mezcla y marcaje de hileras.

En la Estación Experimental “La Palma”, el día 13 de octubre del año 2000, se procedió a seleccionar una hilera por medio, completando un total de nueve hileras y se realizaron tres aplicaciones como se detalla a continuación:

Aplicación	Productos				
	Agua	Vitaminol	Plancton	Quasar Boro	Vinagre
D0 Testigo	√				
D1 Mezcla* 1		300 cc	150 cc	70 gr.	300 cc
D2 Mezcla*2		300 cc	70 cc	50 gr.	300 cc

* Dosis de producto en 100 L de agua

Esta aplicación se realizó en el estado coliflor, estado que corresponde a la elongación de los ápices secundarios de la inflorescencia (SALAZAR – GARCÍA y LOVATT, 1998)

La solución se preparó con 180 l de agua, las dosis de Quasar Boro se pesaron con una balanza digital y las dosis de los productos Vitaminol, Plancton y Vinagre se midieron con una probeta graduada. La solución se aplicó con una pulverizadora de 200 l de capacidad, con una presión de trabajo de 150 cb y con un mojamiento aproximado de 6 l por árbol. Cada uno de los tratamientos se realizó en tres hileras (aproximadamente 10 árboles cada una), y posteriormente se procedió a marcar cada una de ellas con una ficha indicando la fecha de aplicación y lo que se aplicó, es decir, D0, D1 y D2, respectivamente.

En el Huerto “Lo Bello” se efectuó la misma metodología descrita, con excepción de la fecha de aplicación de los tratamientos y marcaje de las hileras (14 de octubre del 2000), de la capacidad de la pulverizadora empleada (400 l) y de la presión de trabajo de la misma (350 cb).

3.3.4. Determinación de la cantidad de flores por panícula.

Tanto en la Estación Experimental “La Palma” como en el Huerto “Lo Bello”, el período de conteo se extendió desde el 23 de octubre del año 2000 hasta el 30 de noviembre del mismo año.

Dentro de cada tratamiento se seleccionaron cuatro árboles por hilera, es decir, se muestrearon 12 árboles por tratamiento y 20 panículas por cada árbol escogido. Posteriormente, se marcaron con una ficha indicando el número de panícula correspondiente, es decir, se enumeraron de 1 a 20. La selección de los árboles y de

las panículas se realizó al azar, en tanto el conteo de la cantidad de flores por panícula se efectuó con un contador manual.

3.3.5. Determinación de frutos cuajados por panícula y dimensiones.

En la estación Experimental “La Palma”, el conteo de frutos cuajados por panícula se realizó en dos etapas. La primera de ellas se extendió desde el 17 de diciembre del 2000 hasta el 17 de enero del 2001, realizándolo con una frecuencia de siete días. Además del conteo de los frutos cuajados, se procedió a determinar su crecimiento midiendo con un pie de metro el diámetro ecuatorial de la totalidad de los frutos cuajados dentro de cada panícula. Luego se determinó el período correspondiente a la primera caída de frutos realizando una diferencia entre la cantidad de frutos contabilizados en la primera medición y en la última medición de esta primera etapa, es decir, entre el 17 de diciembre del año 2000 y el 17 de enero del año 2001, respectivamente.

En una segunda etapa, que abarcó el periodo comprendido entre el 17 de enero y el 17 de abril del año 2001, se llevaron a cabo las mismas mediciones que en el periodo anterior, es decir, la cantidad de frutos cuajados por panícula y el diámetro ecuatorial de cada uno de ellos; sin embargo, la frecuencia de conteo disminuyó de siete días a 14 días, respectivamente. Posteriormente, se determinó la cantidad de frutos abortados en la segunda caída de frutos realizando una diferencia entre los frutos contabilizados el 17 de enero y el 17 de abril del año 2001. Con estos antecedentes se calculó el porcentaje de cuaja en cada panícula, donde el total de flores de la panícula representó el 100 por ciento y los frutos que permanecieron después de la segunda caída representaron el porcentaje de cuaja.

La última medición se efectuó el día 3 de julio del año 2001. Dentro de los 12 árboles seleccionados por cada tratamiento, se escogieron ocho frutos (por árbol), al azar y se procedió a medir con un pie de metro el diámetro polar y ecuatorial de cada uno de ellos. Luego, se calculó en cada tratamiento el porcentaje de frutos con diámetro exportable, es decir, los 96 frutos seleccionados en cada tratamiento representaron el 100 por ciento y el número de frutos con calibre de exportación representaron el porcentaje de frutos con diámetro exportable.

En el Huerto “Lo Bello”, se realizó el mismo procedimiento descrito para la Estación Experimental “La Palma”, sin embargo, las mediciones se efectuaron con un día de diferencia, es decir, la primera etapa se extendió entre el 18 de diciembre del año 2000 y el 18 de enero y el 18 de abril del año 2001; la segunda etapa se extendió entre el 18 de enero y el 18 de abril del año 2001 y la última medición se realizó el cinco de julio del mismo año.

3.3.6. Determinación del Estado 20-30 % (E2) de floración.

En la Estación Experimental “La Palma”, el 20 de octubre del 2000, se seleccionaron al azar 20 árboles y, utilizando un cuadrante de 1m x 1m, dividido en 16 cuadrantes de 25 cm x 25cm se procedió a determinar el momento de aplicación de los diferentes tratamientos. La metodología aplicada fue la siguiente: se dispuso el cuadrante en una cara de cada árbol, a una altura aproximada de 1,60 m, se contabilizó el número de cuadrantes que contenían inflorescencias y se sacó una proporción del total de las 16 divisiones, que representaron el 100 % y la cantidad de ellas con inflorescencias visibles y éstas representaron el porcentaje de floración del árbol escogido. Una vez determinado el porcentaje de floración de cada árbol individual, se procedió a calcular un promedio de ellos, estimando aproximadamente el estado de 20 – 30 % de floración.

En el Huerto “Lo Bello”, se aplicó la misma metodología descrita, sin embargo, ésta fue realizada con un día de diferencia con respecto a la Estación Experimental “La Palma”, es decir, el 21 de octubre del año 2000.

3.3.7. Tratamiento en estado de 20-30 % de floración (E2) y marcaje de hileras.

En la Estación Experimental “La Palma”, el 20 de octubre del año 2000 se procedió a seleccionar una hilera por medio, completando un total de nueve hileras y se realizaron tres aplicaciones detalladas en el punto 3.3.2.

Cada uno de las aplicaciones se realizó en tres hileras, posteriormente se procedió a marcar cada una de ellas con una ficha indicando la fecha de aplicación y el tratamiento respectivo.

En el Huerto “Lo Bello”, se realizó el mismo procedimiento descrito, sin embargo, la aplicación difiere en un día, es decir, se efectuó el 21 de octubre del año 2000. En cuanto a la solución, la preparación de la misma, la medición de las dosis de los diferentes productos empleados (Vitaminol - Plancton – Quasar Boro – Vinagre), la capacidad de las maquinas pulverizadoras, la presión de trabajo de las mismas y el mojamiento utilizado por el árbol, en ambos huertos - “La Palma” y “Lo Bello” – se realizaron siguiendo la misma metodología descrita en el punto 3.3.2. (tratamiento de prefloración y marcaje de hileras).

Por otra parte, tanto la determinación de la cantidad de flores por panícula como la cuantificación de los frutos cuajados (por panícula), y sus dimensiones, según el mismo procedimiento descrito en los puntos 3.3.3. y 3.3.4., respectivamente.

3.4. Composición de los productos utilizados:

a. Vitaminol: Obtenido de hidrólisis avanzada de colágeno (proteína) contiene:

- 12 % p/p de aminoácidos libres
- 52 % p/p de aminoácidos totales
- 9'2 % p/p nitrógeno total
- 8'4 % p/p de nitrógeno proteico
- 8'4 % p/p de nitrógeno orgánico
- 3 % p/p de nitrógeno alfa – amínico
- 0'8 % p/p de nitrógeno amoniacal
- 55 % p/p de materia orgánica total

b. Plancton: abono N P K , obtenido de hidrólisis de algas marinas aporta citoquininas naturales.

- 6 % p/p de nitrógeno
- 4 % p/p de fósforo
- 12 % p/p de potasio
- 37' % p/p de azufre
- 1'2 % p/p de calcio
- 0005' % p/p de cobre
- 0'1 % p/p de hierro
- 0'8 % p/p de magnesio

c. Quasar boro :

- 16 % boro

3.5. Registro de temperatura:

Con el objetivo de determinar las condiciones de temperatura durante la realización de los diferentes tratamientos (tanto en prefloración como en el estado de 20-30% de floración), se efectuó, en el periodo comprendido entre los meses de septiembre y diciembre del año 2000, registros de temperatura. En la Estación Experimental “La Palma”, las mediciones fueron realizadas diariamente y con intervalos de 15 minutos empleando un termógrafo digital RYAN, mientras que en el huerto “Lo Bello” los registros fueron obtenidos desde la Estación Meteorológica de Hijuelas.

3.6. Procedimiento experimental:

Para los parámetros de medición:

- Caídas de frutos
- Crecimiento de los frutos

El diseño estadístico utilizado corresponde a un Diseño en Bloques Completamente al Azar en un arreglo factorial de 3x2, cuyos factores corresponden a mezclas y época de aplicación.

Para el parámetro:

- Porcentaje de cuaja

El diseño estadístico utilizado corresponde a un Diseño en Bloques Completamente al Azar con Submuestreo en un arreglo factorial de 3x2, cuyos factores son los antes mencionados.

Mezclas ; Factor A (3 niveles) y Épocas de aplicación; Factor B (2 niveles).

Donde la unidad experimental es un árbol, en el cual se aplicó por completo el producto.

Niveles del factor A:

- Testigo: D0
- Mezcla 1: D1
- Mezcla 2: D2

Niveles del factor B:

- Aplicación de prefloración (coliflor) = E1
- Aplicación de 20-30% de floración. = E2

Tres bloques por tratamiento (hileras por tratamiento).

Cuatro repeticiones (cuatro árboles por tratamiento).

Se bloquea el efecto hilera.

El modelo que explica el diseño en bloques completamente al azar es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}.$$

Para cumplir con estos objetivos, se utilizó un nivel de significación del 5%, y se realizó un Análisis de Varianza Multifactorial. Asimismo, se ejecutó la Prueba de Intervalos Múltiples de Duncan, para comparar todos los pares de medias, cuando fue necesario.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Análisis de la característica térmica el porcentaje de cuaja durante el período de floración (primavera del 2000):

4.1.1. Análisis de las temperaturas ocurridas durante el período de floración.

En la Anexo 1 se muestra la evolución de las temperaturas máximas y mínimas en la zona agroclimática de Quillota e Hijuelas, entre los meses de septiembre y noviembre del año 2000, que correspondió al período en que ocurre la floración.

En el Anexo 2 se puede observar que las temperaturas mínimas para Quillota fueron bajas, destacándose la ocurrencia de temperaturas durante el período de floración que fueron perjudiciales para la germinación del polen, en este sentido SAHAR y SPIEGEL-ROY (1984) plantean en su ensayo sobre germinación del grano polen, que este último no germina con temperaturas de 6°C y al analizar el Anexo 2, se puede determinar que en el mes de septiembre se registró un 40% de las temperaturas inferior a dicho valor, mientras que en los meses de octubre y noviembre se registró un 41,9% y un 30% de temperaturas menores a 6°C , respectivamente. Estas bajas temperaturas, estarían condicionando la germinación del polen, considerando que el óptimo corresponde a temperaturas entre 25°C y 27°C , según los autores antes mencionados.

