

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE LICENCIATURA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PRODUCTO BIOESTIMULANTE A
BASE DE AMINOÁCIDOS, ÁCIDO GIBERÉLICO Y UNA SOLUCIÓN DE
MACRO Y MICRO ELEMENTOS SOBRE LA CUAJA Y RETENCIÓN
DE FRUTOS DE PALTO (*Persea americana* Mill.) cv. HASS
EN LA ZONA DE QUILLOTA**

ROBERTO CARLOS NICULCAR CERDA

QUILLOTA CHILE

1999

ÍNDICE

- 1.0. INTRODUCCIÓN

- 2.0. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Antecedentes de la especie
 - 2.2. Floración
 - 2.2.2. Grupos florales
 - 2.2.2. Periodo de floración
 - 2.3. Influencia de los factores climáticos
 - 2.3.1. Temperatura
 - 2.3.2. Viento
 - 2.3.3. Humedad atmosférica
 - 2.4. Polinización, fecundación y cuaja
 - 2.5. Contenidos endógenos en la germinación del polen
 - 2.6. Factores endógenos de la cuaja
 - 2.7. Factores que afectan la abscisión de los frutos
 - 2.8. Efectos de la aplicación de microelementos en la cuaja
 - 2.9. Estructura de los aminoácidos
 - 2.10. Absorción de los aminoácidos por los vegetales
 - 2.10.1. Absorción foliar de los aminoácidos
 - 2.10.2. Transporte de los aminoácidos al interior de la planta
 - 2.11. Función bajo estrés ambiental
 - 2.11.1. Función ante el estrés hídrico
 - 2.11.2. Función ante el estrés térmico
 - 2.11.2.1. Efecto del estrés térmico en la producción de polen
 - 2.12. Función de los aminoácidos en la polinización
 - 2.13. Otras funciones de los aminoácidos
 - 2.14. Acido giberélico
 - 2.14.1. Biosíntesis
 - 2.14.2. Modo de acción
 - 2.14.13. Efecto fisiológico de las giberelinas
 - 2.15. Efecto de las aplicaciones del ácido giberélico en palto

- 3.0. MATERIALES Y MÉTODO
 - 3.1. Ubicación
 - 3.2. Definición de la zona de ensayo
 - 3.2.1. Clima
 - 3.2.2. Suelo

- 3.2.3. Agua
- 3.3. Material vegetal
- 3.4. Diseño experimental
 - 4.4.1. Selección del material
 - 3.4.1. Tratamientos
 - 3.4.5. Fecha de aplicación
 - 3.4.6. Producto y dosis utilizada
 - 3.4.7. Forma de aplicación
- 3.5. Evaluación
 - 3.5.1. Evaluación del número de frutos cuajados
 - 3.5.2. Evaluación del número de frutos retenidos

- 4.0. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS
 - 4.1. Análisis de registros térmicos
 - 4.2. Análisis de frutos cuajados
 - 4.3. Análisis de frutos retenidos

- 5.0. CONCLUSIONES

- 6.0. RESUMEN

- 7.0. LITERATURA CITADA

- 8.0. ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto presenta muchos problemas de producción que generalmente se aprecian a nivel de polinización, producciones bianuales y fuertes caídas de frutos, razón por la cual es necesario buscar alternativas que permitan mejorarlos obteniendo una mayor cantidad de frutos de buena calidad que lleguen a la cosecha.

La zona de Quillota presenta una baja cantidad de días con temperaturas correspondientes al óptimo de la especie para el proceso de cuajado de los frutos de palto Hass durante toda su floración (CAUTÍN, 1998)*, y ésta se extiende por tres meses, por lo cual el proceso de cuaja es disminuido y así la producción total de la especie. Las temperaturas inferiores al óptimo en la floración se traducen en una disminución de la viabilidad del óvulo y un incremento del tiempo necesario para que el tubo polínico llegue desde el estigma hasta el óvulo (BENDER, 1996).

Por otro lado, la superficie total del cultivo corresponde a 16.919,4 ha plantadas actualmente, pero existen numerosos proyectos de plantación de este cultivo en zonas con mejores condiciones de temperatura que duplicarían esta cifra, lo cual se traduciría en ventajas comparativas de producción con respecto a zona de Quillota lo que limitaría aún más su rentabilidad (CAUTIN, 1998)*.