Sin embargo, al considerar la viabilidad del polen PAPADEMETRIOU (1976), afirma que el polen se mantiene viable por seis días a temperatura ambiente entre $20,6^{\circ}\text{C}$ – $32,8^{\circ}\text{C}$, postulado que no se cumple, si se somete a las condiciones ambientales imperantes durante el período en estudio.

Así mismo MENA (1996) señala que para la zona de Quillota, al estudiar la viabilidad del polen de palto cv. Hass; durante las tres primeras horas de apertura al estado masculino, el número de granos de polen producidos por la antera cae drásticamente, produciéndose una pérdida de los mismos al no existir un medio de transporte hacia una flor en estado femenino durante la noche. Lo anterior disminuiría aún más la probabilidad que llegue polen viable a la flor.

Junto con el análisis anterior, se puede inferir que en esta zona existió una condición de estrés generada por bajas temperaturas, que en el período en estudio corresponde al 100% de los casos, menores a 12°C. Este hecho es concluyente si se compara con lo publicado por SEDGLEY y ANNELLS (1981), quienes determinaron que una condición de temperatura de 17°C durante el día y 12°C durante la noche (17/12), no produciría un efecto tan drástico como limitar la fertilización, sino que disminuye el porcentaje de óvulos fertilizados al decaer la velocidad de crecimiento del tubo polínico y no encontrar viable al gameto femenino, asignándole un porcentaje de penetración de óvulos de 32%, con este régimen de temperaturas. Esto concuerda con lo planteado por JAGANATH y LOVAT (1995), los que señalan que bajas temperaturas durante el período de floración decrece la viabilidad del óvulo e incrementa el tiempo que demora el tubo polínico en alcanzar la base del estigma y por consiguiente el óvulo. La duración del período efectivo de polinización es mucho mas corta y reduce la cuaja.

SEDGLEY y GRANTT (1983), experimentaron con las temperaturas antes mencionadas y concluyeron que el comportamiento floral de los cultivares tipo A analizados responden mejor a las bajas temperaturas durante el período de floración, teniendo apertura del estado femenino y masculino, con un ciclo de apertura floral que dura en promedio 72 h. No así, los cultivares tipo B, quienes sólo abren al estado

masculino a excepción del cv. Bacon, que sí tuvo apertura floral al estado femenino. Esto determina que con temperaturas bajas, los cultivares tipo B son improductivos.

Por otra parte, GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), asignan un papel fundamental a la temperatura para la manifestación del fenómeno de dicogamia que se presenta en los paltos. Señalan que éste es menos variable con temperaturas que fluctúan entre 12°C y 17°C en la noche y entre 28°C y 33°C en el día, situación que no se registro para ningún día de los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2000, lo que sugiere un comportamiento diferente al conocido para la variedad Hass (tipo A).

Este patrón de floración diferente ha sido demostrado para la zona de Quillota con los resultados obtenidos por PALMA (1991), HERNÁNDEZ (1991), TAPIA (1993) y CRISTOFFANINI (1996), quienes coinciden en señalar que este comportamiento sexual asignado a diferentes variedades no corresponde al observado en la zona.

Otro rango de temperatura propuesto por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), señala que para Quillota se obtiene una floración y cuaja adecuada con temperaturas diurnas entre 23°C y 27°C y temperaturas nocturnas superiores a 10°C durante el período de floración. Estos rangos de temperatura nocturna se presentaron sólo en el mes de noviembre, con un 10% del total de las temperaturas registradas durante dicho mes (Anexo 2), lo que indicaría que en la mayor parte del tiempo existieron condiciones desfavorables para el proceso de cuaja de las flores durante el ensayo, ya que hay una relación directa de éste con la condición térmica ocurrida durante la floración.

Si se asocia al palto con otras especies cultivadas en zonas subtropicales, como el mango (*Mangifera indica* L.), se puede destacar que bajas temperaturas durante la floración causan cambios morfológicos en el estilo, estigma, ovario y en el tamaño de las anteras, verificando así una condición de estrés sobre el vegetal por efecto de las bajas temperaturas (SUKHVIBUL *et al.*, 1999).

DAG, EISENSTEIN y GAZIT (2000) concuerdan con lo anterior, afirmando que el frío produce un efecto detrimental en el proceso de polinización y fertilización interfiriendo sobre la viabilidad y funcionalidad de los órganos reproductivos, tanto masculino como femenino.

En cuanto a las temperaturas máximas, en el Anexo 2 se puede observar que ellas tienden a aumentar a medida que avanza el período de floración alcanzándose el “peak” de temperatura durante el mes de noviembre, donde se llegó a un máximo de 32,6°C.

Al comparar el registro de temperatura que figura en el Anexo 2 con el rango óptimo de temperatura para una buena cuaja propuesto por GARDIAZABAL (1997), el que fluctúa entre 23°C y 27°C, se puede inferir que las mejores condiciones de temperatura para la cuaja se produjeron durante el mes de noviembre, donde se obtuvo un 63,3% de temperaturas máximas dentro de dicho rango. Además, se puede mencionar que durante el mes de octubre se obtuvo un porcentaje que correspondió a un 45,1%, lo que hace concluir que no es un porcentaje favorable si se considera, que para la zona de Quillota, el cultivar Hass concentra la floración entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre (TAPIA, 1993).

Si consideramos que SEDGLEY y ANNELLS (1981) señalan además, que temperaturas entre 28°C y 33°C aceleran la abscisión de yemas y flores antes se iniciarse la antesis y que temperaturas mayores a 33°C reducen la viabilidad del grano

de polen, las temperaturas máximas superiores a 27°C durante este ensayo que según la Figura 2 corresponden aun 10%, no son suficiente para determinar si hubo o no un efecto.

Por último, en la Figura 1 y en la Figura 2 se representa de forma gráfica los porcentajes de temperaturas máximas y mínimas acumuladas, correspondientes a cada rango de temperatura relevante para el proceso de floración y cuaja (para la zona de Quillota).

Al analizar la Figura 1, se visualiza que las temperaturas nocturnas descritas por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) para la zona de Quillota, iguales o superiores a 10°C corresponden a un 13% del total de los registros, si se consideran temperaturas que afectan la germinación del grano de polen descritas anteriormente por SAHAR y SPIEGEL-ROY (1984), éstas corresponden a un 37% de los casos como desfavorable y el 50% restante corresponde a temperaturas entre estos valores. Uniendo a la información proporcionada por PAPADEMETRIOU (1976), la viabilidad del polen también es afectada con seis días consecutivos, considerando las temperaturas nocturnas registradas durante el ensayo.

Si se analiza la Figura 2, se puede observar que el rango de temperaturas diurnas entre 23°C y 27°C, descritas por los autores antes mencionados corresponden al 48% de los casos, y sólo el 10% de las temperaturas puede ser considerada como crítica durante el periodo, mientras que el 42% restante corresponde a temperaturas bajo los 23°C, que demuestra según lo descrito por GARDIAZABAL (1997), que aproximadamente el 50% de las temperaturas diurnas no fue favorable para la floración y cuaja durante el período en estudio.

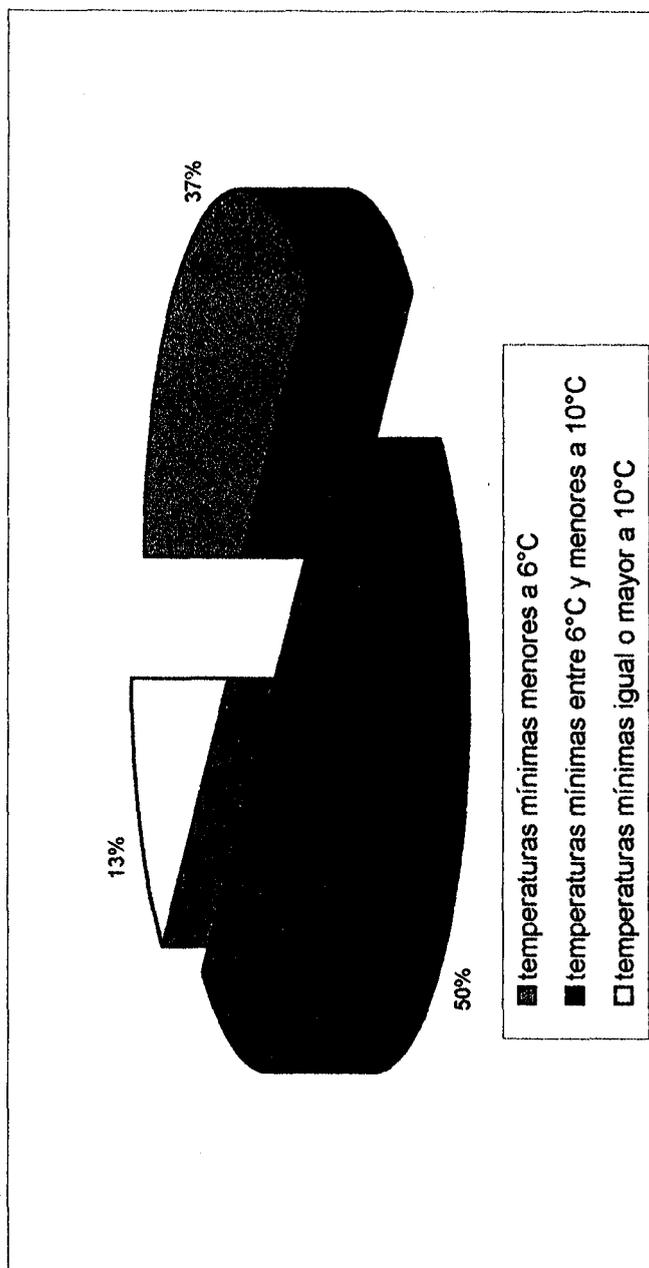


FIGURA 1. Gráfico de temperaturas mínimas acumuladas durante el período de floración, según rangos de importancia, para la zona de Quillota.

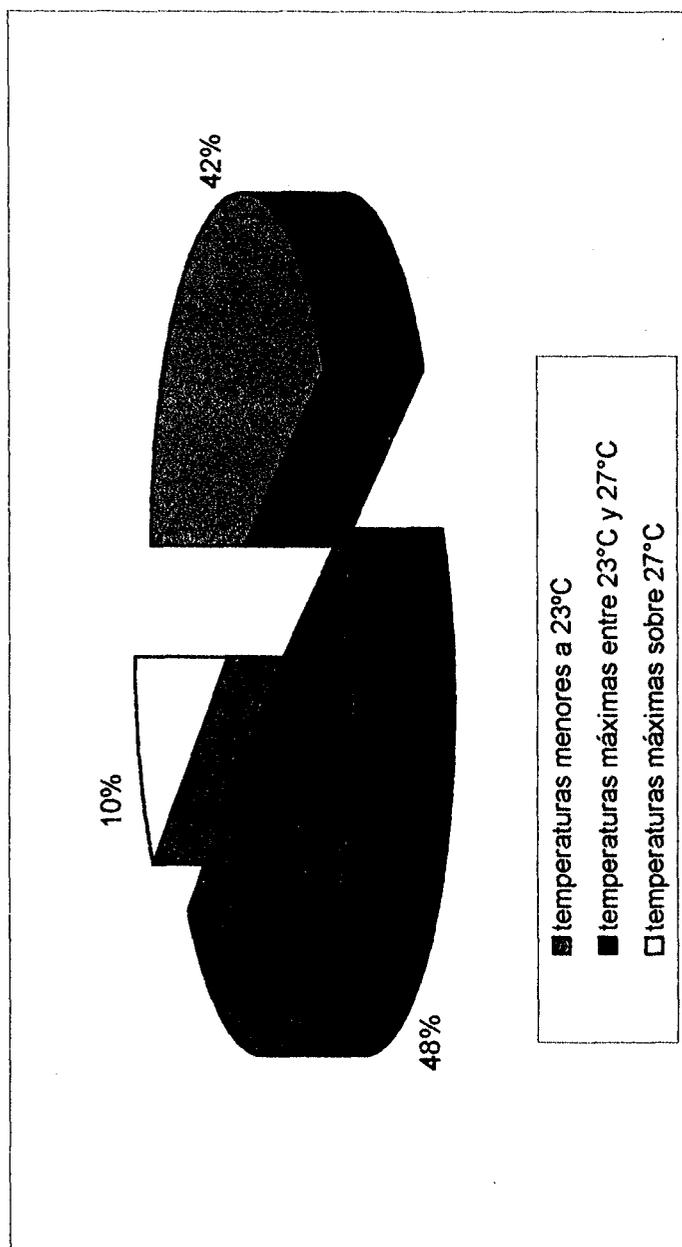


FIGURA 2. Gráfico de temperaturas máximas acumuladas durante el período de floración, según rangos de importancia, para la zona de Quillota.

Con respecto a la zona agroclimática de Hijuelas, en el Anexo 1 se muestra la evolución de las temperaturas máximas y mínimas entre los meses de septiembre y noviembre del año 2000 (período de floración). En cuanto a las temperaturas mínimas, se observa en el Anexo 2 que durante el mes de septiembre se registró un 63,3% de temperaturas inferiores a 6°C, mientras que durante los meses de octubre y noviembre se registraron temperaturas menores a 6°C en un 45,52% y 33,33%, respectivamente. Esta situación es estresante debido a que la floración se concentra en octubre, donde más del 45% de las temperaturas mínimas muestra valores limitantes.

En general, las mínimas detectadas en el transcurso del período de floración en el 100% de los casos fueron inferiores a 12°C, por lo tanto, se puede inferir, al igual que en la zona de Quillota, la probable existencia de una condición de estrés generada por bajas temperaturas durante la floración y cuaja.

Al considerar los mismos antecedentes bibliográficos presentados para la zona de Quillota, se puede indicar que temperaturas nocturnas adecuadas para la polinización y cuaja (iguales o superiores a 10°C), se presentan en el mes de octubre con un 16% y para los meses de septiembre y noviembre un 0% y un 10%, respectivamente, lo que indica (al igual que en Quillota), una condición desfavorable para la polinización y cuaja durante el período de ensayo.

En cuanto a las temperaturas máximas, en el Anexo 1 se puede visualizar un incremento de las mismas a medida que transcurre el proceso de floración, obteniéndose el “peak” de temperatura durante el mes de noviembre, donde se alcanzó una temperatura máxima de 31,8°C.

Si se analiza el registro de temperaturas máximas presentado en el Anexo 2 y se compara con el rango óptimo de temperatura diurna para una buena cuaja, de acuerdo a lo planteado por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), el que se encuentra entre los 23°C y 27°C, se puede establecer que durante los meses de septiembre, octubre y noviembre no se presentó un porcentaje elevado de temperaturas óptimas para la cuaja. Es así como durante el mes de noviembre se registraron las mejores condiciones de temperatura, obteniéndose un 40% de temperaturas dentro del rango óptimo. En orden decreciente le sigue el mes de octubre con un 25,8% y el mes de septiembre con un 20% de temperaturas.

Si se analiza la Figura 3, es posible observar que los valores de temperaturas nocturnas descritas por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), para la zona de Hijuelas iguales o superiores a 10°C corresponden a un 8% del total de los registros, mientras que temperaturas que afectan la germinación del grano de polen descritas anteriormente por SAHAR y SPIEGEL-ROY (1984), se presentan en un 47% de los casos y el 44% restante corresponde a temperaturas entre ambos valores.

Si se analiza la Figura 4, se visualiza que el rango de temperaturas diurnas entre 23°C y 27°C, descritas por los autores antes mencionados corresponde al 29% de los casos, con sólo un 12% consideradas como críticas durante el período de floración, mientras que el 59% restante corresponde a temperaturas bajo los 23°C.

A su vez se puede indicar que la ocurrencia de temperaturas cálidas (sobre 27°C), solo representaron el 12%, (Figura 4), lo que indica que no es un antecedente relevante al asignarle un efecto de estrés.

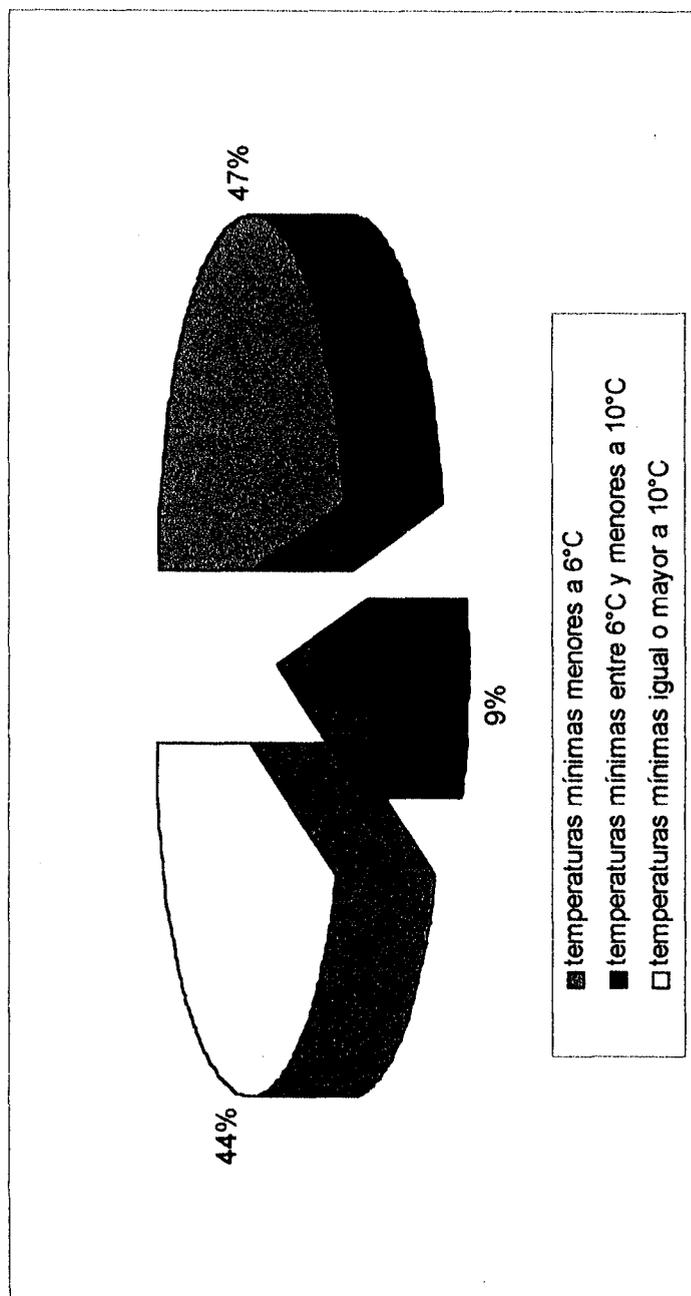


FIGURA 3. Grafico de temperaturas mínimas acumuladas durante el período de floración, según rangos de importancia, para la zona de Hijueltas

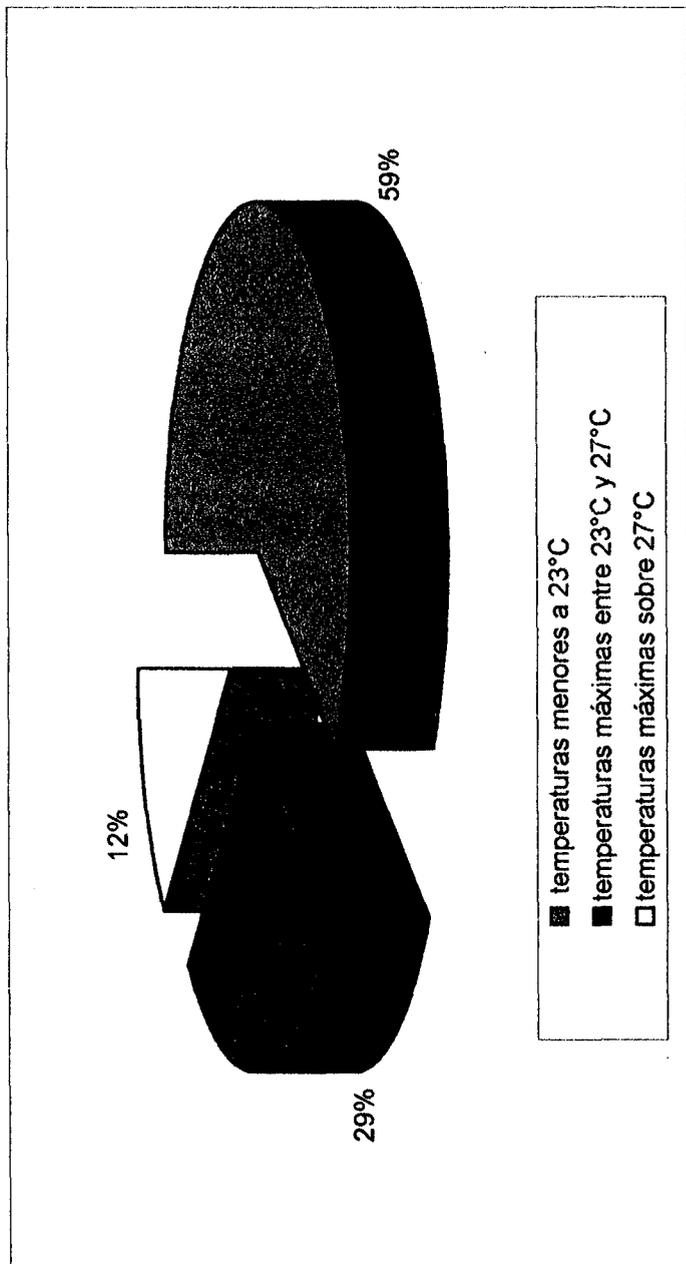


FIGURA 4. Grafico de temperaturas máximas acumuladas durante el periodo de floración, según rangos de importancia, para la zona de Hijuela

4.2. Evaluación de la efectividad de los tratamientos y épocas de aplicación sobre el fenómeno de ajuste natural de carga:

4.2.1. Efecto de los tratamientos sobre la primera caída de frutos.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para las mediciones hechas en la Estación Experimental “La Palma”, no se detectó efecto de los tratamientos sobre la retención de fruto luego del primer ajuste de carga. Este hecho se demuestra al llevar a cabo el Test de Comparaciones Múltiples de Duncan, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre la primera caída de frutos en la Estación Experimental “La Palma”, Quillota.

Tratamiento	Promedio de frutos retenidos por panícula	Diferencias significativas
T1	2,98	a ^z
T2	3,41	a
T3	3,07	a
T4	3,41	a
T5	3,16	a
T6	2,59	a

^z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro anterior se puede observar que no hubo evidencia significativa que demuestre un efecto positivo de la aplicación de los tratamientos sobre el promedio de los frutos retenidos por panícula al momento de la primera caída.