CAUTÍN, R. Ing. Agr. 1998. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

Por otro lado la floración y cuaja del palto Hass ocurre en un período en que existe una baja actividad radical, una tasa transpiratoria disminuida, un nivel de fotosíntesis bajo y al mismo tiempo en que se desarrollan los brotes, lo cual se traduce en una competencia por agua y sales minerales que reducen marcadamente la cuaja y la producción total del cultivo (SALAZAR y LOVATT, 1997).

Por estas razones es necesario buscar alternativas enfocadas a nuevos manejos de producción que permitan un aumento de la cuaja y retención de en para las zonas que no presenten las condiciones óptimas de temperatura para la producción de este cultivo de modo de aspirar así a mejores rentabilidades.

El objetivo general de este estudio es cuantificar el efecto que produce sobre la cuaja y retención de frutos distintos aportes al tejido floral en condiciones climáticas limitantes para la floración del palto Hass en tres fechas y sobre tres estados de floración.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

Determinar el efecto que tiene sobre la cuaja y retención de frutos la aplicación del producto compuesto en base a aminoácidos y macro-micro elementos (comercialmente distribuido como Frutaliv) durante la floración del palto cv. Hass en la zona de Quillota.

Determinar el efecto que tiene sobre la cuaja y retención de frutos la aplicación de una solución a base de macro y micro elementos (los mismos que presenta el producto comercial Frutaliv), aplicados durante la floración del palto cv. Hass en la zona de Quillota.

Determinar el efecto que tiene sobre la cuaja y retención de frutos la aplicación de ácido giberélico, aplicado durante la floración del palto cv. Hass en la zona de

Quillota.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la especie:

El palto (*Persa americana* Mill), según su zona de origen, se agrupa en tres razas o variedades botánicas, que corresponden a: mexicanas, guatemaltecas y antillanas, encontrándose además híbridos entre razas. En Chile se cultivan variedades mexicanas, guatemaltecas e híbridos de ambas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.2. Floración:

El palto produce un gran número de flores de las cuales sólo una pequeña cantidad cuaja y llega a fruta madura, presentando un grado de abscisión de frutos bastante grande, reportando árboles de 20 años de edad sobre 1,6 millones de flores, con una cuaja que varía entre 0,001 a 0,23% (SEDGLEY, 1980). A pesar de ser relativamente pequeño el porcentaje de flores necesario que cuaja para obtener una elevada producción, en muchos casos no se logra una cuaja mínima (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Los paltos son muy poco eficientes en cuanto a la cuaja, ya que en otras especies cuaja una flor cada 6 o 10, como ocurre en duraznero, peral o manzano, es decir, cuaja entre un 10 a 15% de las flores. En un palto, una buena producción se obtiene cuando cuaja una flor de cada mil que abren, siendo por ello necesario que produzca una mayor cantidad de flores para originar una cosecha adecuada (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimo de racimos que puede ser axilar o terminal; se estima un número aproximado de 200 flores por panícula). El palto produce o tiende a producir naturalmente la floración y fructificación en una forma alejada del eje, generalmente en el sistema de ramas más alta. La floración es típicamente lateral, siendo la yema terminal la que se desarrolla vegetativamente (RODRÍGUEZ, 1982).

La inflorescencia termina normalmente en una yema vegetativa, la cual, salvo que el brote sea muy débil o que el árbol se haya debilitado después de la floración, empezará a crecer emitiendo hojas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Las flores son completas o perfectas, es decir, poseen androceo, gineceo, cáliz y corola; son pequeñas, miden 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están completamente abiertas, de color verde amarillento y densamente pubescentes. El ovario de la flor es supero y normalmente en su interior se desarrolla un único óvulo blanco, y pubescente. El gineceo consta de un carpelo simple, presentando un estilo delgado y un estigma lobulado (BERGH, 1969).

Las yemas florales del palto generalmente son mixtas y contienen primordios florales latentes y un ápice vegetativo terminal. Estas yemas florales se denominan indeterminadas. Ocasionalmente se han encontrado tipos de brote que terminan con el crecimiento reproductivo, a este tipo de inflorescencia se les denomina determinadas (SCHROEDER, 1944).