SILVA y RODRÍGUEZ (1995) señalan que aplicaciones foliares presentan la ventaja de una corrección rápida y oportuna de deficiencias y, la desventaja es que es transitoria. Esto explicaría que una aplicación es insuficiente para tener un efecto positivo en la retención primaria de frutos.

Si se considera que la competencia puede ser responsable de la abscisión, la aplicación de los tratamientos no disminuyó este efecto. TAPIA (1993) señala que la fruta caída post polinizada es el principal problema en el palto, coincidiendo este efecto con los “flushes” vegetativos. SEDGLEY (1987) afirma que la competencia ocurre entre los frutos y, entre frutos y el crecimiento vegetativo que sigue a la floración. Las hojas nuevas de los brotes compiten directamente con los frutos jóvenes y también aprovechan la posición apical de éstos. TAPIA (1993) comprobó la existencia de esta competencia para el cv. Hass en la zona de Quillota, y agrega que al disminuir el número de flores empieza a aumentar el crecimiento de los brotes hasta llegar a su “peak” en la primera semana de noviembre.

WHILEY (1994) señala que la competencia generada es un proceso entre la formación de los frutos que depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano), y el tiempo de transición de “sink” a “source” de los brotes que se renuevan en primavera.

LEE (1987) citado por SALAZAR-GARCÍA (2000), concuerda e indica que el hecho de que un fruto aborte o madure depende de su fuerza como demanda metabólica (“sink”) o de su habilidad para inhibir químicamente el desarrollo de frutos vecinos. Estos hechos determinaron que el efecto de los tratamiento fue nulo para atenuar la competencia.

Por su parte, SILVA (1997) señala que la aplicación de un producto bioestimulante de origen aminoacídico durante el período de floración en palto Hass estaría incrementando el nivel de cuaja inicial. GALLARDO (1998) concuerda con lo anterior, señalando que la aplicación de biestimulantes durante la floración del palto cv. Hass resulta positiva durante la retención primaria de frutos, no concordando con lo expuesto por AGUSTÍ (2001)* y TALÓN (2001)*, quienes concluyen que en experiencias realizadas en España con productos aminoacídicos, éstos no han tenido efecto, además indican que los aminoácidos son moléculas demasiado grandes para entrar a la planta vía foliar, lo que en parte explicaría que el producto aplicado de origen aminoacídico Vitaminol, no haya tenido incidencia.

LOVATT (1997) señala que los frutos de palto abortados pueden ser clasificados en dos categorías: (i) los que provienen de flores polinizadas y ha fallado la fecundación, y los (ii) frutos resultantes de flores donde ha ocurrido polinización y fecundación, generando un embrión y semillas normales.

Este resultado también indica que el boro aplicado a través del producto Quasar boro, no tuvo el efecto descrito por JAGANATH y LOVATT (1995), quienes aplicaron sobre paltos Hass en prefloración boro y/o urea en California (donde el mayor problema son las bajas temperatura al momento de la cuaja), y determinaron, al analizar flores tratadas con boro al follaje en prefloración, que incrementaron el número de tubos polínicos que alcanzaron el óvulo, por lo que no se habría aumentado la proporción de los frutos que LOVATT (1997) señala en su punto (i).

* AGUSTÍ, M. Dr. Ing. Agrónomo. 2001. Catedrático Universidad Politécnica de Valencia (España). Comunicación personal.

El tercer producto que formó parte de la mezcla (Plancton), está compuesto por citoquininas naturales, las cuales no evidenciaron efecto al formar parte de los tratamientos. Al respecto, CHALHUB (1998) concluyó que al determinar el efecto del ácido giberelico sobre la inflorescencia de palto, hubo falta de respuestas de los tratamientos en la intensidad de floración que se puede atribuir a que las aplicaciones hormonales realizadas a nivel de huerto se encuentran sujetas a una mayor cantidad de variables, donde los efectos producidos por el regulador de crecimiento no son específicos y dependen tanto de la naturaleza, concentración e interacciones del regulador de crecimiento como del sitio de acción y de la condición en que se encuentra el tejido vegetal. A la vez, la condición del tejido vegetal va a depender de factores exógenos como clima, nutrición, riego y sanidad de las plantas, etc. Por lo tanto, este producto utilizado en la mezcla es el más sensible a factores internos y externos de la planta.

Si se considera la información anterior, se tiene que hay varios factores que están influenciando en una aplicación foliar sobre un cultivo y en especial, cuando se trata con productos del tipo bioestimulante como se menciona anteriormente.

Según los datos obtenidos del huerto “Lo Bello”, el análisis de varianza arroja que hubo efecto de los tratamientos sobre la retención de frutos, luego del primer ajuste de carga.

Por lo anterior, se llevó a cabo el Test de Comparaciones Múltiples de Duncan, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 3.

* TALÓN, M. Ing. Agrónomo. 2001. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias de Valencia (España). Comunicación Personal.

CUADRO 3. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre la primera caída de frutos en el Huerto “Lo Bello”, Hijuelas.

Tratamiento	Promedio de frutos retenidos por panícula.	Diferencias significativas		
T1	6,58	a	z	
T2	4,87	a		b
T3	4,09			b
T4	1,68			c
T5	2,08			c
T6	1,53			c

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro anterior, es posible observar el efecto de los tratamientos T1 y T2 como los que muestran un efecto positivo sobre la retención primaria de frutos. BENDER (1997) indica que este resultado no debería sorprender. Es así como el autor señala que al probar diversos productos que “mejoran la producción” en el cultivo del palto, aplicados durante el período de floración en California, muestra que el testigo con agua (T1 y T4), tiene mejores resultados que el control sin agua, y a su vez el testigo con agua tiene también resultados más positivos en comparación con otros productos aplicados.

Si bien el Cuadro 3 muestra efecto de los tratamientos aplicados dando un resultado positivo en los tratamientos T1 y T2, y que no hay diferencia entre aplicar el T2 y T3 o entre aplicar T4, T5 y T6, es importante, no dejar de lado la información que aporta el Anexo 3, que refleja claramente que hay una relación entre el número de flores por panícula al momento de la aplicación con el promedio de frutos retenidos luego del primer ajuste de carga que provoca una relación directamente proporcional.

Por lo anterior, el número de fruta cuajada depende del número de flores que se encuentre en la panícula, o sea, a mayor cantidad de flores presentes (promedio de 110, 117 flores) cuajan más frutos (promedio sobre cuatro frutos) con respecto a la

que tiene menos flores (promedio de 58, 65, 56 flores) donde el promedio de frutos cuajados es menor (entre uno y dos frutos), se concluye que para la zona de Quillota ocurre lo mismo que para la zona de Hijuelas, donde no existió efecto de los tratamientos sobre la retención primaria de frutos. Por lo tanto, se consideran los antecedentes mencionados para la zona de Quillota como explicativos de esta situación.

4.2.2. Efecto sobre la segunda caída de frutos.

En cuanto a la segunda caída, los Cuadros 4 y 5 muestran que tanto para la Estación Experimental “La Palma” como para el huerto “Lo Bello”, no se produjo efecto de los tratamientos sobre el segundo ajuste de carga.

CUADRO 3. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre la segunda caída en la Estación Experimental “La Palma”, Quillota.

Tratamiento	Promedio de frutos retenidos por panícula	Diferencias significativas
T1	0,000	a z
T2	0,004	a
T3	0,004	a
T4	0,027	a
T5	0,025	a
T6	0,000	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

CUADRO 4. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre la segunda caída en el Huerto “Lo Bello”, Hijuelas, analizados hasta fines de marzo.

Tratamiento	Promedio de frutos retenidos por panícula	Diferencias significativas
T1	0,045	a z
T2	0,033	a
T3	0,000	a
T4	0,025	a
T5	0,008	a
T6	0,008	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

De lo anterior se puede inferir que los tratamientos no tuvieron influencia en la segunda caída de frutos. La falta de respuesta de éstos se debe a que los datos muestran una gran variabilidad. La varianza es muy grande, o sea, el error es grande y por lo tanto, es necesario realizar un número mayor de réplicas para que sea visible la diferencia entre los promedios.

Cabe mencionar que la segunda caída de frutos en palto coincide con un “flush” de crecimiento radicular y vegetativo (WHILEY y WHINSTON, 1987), lo que podría estar indicando que el árbol realiza un ajuste fisiológico, privilegiando el evento fenológico que necesite desarrollar.

En árboles con una alta carga la caída de fruta, que coincide con el “flush” de crecimiento de verano, es el factor más limitante en la productividad del palto. Ésta es la última oportunidad que tiene el árbol de ajustar su carga. Una de las causas más importante de esta caída de verano, cuando el árbol ha invertido de un 10 a un 40% del potencial de peso individual por fruto, es el estrés de carbohidratos, lo que se suma a altas temperaturas y, algunas veces, a una demanda evaporativa también alta (WOLTENHOLME, WHILEY y SARANAH, 1990)

WHILEY y WHINSTON, (1987) señalan además, que tanto el control del crecimiento vegetativo como la mantención de la fruta, se logra haciendo un adecuado manejo de la fertilización, del riego y manteniendo las raíces sanas. Por lo tanto, la segunda caída de frutos representa el período más crítico para el control del agua, ya que cualquier estrés durante esta fase provocaría una caída de frutos, y por consiguiente, una cosecha mediana a pobre (WHILEY, 1990a). Estas observaciones ponen de manifiesto que son factores internos y externos los que limitan esta segunda caída de fruta.

4.3. Análisis de la incidencia de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja final:

De acuerdo al análisis de varianza realizado para la Estación Experimental “La Palma”, se detectó efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja final, en las panículas analizadas.

Por lo anterior, se llevó a cabo el Test de Comparaciones Múltiples de Duncan, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja, medido hasta principios de abril en la Estación Experimental “La Palma”, Quillota.

Tratamiento	Promedio de porcentaje de cuaja	Diferencias significativas
T1	0,03	a z b c
T2	0,005	a
T3	0,02	a b
T4	0,07	b c d
T5	0,09	d
T6	0,07	c d

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro 5 es posible observar que los dos tratamientos testigos (T1 y T4), no tienen diferencias estadísticas, por lo tanto, da lo mismo aplicar agua en cualquiera de las dos fechas de aplicación. Este resultado de porcentaje de cuaja es adecuado si se compara con el tratamiento T2. BENDER (1997) obtuvo resultados positivos de cuaja cuando se compara a un testigo al que se aplica agua y un testigo seco, resultado que puede deberse a que el agua tiene un alto calor específico, que significa que se necesita una gran cantidad de energía para calentarla y así mismo debe perder una gran cantidad de energía para enfriarse (SARFATI, 2002), lo que pudo haber funcionado, como atenuante de la temperatura nocturna para estos tratamientos, temperaturas que además se tradujeron en una pobre cuaja general durante el período de estudio analizado en el punto 4.1., para la zona.

También se observa que los tratamientos correspondientes a T2 y T5, que comparten la misma mezcla en diferentes épocas, mostraron los extremos en los porcentajes de cuaja medidos, hecho que no se puede explicar más que con la incidencia de factores ajenos (CHALHUB, 1998).

Diferencia significativa, también se visualiza entre los tratamientos T3 y T6, donde hay un efecto positivo de la mezcla 2, aplicada en la segunda fecha, correspondiente a 20-30% de flor. Este resultado determina un efecto de la época por sobre las mezclas.

Para el mayor número de casos, el tratamiento T2 fue el que tuvo menos efecto, si se compara con el tratamiento T4, T5, T6. Estos últimos, correspondientes a la segunda fecha de aplicación, donde hay más flores abiertas y las temperaturas van en aumento.

La condición climática que presentó la zona de Quillota para la temporada correspondiente al ensayo (floración del año 2000), generó un estrés por bajas temperaturas (SEDGLEY, 1991). Por lo tanto, del análisis anterior no se puede concluir si alguno de los tratamientos fue el más apropiado para la obtención de una mejor cuaja final. Sin embargo, sí se concluye que la aplicación de productos bioestimulantes no tuvo efecto positivo para aminorar el estrés producido durante la floración.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para el Huerto “Lo Bello” se detecta que no hubo efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja en las panículas analizadas.

En el Cuadro 6 se presenta el promedio del porcentaje de cuaja de cada tratamiento.

CUADRO 6. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el porcentaje de cuaja final, medido hasta principios de abril en el Huerto "Lo Bello", Hijuelas.

Tratamiento	Promedio de porcentaje de cuaja	Diferencias significativas
T1	0,13	a z
T2	0,09	a
T3	0,07	a
T4	0,12	a
T5	0,13	a
T6	0,06	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro 6, se observa que no hubo efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de final de cuaja. Este resultado es causado por variabilidad de los datos, por lo se hace necesario aumentar el número de repeticiones para hacer visible las diferencias significativas.

Al explicar los resultados, se puede señalar que los aminoácidos, las citoquininas y minerales proporcionados en los diferentes tratamientos no fueron destinados al crecimiento reproductivo siendo desviados al crecimiento vegetativo. Esto concuerda con los resultados obtenidos por SOLIS, *et al.*, (1996), quienes al aplicar nitrato de calcio junto con otros minerales en palto, señalan que existe en la hoja un incremento de los niveles de fósforo, calcio, cinc, manganeso y magnesio en comparación con el testigo.

Lo anterior puede visualizarse al sobreponer las curvas de crecimiento vegetativo y radicular, con las curvas de floración y caída de frutos propuesta por TAPIA (1993) (Figura 5), y que WOLSTENHOLME, WHILEY y SARANAH (1990) y WHILEY (1990) concuerdan en señalar que la floración y la consiguiente cuaja coinciden con

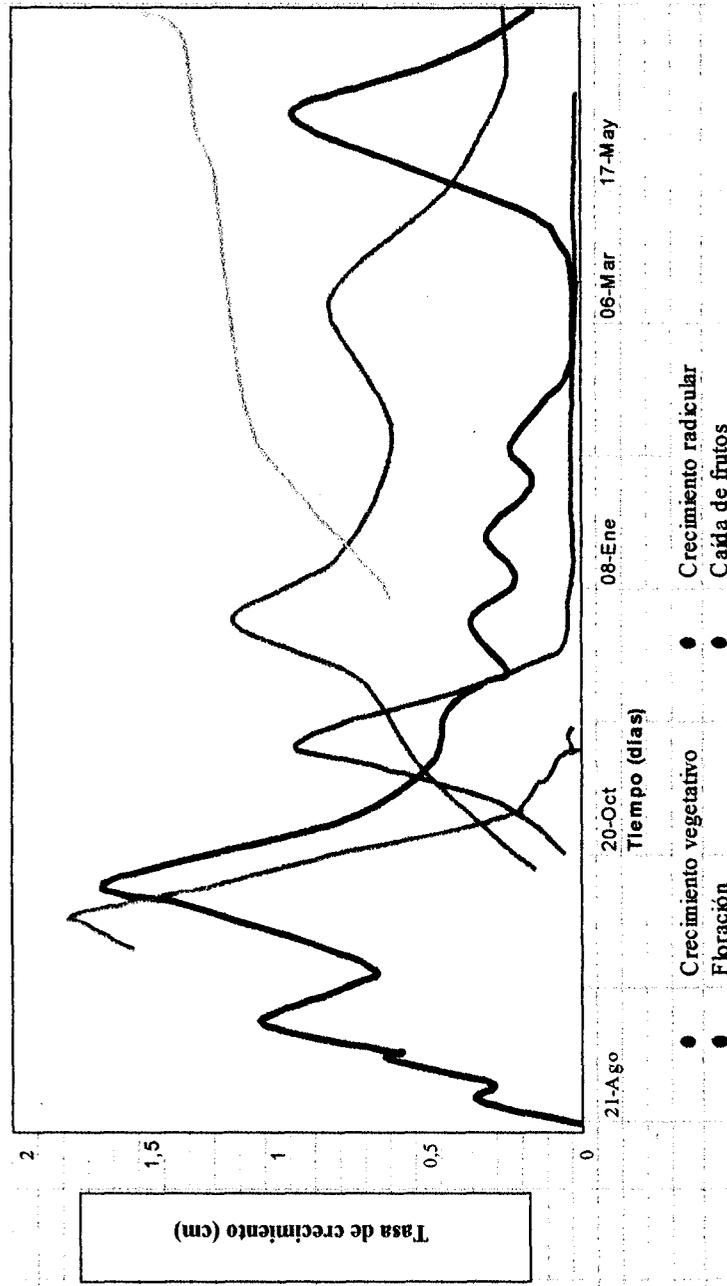


FIGURA 5. Ciclo fenológico del palto cv. Hass, Quillota, V región. 1992/1993 (adaptado de TAPIA, 1993).

el “flush” de crecimiento vegetativo de primavera. Esto estaría indicando que ambos eventos ocurren simultáneamente, y por lo tanto, competirían por los recursos existentes dentro del árbol como tal vez, por aquellos proporcionados externamente, como es el caso de los aminoácidos, citoquininas y minerales aplicados en cada tratamiento.

Por último, si se observan en el Cuadro 5 y 6, se puede mencionar que en la zona de Hijuelas los promedios de porcentaje de cuaja fueron mucho más elevados que en la zona de Quillota.

Es así como al comparar los valores de cuaja propuestos por BERG (1967), los que fluctúan entre 0,02% y 0,1%, estos concuerdan con GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), los que señalan un valor de cuaja promedio de 0,1%. Por lo tanto, se puede inferir que en la zona de Hijuelas los porcentajes de cuaja (en su mayoría), se encontraban dentro de dicho rango, aunque más próximos al valor máximo propuestos por los autores, superándolo en algunos casos con valores de cuaja que se movieron en torno al 0,12% y 0,13%. En cambio, en la zona de Quillota si bien los promedios de cuaja estaban dentro del rango propuesto, estuvieron más cercanos al valor mínimo (0,02%), detectándose incluso un promedio de cuaja extremadamente bajo que escapa de dicho rango (0,05%). Estos valores, son más cercanos a lo descrito por BLUMENFIEL y GAZIT (1974), quienes señalan que la cantidad de fruta que cuaja es menos de un 0.1%.

Si se toma un valor de cuaja como 0,07% de la zona de Quillota y se compara con el 0,13% de la zona de Hijuelas, este último es 1,8 veces mayor que el anterior. TAPIA (1993) logró obtener un 0.2% de cuaja en paltos cv Hass, lo que indicaría una gran variabilidad en los resultados.

Si se analiza la situación anterior en la cual se registraron menores promedios de cuaja en la zona de Quillota con respecto al de Hijuelas, se puede inferir que dicha situación pudo ser causada por una falta de polinizante dentro del bloque en estudio correspondiente a la zona de Quillota, situación que en Hijuelas no se presentó, ya que cuenta con el polinizante Zutano. Al respecto, DEGANI *et al.*,(1986) señalan que se sabe poca acerca de la regulación de la caída de frutos en paltos, pero que estudios recientes demuestran que la sobrevivencia de estos frutitos depende de la existencia de polinizantes.

VRECENAR-GRADUZ y ELLESTRAND (1985) observaron que la tasa de polinización cruzada y la producción por árbol aumentaron significativamente en los huertos plantados con más de una variedad, comparado con bloques sólidos de Hass.

Por otra parte, estudios realizados en Chile por GARDIAZABAL y GANDOLFO (1996) demostraron que parcelas que tienen polinizante en quince, como Rincón, Bacon, Edranol y Zutano, muestran diferencias significativas con el tratamiento de Hass/Hass, presentaron entre un 84,7 a un 97,4% de polinización cruzada comparado con un 58,2% del tratamiento Hass/Hass. El polinizante Zutano fue el que evidenció mayor porcentaje de polinización cruzada (97,4%). La debilidad que Hass presenta como autopolinizante puede deberse a que Hass tenga algún problema a nivel de polen que dificulte autopolinizarse, que condiciones climáticas no favorezcan el traslape de los estados florales favoreciendo la polinización cruzada o que el material genético que aporta Hass a su progenie esté en desventaja con respecto a otros donadores de polen, y estos últimos permitan una mayor supervivencia de frutos.

WOLSTENHOLME y WHILEY (1995) señalan al respecto, que la polinización cruzada produce embriones más robustos (semilla), y éste es un efecto que asegura el crecimiento de la semilla siendo transmitido a la pulpa resultando un incremento del tamaño del fruto.

Por lo anterior, se determina que el efecto positivo de los tratamiento no existió sobre la retención final de frutos, para ninguna de las zonas analizadas, sí evidenciando efecto otros factores externos al correspondiente estudio.

4.4. Evaluación de la distribución de los calibres:

4.4.1. Evaluación de la efectividad de los tratamientos y de la época de aplicación sobre el crecimiento del fruto.

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para la fruta proveniente de la Estación Experimental “La Palma”, no se detectó efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de frutos.

En el Cuadro 7 se presenta la el promedio de diámetro ecuatorial (cm.), para cada tratamiento.

CUADRO 7. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el crecimiento de fruto, analizados durante el verano.

Tratamiento	Promedio de diámetro ecuatorial (cm.)	Diferencias significativas
T1	4,38	a z
T2	3,47	a
T3	4,30	a
T4	4,20	a
T5	4,02	a
T6	4,02	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro anterior se puede observar el nulo efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los frutos, expresado como diámetro ecuatorial medido a principios de

abril, básicamente dado por la variabilidad de los datos, dado que a esta fecha, los frutos que quedan en las panículas analizadas son muy pocos, lo que hace que aumente el error y no se visualice la diferencia, que posteriormente se determina en la medición de julio.

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para la fruta proveniente de la Estación Experimental “La Palma”, se muestra la incidencia de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial y polar promedio (Cuadros 8 y 9), en la zona de Quillota.

En el Cuadro 8 se presenta el promedio de diámetro ecuatorial (cm), analizado en julio para cada tratamiento.

CUADRO 8. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial.

Tratamiento	Promedio de diámetro ecuatorial (cm.)	Diferencias significativas
T1	6,01	c z
T2	5,81	b
T3	6,05	c
T4	5,79	b
T5	5,78	b
T6	5,55	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro 9 se presenta el promedio de diámetro polar (cm), analizado en julio para cada tratamiento.

CUADRO 9. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el diámetro polar.

Tratamiento	Promedio de diámetro polar (cm.)	Diferencias significativas	
T1	9,37		b z
T2	8,74	a	
T3	9,30		b
T4	8,77	a	
T5	8,79	a	
T6	8,85	a	

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En los Cuadros anteriores, se comprueba que sí hay un efecto positivo en el diámetro ecuatorial y polar del fruto al aumentar la muestra. El ensayo revela que los mejores tratamientos corresponden al T1 y el T3, con los mejores promedios, lo que estaría señalando para esta zona una relación directamente proporcional entre los dos diámetros. Este resultado indica que la aplicación, tanto de agua como de la mezcla 1 tuvieron el mismo efecto para la primera época de aplicación. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de biestimulantes no adelanta la proporción de frutos con calibre potencialmente exportable. Sin embargo, se puede deducir que a más temprana cuaja, más tamaño alcanza el fruto a inicios de invierno. Al respecto, WOLSTENHOLME y WHILEY (1995) señalan que la división celular es más rápida durante los primeros estados de crecimiento del fruto.

A su vez, los tratamientos T2, T4 y T5 se comportaron de igual manera para ambos diámetros, siendo T6, el único que fue totalmente diferente a los demás, presentando el menor promedio.

Al respecto, WOLSTENHOLME y WHILEY (1995) señalan que el tamaño promedio de la fruta está influenciado por los manejos realizados y por el ambiente, pero es en último caso determinado por los genes. Este proceso está generado por la continua división mitótica de la célula, por tanto, cuánto más se dividan las células más grandes serán los frutos (KAISER, WOLSTENHOLME y LEVIN, 1995). Altos niveles endógenos de sustancias de crecimiento actúan de similar forma y produce en el fruto un “sink” (BLUMENFELD y GAZIT, 1974).

Es difícil pensar en que algún tratamiento localizado puede causar un efecto positivo tan marcado, si se sabe que el palto requiere de 807 KJ para producir 100 gr. de fruta, en gran parte, para la síntesis de aceite y la formación de la semilla (WOLSTENHOLME, 1986).

En cuanto al Huerto “Lo Bello”, en el Análisis de Varianza descrito en el Cuadro 10, se puede observar que no hubo efecto de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial del fruto medido durante el verano.

CUADRO 10. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial del fruto, en el Huerto “Lo Bello”, Hijuelas.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial promedio. (cm)	Diferencias significativas
T1	3,57	a z
T2	4,19	a
T3	4,08	a
T4	2,94	a
T5	4,05	a
T6	3,95	a

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

En el Cuadro anterior al igual que en el Cuadro 7, se puede observar el nulo efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los frutos, expresado como diámetro ecuatorial medido a principios de abril, resultado de la variabilidad de los datos, explicado anteriormente.

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para la fruta proveniente del Huerto “Lo Bello”, en que se muestra la incidencia de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial y polar promedio (Cuadro 11 y 12) en la zona de Hijuelas.

En el Cuadro 11 se presenta la el promedio de diámetro ecuatorial (cm.), analizado en julio para cada tratamiento.

CUADRO 11. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial.

Tratamiento	Promedio de diámetro ecuatorial (cm.)	Diferencias significativas
T1	5,79	a z
T2	5,73	a
T3	5,70	a
T4	5,61	a
T5	5,68	a
T6	5,65	a

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

En el Cuadro anterior se observa que los tratamientos aplicados no provocaron efecto alguno sobre el crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto. Por lo anterior, se señala que los recursos más importantes que estarían interviniendo en el crecimiento del fruto son las hormonas (especialmente las citoquininas), los fotoasimilados (provenientes de esqueletos carbonados), los nutrientes minerales del suelo y el agua (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995). Cabe destacar que los diferentes tratamientos aportaron citoquininas y nutrientes minerales, y el agua fue aportada en

cada riego; en cambio los fotoasimilados sólo pueden ser proporcionados a través de la fotosíntesis. Esto permitiría inferir que aplicaciones exógenas de minerales y hormonas no tendrían ningún efecto sobre el crecimiento del fruto si no se cuenta con una fotosíntesis apropiada que sea capaz de formar los esqueletos carbonados necesarios a partir de materias primas (nutrientes), para generar una fuente de fotoasimilados que permita el crecimiento del fruto.

WHILEY (1990a), concuerda con lo anterior y señala que la fotosíntesis del palto es relativamente ineficiente y el período de rápido crecimiento del fruto y acumulación de aceite provoca una gran demanda energética en el árbol, lo cual coincide con las mayores temperaturas del verano y una mayor demanda evaporativa del ambiente. Esto pone de manifiesto la importancia del abastecimiento del agua en el crecimiento del fruto y específicamente en la producción de fotoasimilados, ya que este elemento genera una presión de turgor que influye en el crecimiento del fruto (AGUSTÍ, 2000).

En el Cuadro 12 se presenta la el promedio de diámetro polar (cm.), analizado en julio para cada tratamiento.

CUADRO 12. Evaluación de la efectividad de los tratamientos sobre el diámetro polar.

Tratamiento	Promedio de diámetro polar (cm.)	Diferencias significativas	
T1	8,86		c z
T2	8,94		c
T3	8,69	b	c
T4	8,81	b	c
T5	8,34	a	
T6	8,53	a	b

z Letras iguales significa que no existen diferencias significativas, Duncan al 5%

Si se analiza el Cuadro 12, se visualiza un efecto positivo de los tratamientos sobre el diámetro polar de los frutos para la zona de Hijuelas, donde los tratamientos T1, T2, T3, T4, manifiestan los mejores promedios. Además, se puede señalar que los tratamientos T1 y T2 son estadísticamente diferentes a T5 y T6, donde el T5 presenta el más bajo promedio. Esta diferencia sin embargo, se comparará con los calibres comerciales propuestos para el palto Hass por la empresa CABILFRUT (Cuadro 13). De esta comparación se puede inferir para la zona de Quillota, que los calibres obtenidos giran en torno al 50 y 60, sin embargo, la época de aplicación de prefloración se vislumbra como la más apropiada para obtener mejores calibres (50), ya sea en interacción con la aplicación de agua (testigo) o con la mezcla 2. Lo anterior concuerda con lo señalado por LOVATT (2001), quienes plantean que aplicaciones foliares en palto durante el estado de coliflor (preflor) aumentan significativamente la producción, no en términos de número de frutos cosechados por árbol, pero sí incrementando el calibre de la fruta.

Al efectuar la misma comparación en la zona de Hijuelas, se puede destacar que los calibres obtenidos están en su mayoría en torno al 60, sin embargo, la época de aplicación de prefloración en interacción con la mezcla 1, pareciera tener el mejor resultado, obteniéndose un calibre de 50.

4.3. Evaluación de la condición de carga del huerto (“on” y “off”):

Para determinar la condición de huerto se considera la producción promedio de la Estación Experimental “La Palma”, durante la temporada 2000, en que se cosechó 16,8 ton/ha y se compara con la producción del año anterior (1999), en que se cosechó 5,9 ton/ha, se puede inferir que este huerto se encontraba en una condición de carga “on” en el momento de realización de los tratamientos. Esto concuerda con lo planteado por WOLSTENHOLME (1986), quien señala que el promedio comercial

de fruta producida en palto Hass fluctúa entre 7,8 ton/ha y 13,4 ton/ha, esta información permite corroborar la condición de carga de este huerto como “on”, ya que la producción promedio alcanzada en la temporada 1999 está por debajo del límite inferior propuesto anteriormente en 1,9 ton/ha, mientras que la producción promedio obtenida en la temporada 2000 supera el límite superior del rango en 3,4 ton/ha.

CUADRO 13. Calibre de exportación para palta Hass.

Calibre	Peso (gr.)	Diámetro polar (cm) aprox.	Diámetro ecuatorial (cm.) aprox.
32	325-380	11	7
36	295-325	10	6.6
40	250-295	9.8	6
50	200-250	9.2	6
60	175-200	8.8	5.6
70	155-175	8	5.2

Fuente: Cabilfrut, 1998.

Luego de determinada la condición de carga del huerto, se analiza el porcentaje de cuaja final para la zona de Quillota en el Cuadro 5, y se puede observar que el promedio de porcentaje de cuaja, durante el mismo período (2001), fluctuó entre el 0,005% y el 0,09%, y si se compara con lo propuesto por BERG (1967), quién señala que valores normales de cuaja en palto fluctúa entre el 0,02% y el 0,1%, se puede indicar que los porcentajes de cuaja registrados durante el ensayo se encuentran dentro del rango planteado por el autor, a excepción del T2, en la que se obtuvo el menor porcentaje promedio de cuaja (0,005%). Al observar el efecto de los

tratamientos se puede mencionar que independiente del tratamientos utilizado, los promedios de porcentaje de cuaja estuvieron más próximos al valor mínimo del rango (0,02%), en cambio, al analizar el efecto de los tratamientos correspondientes a la segunda época de aplicación (T4, T5, T6), se puede visualizar claramente que la época de 20-30% de floración tiene un promedio de porcentaje de cuaja más cercano al límite superior del rango (0,1%).

De lo anterior se desprende que en la condición particular de este huerto en situación "on", el promedio de porcentaje de cuaja no varió de lo normal, y que la aplicación de aminoácidos, citoquininas y nutrientes minerales no tuvo un efecto claro sobre el porcentaje de cuaja. Al respecto SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1995) señalan que la alternancia en la producción de fruta en palto está relacionada con los niveles de carbohidratos en el árbol, pero además indican que existe poca claridad sobre cuál es el factor que estaría controlando la alternancia del ciclo (si producción o nivel de reservas). Al comparar los bajos promedios de porcentaje de cuaja (Cuadro 1) con la información anterior, se puede inferir que la aplicación foliar de bioestimulantes no estaría incrementando en gran medida el nivel de reservas del árbol. Esto no concuerda con lo planteado por THORP, ANDERSON y CAMILLERI (1995), quienes indican que aplicaciones de fertilizantes en estados específicos de crecimiento o floración provocan efectos positivos en el nivel de producción.

Al realizar para el Huerto "Lo Bello" el mismo análisis descrito para la Estación Experimental "La Palma", es decir, al considerar la producción promedio durante la temporada 2000 en que se cosecharon 13,1 ton/ha comparándola con la producción del año 1999, en que se cosecharon 7,1 ton/ha, es posible indicar que este huerto también se encontraba en una condición de carga "on" en el momento de la realización de los diferentes tratamientos. Además, si se compara con el rango propuesto por WOLSTENHOLME (1986), se puede afirmar que la producción obtenida en el año 2000 (13,1 ton/ha) se encuentra muy próxima al valor planteado

por dicho autor como apropiado para una buena producción comercial (13,4 ton/ha), mientras que la producción del año anterior (7,1 ton/ha) se encuentra levemente por debajo del valor señalado por el autor como mínimo para una producción comercial (7,8 ton/ha).

Si se observa el Cuadro 6, se puede visualizar que el promedio de porcentaje de cuaja durante el período 2001, fluctuó entre el 0,06 % y el 0,13% y, aunque en algunos casos sobrepasó el rango propuesto por BERG (1967) para una cuaja normal (0,02% y 0,1%), estadísticamente no se observó diferencia alguna entre ellos, referido a los tratamientos utilizados.

Por lo anterior, puede inferirse que la condición de carga “on” existe tanto en la Estación Experimental “La Palma” como en el Huerto “Lo Bello”, no está determinada por el porcentaje de cuaja existente en ambos huertos, sino más bien por la cantidad de flores iniciales durante la temporada en estudio. De esta manera, el porcentaje de cuaja es una proporción que varía entre 0,02% y 0,1% (BERG, 1967) y se mantiene constante, tanto en una condición de carga “on” como en una condición de carga “off”. Numéricamente se puede explicar mediante el siguiente ejercicio que ilustra dicha situación: Si en el año 1999, existen en un huerto 400 árboles por hectárea, y cada árbol produce 2.000.000 de flores, se produce un total de 160.000 frutos por hectárea (considerando un porcentaje de cuaja de 0,02%), pero si al año siguiente cada árbol produce 1.000.000 de flores, se produce un total de 80.000 frutos por hectárea (considerando el mismo porcentaje de cuaja). Esto estaría indicando que el porcentaje de cuaja es el mismo para ambos casos, pero en términos productivos, durante el año 1999 el huerto se encontraría en una condición de carga “on”, mientras que en el año siguiente, el huerto presentaría una condición de carga “off”. Al respecto SALAZAR-GARCÍA (2000) afirma que una condición de carga “on” reduce la intensidad de la floración a través de la reducción de yemas potenciales para la formación de inflorescencias.

Por otra parte, WRIGHT (1989), citado por SALAZAR-GARCÍA (2000), señala que dos factores podrían explicar el efecto de los frutos sobre la floración y su relación con la alternancia productiva. El primero de ellos hace referencia a que las semillas en desarrollo son una fuente de hormonas (las que inhiben la iniciación floral), y el segundo, alude a que los frutos se caracterizan por su intensa demanda metabólica.

Otra observación hecha en el sur de Australia es la que hacen SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1995), los que señalan que no está claro cual es el factor que gatilla la alternancia de la producción, si la producción misma o los niveles de reserva, quienes causan el desequilibrio en el primer lugar, por lo que sigue siendo confuso. Altas producciones de paltos están precedidas de alta acumulación de almidón durante el invierno anterior y producen bajos niveles de almidón durante el año siguiente.

5. CONCLUSIONES

El uso de los bioestimulantes Vitaminol, Plancton, Quasar Boro, aplicados al follaje en diferente épocas floración no aumentó los niveles de cuaja y retención de frutos.

Los tratamientos realizados durante el ensayo, no tienen efecto sobre la cuaja, pese a que se presentaron bajas temperaturas durante el período de floración.

No existe efecto de los tratamientos sobre la primera y segunda fecha de caída natural de frutos.

La aplicación de este tipo de bioestimulantes no adelanta la proporción de calibres exportables a inicios del invierno.

No se determinó efecto de los tratamientos sobre el número de frutos cuajados, por presentar los dos huertos (“Lo Bello” y “La Palma”), la misma condición (“on”).

6. RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objeto de determinar el efecto de productos bioestimulantes aplicados durante el período de floración sobre el efecto en el nivel de cuaja, retención y tamaño de fruto a inicios de invierno.

El ensayo involucró evaluar tres dosis (T0, T1 y T2) y dos épocas de floración (prefloración y 20-30% de floración), donde el producto fue aplicado de forma foliar a los árboles de las hileras tratadas, ya que de ellos se tomaron cuatro al azar por hilera y tres hileras para cada tratamiento y así poder compararlos. La evaluación de la cuaja se efectuó sobre la submuestra (panícula), contabilizando el número de flores por panícula de un total de 20 unidades por árbol. La cuaja se midió cada siete días durante un mes y luego cada 15 días hasta mediados de abril, período en el cual se pudo determinar la primera y segunda caída de fruto, pues los que permanecieron después de la segunda caída representaron el promedio de porcentaje de frutos cuajados.

Para cuantificar las condiciones térmicas que prevalecieron durante la floración, se registró la temperatura con intervalos de 15 minutos, con un termógrafo digital para el huerto “La Palma”, y desde la estación meteorológica de Hijuelas para el huerto “Lo Bello”, de donde se obtuvieron las temperaturas máximas y mínimas para cada zona, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2000.

Se logró determinar que para el período en estudio las temperaturas mínimas generaron condición de estrés en el 100% de los casos (menores a 12°C), para las dos zonas y que las mejores condiciones de temperatura se registraron en noviembre.

En la retención primaria de frutos medidos a mitad de enero del 2001 en la “La Palma” no hubo efecto significativo de los tratamientos, mientras que para el huerto “Lo Bello” el efecto no fue claro. Para la segunda caída, no existió efecto para ninguna de las dos zonas evaluadas. Para porcentaje de cuaja, registrado a mediados de abril, se obtuvo un efecto significativo para los tratamientos en la “La Palma”, no atribuible a los bioestimulantes, mientras para el huerto “Lo Bello” no hubo efecto.

Para el crecimiento del fruto en diámetro ecuatorial analizado en abril para las dos zonas no presentó efecto de los tratamientos, por causa de la varianza. En tanto, el análisis del diámetro polar y ecuatorial hechas en julio, dieron significativo para la Estación Experimental “La Palma” y sólo en el diámetro polar para el huerto “Lo Bello”. Encontrando frutos más grandes en Quillota y más alargados en Hijuelas.

Para los dos Huertos (“La Palma” y “Lo Bello”), que presentaron condición de carga “on”, no hubo efecto de los tratamientos sobre el número de frutos cuajados.

LITERATURA CITADA.

- AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Madrid, España, Mundi-Prensa. 416 p.
- BENDER, G. 1997. Bloom 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.
- BIOIBÉRICA. 2000. Aminoácidos contra el frío. *Empresa y Avance Agrícola* 9(81):6.
- BLUMENFELD, A., GAZIT, S. 1974. Development of seeded and seedless avocado fruits. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 99(5):442-448.
- CASTAÑEDA, A. 2000. Identificación y eficiencia de insectos polinizadores del aguacatero en los Estados de México y Michoacán, México. Tesis Ms. Cs. Montesillo, Texcoco, Estado de México. Instituto de Fitosanidad Especialidad de Entomología y Acarología. 87 p.
- CHALHUB, R. 1998. Efecto del ácido Giberélico en la fenología de la inflorescencia del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Bacon y Edranol. Taller de titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de agronomía. 75 p.
- CRISTOFANNINI, L. 1996. Caracterización de la floración en paltos (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte, Gwen, Whitsell y Esther. Taller de licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 75 p.
- DAG, A., EISENTEIN, D., GAZIT, S. 2000. Effect of temperature regime on pollen and the effective pollination of "Kent" mango in Israel. *Scientia Horticulturae*. 86: 1-11.

- DAVIES, P. 1995. Plant hormones. 2nd. ed. London, Kluwer Academic Publishers. 833 p.
- DEGANI, C., GOLDRING, A., GAZIT, S. and LAVI, V. 1996. Genetic selection during the abscission of Avocado fruitlets. J. Horticultural Science 21: 1187-1188.
- DAVENPORT, T. 1986. Avocado flowering. Horticultural Reviews 8:257-289.
- ESCAICH, J., SOLER, F., JUNCOSA, R. y GOMIS, P. 1991. fructificación en cultivos tratados con aminoácidos de hidrólisis enzimática. Horticultura 67:47-53.
- GALLARDO, N. 1998. Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto *Persea americana* Mill. cv. Hass sobre la cuaja y retención de frutos. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79 p.
- GARCÍA, M. 1996. Caracterización de la floración del 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. 45 p.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- _____. 1997. Implantación de un huerto de paltos. Empresa y Avance Agrícola (tercera parte) 63:19-21.
- _____. 1998. Floración en paltos. Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar, GARDIAZABAL y MAGDHAL 1998. pp. 51-72
- GIL, P. 1999. Desfase en la época de floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, mediante aspersión de sales minerales al follaje. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 82 p.

- HERNÁNDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass, para la zona de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1981. Atlas de la República de Chile. Instituto geográfico militar. 2nd. ed. Santiago, Imprenta Centro Gráfico. 222 p.
- JACKSON, D. 1999. Temperate and subtropical fruit production. 2nd. ed. London, CABI publishing. 332 p.
- JAGANATH, C. and LOVATT, C. 1995. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to “Hass” avocados in California. Proceedings of the Third World Avocado Congress. pp.
- KAISER, C., WOLSTENHOLME, B. N. and LEVIN, J. 1995. Towards improved maturity standards for “Fuerte” avocado (*Persea Americana* Mill.) fruit in cool Subtropical climate. Proceedings of the Third World Avocado Congress. pp.
- LAHAV, E. 2001. Avocado nutrition. (*on line*). <http://www.Subtropicalfruitnews.com>
- LEHNINGER, L. 1978. Bioquímica. 2nd. ed. Barcelona, Ediciones Omega. 1117 p.
- LOVATT, C. 2001. Successful use of foliar applications essential mineral nutrient elements or increase fruit set and yield of citrus and avocado (*on line*). <http://www.Subtropicalfruitnews.com>
- MARTINEZ, A. 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.

- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CAMPO, P., ROVANET, J., SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221 p.
- PAPADEMETRIOU, M. 1976. Porcentaje fruit set in avocados (*Persea americana* Mill.). California Avocado Society Yearbook (59):135-142.
- PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Fuerte, para la zona de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- PROCHILE. 2001. Productos con potencial: paltas, limones, cerezas y arándanos (*on line*). <http://www.prochile.cl>
- ROJAS, B. 1992. Los bioestimulantes: ¿solución a los problemas climáticos?. Empresa y Avance Agrícola 2(4):16-19.
- SAHAR, N. and SPIEGEL-ROY, P. *In vitro* germination avocado pollen. HortScience 19(6):887-888.
- SALAZAR-GARCÍA, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. In: Telíz, D. ed. El aguacate y su manejo integrado. México, Mundi-Prensa. pp.57-83.
- SANTIBÁÑEZ, F., URIBE, J.M. 1990. Atlas agro climático de Chile. Santiago, Universidad de Chile. 65 p.
- _____ and LOVATT, C. 1998. GA3 application alters flowering phenology of the "Hass" avocado. Journal American Society Horticultural Science 123:791-797.
- SEDGLEY, M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flower and fruitlets. Annals of Botany 46: 771-777.
- _____ and ANNELS, 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 temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18: 207-213.
- _____. 1987. Flowering, pollination and fruit – set of avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 10: 42-43.
- SEGURA, J. 2000. Citoquininas. In: Azcón-Bieto, J., Talón, M. eds. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona, España, McGraw – Hill. Pp. 343-360.
- SILVA, M. 1997. Evaluación del efecto de un producto de origen aminoacídico aplicado en floración sobre la cuaja y retención de fruta del palto cultivar Hass, en la zona de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79 p.
- SILVA, H., RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 518 p.
- SMITH, T., STEPHENSON, R. and ASHER, C. Boron nutrition of avocados – Effects on fruit size and diagnosis boron status. *Australian Avocado Grower's Federation, Western Australia*. pp.159-165.
- SOLIS, J., BARRIENTOS, A., PÉREZ, C., RUBÍ, M., MARTINEZ, M.T. y REYES, J. 1996. Efecto de aplicaciones foliares de nitrato de calcio en hoja y mesocarpio de aguacate cv. Hass. Toluca, Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX, S.C. 189 p.
- SUKHVIBUL, N., WHILEY, A.W., SMITH, M. K., HETHERINGTON, S. and VITHANAGE, V. 1999. Effect of temperature on inflorescence and floral development in four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 82: 67-84.
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto. (*Psea americana* Mill), cv Hass, para la zona de Quillota, V región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 82p.

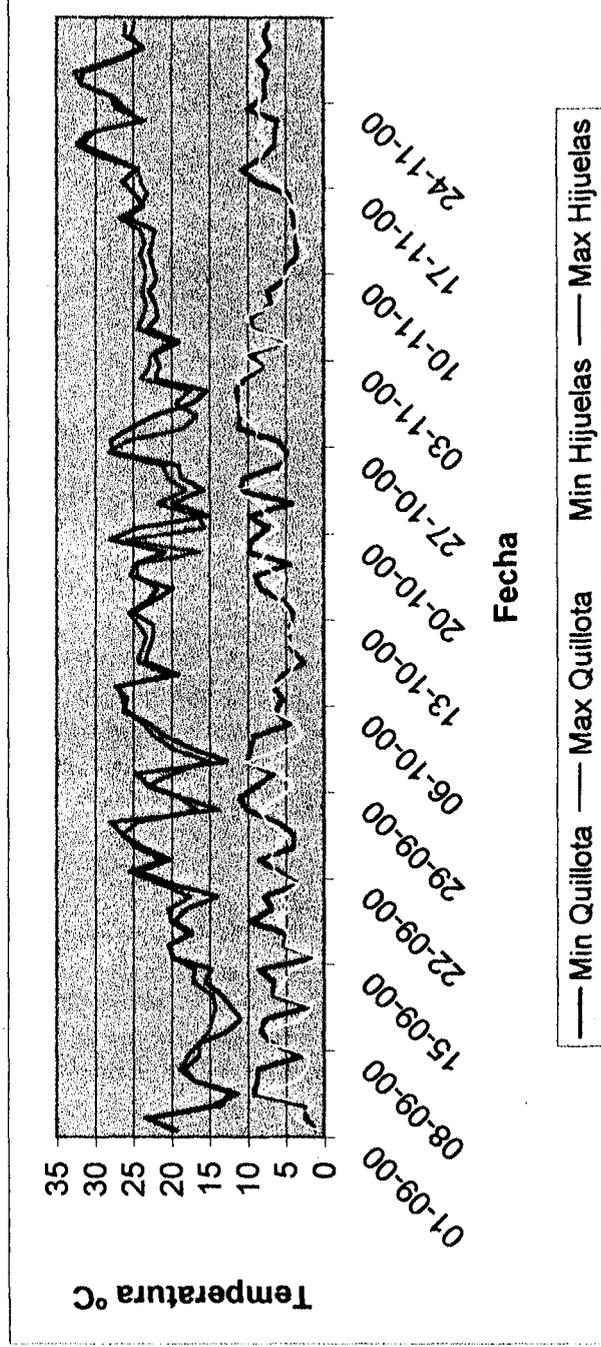
- TADEO, F. 2000. Fisiología de las plantas y el estrés. In: Ascón-Bieto, J., Talón, M. eds. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, España, McGRAW – HILL. 481-498.
- TELÍZ, D., MORA, G., MORALES, L. 2000. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. In: Telíz, D. ed. México, Mundi Prensa. pp.3-16.
- THORP, T. G., ANDERSON, P. and CAMILLERI, M. 1995. Avocado tree growth cycles – a quantitative model. Proceedings of the Third World Avocado Congress. pp.
- WHILEY, A.W. and WHINSTON, E.C. 1987. Effect of temperature at flowering of varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10:45-47.
- WHILEY, A.W. 1990a. 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 de octubre de 1990. pp. E1-E25.
- _____, SARANAH, J.B., WOLSTENHOLME, B. N. and RASMUSEN, T.S. 1990. Use of paclobutrazol sprays at midanthesis for increasing fruit size and yield of avocado (*Persea americana* Mill. Cv. Hass). Journal of Horticultural Science. 66: 593-600.
- _____. 1994. Ecophysiological studies and tree manipulation for maximization of yield potencial in avocado (*Persea Americana* Mill.). PhD. Tesis, University of Natal, South Africa.
- WOLSTENHOLME, B. N. 1986. Energy costs of fruting as a yield-limiting factor with special reference to avocado. Acta Horticulturae 175:121-126.
- _____. and WHILEY, A.W., SARANAH. and J.B. 1990. Manipulating vegetative-reproductive growth in avocado (*Pesea americana* Mill) with paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41:315-327.

_____ and _____. 1995. Prospects for increasing Hass fruit size a southern hemisphere perspective. Australian Avocado Grower's Federation, Western Australia. pp.89-102.

ZILKAH, S., YESELSON, Y., DAVID, I., TAMIR, M. and WINER, L. 1995. Increasing "Hass" avocado fruit size by CPPU and GA application. Proceedings of the Third World Avocado Congress. pp.

ANEXO 1.

Evolución de las temperaturas máximas y mínimas durante el periodo de floración del palto cv. Hass (septiembre a noviembre), en la zona de Quillota.



Anexo 2. Registros de temperatura máximas y mínimas, para Quillota e Hijuelas
(temporada 2000).

Septiembre	Min	Max	Octubre	Min	Max	Noviembre	Min	Max
2000/09/01	1	19,8	2000/10/01	10	15,2	2000/11/01	10,4	23,8
2000/09/02	2,4	22,8	2000/10/02	9,6	19,6	2000/11/02	8	22,8
2000/09/03	2,4	13,4	2000/10/03	9,2	22,2	2000/11/03	9,8	22,6
2000/09/04	9,2	12,4	2000/10/04	4,4	23,6	2000/11/04	4,8	20
2000/09/05	8,8	17	2000/10/05	6,4	25,8	2000/11/05	9,2	24,4
2000/09/06	8,6	19	2000/10/06	5,4	26,4	2000/11/06	9,4	23,6
2000/09/07	3	17,8	2000/10/07	6,6	26,8	2000/11/07	6,8	23,2
2000/09/08	6,8	16,4	2000/10/08	5,4	20,4	2000/11/08	7,4	23,8
2000/09/09	8,2	15	2000/10/09	2,6	24,2	2000/11/09	5	23,4
2000/09/10	7,8	14,6	2000/10/10	4,2	23,8	2000/11/10	4,8	23,4
2000/09/11	2	14,2	2000/10/11	4,6	23,2	2000/11/11	3,4	24
2000/09/12	6,8	14,6	2000/10/12	4,4	24,2	2000/11/12	3,6	23,4
2000/09/13	6,6	17,2	2000/10/13	4	25,6	2000/11/13	3,6	24
2000/09/14	8,4	16,8	2000/10/14	5,4	23,2	2000/11/14	4	26,8
2000/09/15	1	19,6	2000/10/15	8,2	21,8	2000/11/15	4,2	24
2000/09/16	5,2	20,4	2000/10/16	9	24,4	2000/11/16	4,6	23
2000/09/17	5	17,6	2000/10/17	4,4	24,4	2000/11/17	8,8	24
2000/09/18	9,8	20	2000/10/18	9,8	16,2	2000/11/18	10,6	24,2
2000/09/19	6,8	20,4	2000/10/19	9,4	25,8	2000/11/19	8	29,2
2000/09/20	7,8	17,4	2000/10/20	7,2	15,6	2000/11/20	6,4	32,4
2000/09/21	3,4	21,2	2000/10/21	9,8	16,6	2000/11/21	6,4	31
2000/09/22	5,8	25,4	2000/10/22	4,2	21,8	2000/11/22	6	23,4
2000/09/23	8,4	21,4	2000/10/23	11	18	2000/11/23	10	27,2
2000/09/24	4	24,6	2000/10/24	10,4	20,4	2000/11/24	7,6	28
2000/09/25	4	26,4	2000/10/25	5,6	21	2000/11/25	7,8	31,8
2000/09/26	6	24,6	2000/10/26	4,8	28,2	2000/11/26	7,2	32,6
2000/09/27	10	16,6	2000/10/27	6	25,6	2000/11/27	8,6	27,4
2000/09/28	11	18,6	2000/10/28	11,2	18,4	2000/11/28	7	23,8
2000/09/29	8,8	23,2	2000/10/29	11	16,6	2000/11/29	7,8	25,2
2000/09/30	6,6	19,8	2000/10/30	11	19,4	2000/11/30	7,2	24,8
			2000/10/31	11,4	17,4			

Septiembre	Min	Max	Octubre	Min	Max	Noviembre	Min	Max
2000/09/01	0,8	19,2	2000/10/01	10,2	12,7	2000/11/01	11,1	22,0
2000/09/02	3,8	23,4	2000/10/02	5,8	17,2	2000/11/02	8,2	21,5
2000/09/03	1,5	14,7	2000/10/03	2,8	20,7	2000/11/03	10,7	22,2
2000/09/04	8,7	11,3	2000/10/04	3,6	22,8	2000/11/04	4,6	18,9
2000/09/05	3,6	16,9	2000/10/05	6,6	26,2	2000/11/05	9,4	23,0
2000/09/06	2,3	18,3	2000/10/06	6,9	25,7	2000/11/06	10,1	21,7
2000/09/07	2	16,3	2000/10/07	6,7	27,3	2000/11/07	6,3	22,0
2000/09/08	7	16,4	2000/10/08	4,6	19,0	2000/11/08	5,6	22,9
2000/09/09	7,4	12,7	2000/10/09	3,6	23,4	2000/11/09	5,2	21,9
2000/09/10	3,1	10,9	2000/10/10	4	22,9	2000/11/10	4,4	22,4
2000/09/11	1,6	12,2	2000/10/11	4,8	22,3	2000/11/11	1,9	22,8
2000/09/12	6,5	13,5	2000/10/12	4,2	22,3	2000/11/12	3,2	22,4
2000/09/13	5,4	15,6	2000/10/13	4,6	25,0	2000/11/13	3,7	22,1
2000/09/14	4,3	14,7	2000/10/14	5,6	22,4	2000/11/14	3,3	25,8
2000/09/15	0,9	19,7	2000/10/15	7,1	19,8	2000/11/15	4,2	23,6
2000/09/16	5,1	20,3	2000/10/16	5,2	25,3	2000/11/16	5,1	24,8
2000/09/17	4,8	17,2	2000/10/17	8,8	24,6	2000/11/17	6,4	26,4
2000/09/18	6,2	19,6	2000/10/18	7,4	20,7	2000/11/18	8,4	24,4
2000/09/19	4,6	18,1	2000/10/19	8,4	28,0	2000/11/19	8,3	27,9
2000/09/20	5,7	13,9	2000/10/20	5,8	24,3	2000/11/20	7,4	31,6
2000/09/21	3,4	19,8	2000/10/21	7,5	15,0	2000/11/21	8,9	30,4
2000/09/22	6,4	24,2	2000/10/22	8,5	19,9	2000/11/22	7,8	23,9
2000/09/23	7	20,2	2000/10/23	11,5	15,7	2000/11/23	8,8	26,1
2000/09/24	6,2	23,8	2000/10/24	6,3	18,6	2000/11/24	8,2	27,8
2000/09/25	4,8	26,4	2000/10/25	5,4	19,0	2000/11/25	9,7	31,8
2000/09/26	7,4	28,0	2000/10/26	5,3	27,4	2000/11/26	8,7	31,4
2000/09/27	8,5	13,7	2000/10/27	8,8	27,9	2000/11/27	9,6	26,6
2000/09/28	5,9	18,5	2000/10/28	8,8	25,3	2000/11/28	7,6	23,6
2000/09/29	4	23,0	2000/10/29	10,8	22,1	2000/11/29	8,7	26,1
2000/09/30	6	24,5	2000/10/30	11	17,1	2000/11/30	8,7	26,0
			2000/10/31	10,7	15,3			

ANEXO 3. Análisis de varianza para el promedio de flores por panícula al momento de la aplicación.

Estación Experimental “La Palma”, Quillota.

Tratamiento	Promedio de flores por panícula	Diferencias significativas	
T1	80	a	
T2	88	a	d
T3	86	a	d
T4	100	b	
T5	111		c
T6	93	b	d

Huerto “Lo Bello”, Hijuelas.

Tratamiento	Promedio de flores por panícula	Diferencias significativas	
T1	110	a	
T2	117	a	
T3	83	b	
T4	58		c
T5	65		c
T6	56		c