Si se produce un daño en las yemas por acción de una helada o se cortan las flores apicales en otoño, puede emitir flores, pero si ya ha emitido flores en la punta, no va a emitirlas en las yemas de más abajo de la inflorescencia, porque no las necesita. El árbol al parecer regula su carga por este medio, debido a que el proceso diferenciativo es de alto costo energético (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Cuando culmina el proceso de la floración, ya se ha producido fecundación y las primeras divisiones celulares del embrión que le siguen. En este momento el fruto alcanza el estado fenológico de cuajado, de allí en adelante comienza el proceso de desarrollo de fruto, el cual culmina con la madurez final del mismo que tiene un tiempo variable (RODRÍGUEZ, 1982)

Luego de cuajado el fruto, el delicado tejido embrional es fácilmente dañado y puede ser afectado por condiciones ambientales desfavorables de bajas o altas temperaturas, desecación o deficiencias nutricionales que lo desintegrarán o lo harán abortar. Tal reacción probablemente causará que el pequeño fruto caiga o en algunos casos puede resultar en el subsecuente desarrollo de frutos sin semilla (SCHROEDER, 1944).

2.2.1. Grupos florales

Las flores del palto poseen una marcada dicogamia, es decir, las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a destiempo, madurando el pistilo antes que los estambres, comportamiento conocido como protoginia. Este comportamiento, bajo condiciones ideales, es sincronizado en todas aquellas flores que abren en un mismo árbol y en un mismo cultivar. La sincronización es diurna para cada árbol (BERGH, 1969). En general esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios, es decir, de cierta forma la planta trata de que no cuaje la flor de su mismo polen y por eso es que supera la madurez del estambre a la del pistilo (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Cuando una flor abre, inicialmente el estigma está receptivo y las anteras no están dehiscentes. Después de permanecer abiertas por varias horas, las flores cierran y vuelven a abrir al día siguiente, esta vez, el estigma está seco y no receptivo, pero las anteras están maduras. Este comportamiento es idealmente sincronizado entre

todas las flores de un mismo árbol y de un mismo cultivar (VRECENAR *et al*, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

Las distintas variedades de palto pueden ser clasificadas en dos grupos, A y B, según sus momentos de apertura foral. Esta sincronización de estados femenino y masculino permite que ocurra polinización cruzada (BERGH, 1969).

En las variedades tipo A las flores abren primero al estado femenino durante la mañana, actuando exclusivamente como hembras, con el estigma receptivo y las anteras sin producir polen. El pistilo está erecto y sobresaliente y el estigma está brillante, blanco y receptivo en apariencia. Luego cierran completamente y vuelven a abrir al estado masculino en la tarde del día siguiente (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

En los cultivares tipo B las flores abren primero en el estado femenino en la tarde, estando su estigma receptivo, pero las anteras no producen polen. La polinización es posible con polen de cultivares A. Luego cierran al final de la tarde y reabren en el estado masculino en la mañana siguiente, actuando solamente como dador de polen, ya que el estigma no está receptivo (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991; STOUT, 1923).

Dentro de esta clasificación en variedades tipo A y B, los cultivares Bacon, Edranol y Zutano, pertenecen al grupo B, mientras que los cultivares Hass y Rincón pertenecen al grupo A (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

La floración es el mayor evento fisiológico en el ciclo de crecimiento del palto, donde las flores representan el 8% del peso seco anual. Las estructuras florales contribuyen significativamente a la pérdida de agua a través de las caras epidemiales de la panícula durante la floración. Estos órganos poseen estructuras anatómicas que limitan la pérdida de agua, por lo cual nunca tienen grandes déficits

hídricos como las hojas durante períodos de demanda transpiratoria moderada, pero cuando hay un estrés de humedad fuerte, los daños a los órganos florales son irreversibles (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

Alrededor de un 13% de la transpiración total de pérdida de agua desde la canopia del árbol podría ser atribuida a los órganos florales (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

Las hojas maduras tienen epicuticularmente una capa de cera en la cara adaxial, y también en la cara abaxial, en donde se ubican los estomas. Los estomas también están localizados en la cara abaxial de flores, pétalos y sépalos. Por otro lado todas estas estructuras son densamente pubescentes aumentando la conservación del agua (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

2.2.2. Período de floración

La floración ocurre en primavera a partir de las yemas provenientes del crecimiento de la primavera o verano anterior. La duración de la floración varía entre cultivares desde uno a ocho meses, pero en la mayoría de las variedades tiene una extensión de dos a tres meses. La larga floración se debe a que el período de inducción que ocurre durante el otoño dura de dos a tres meses (WOLSTENHOLME, 1990)

La duración de la floración está sincronizada por fuertes señales climáticas, especialmente frío durante la etapa de inducción, pero también temperaturas cálidas durante la brotación de yema y fase de desarrollo de la inflorescencia. No obstante, si no hay un accidente climático, el palto emite flores en un período que dura entre tres a cuatro meses, según el cultivar. Así, las variedades mexicanas producen un mayor número de flores más temprano y las variedades guatemaltecas como Hass, lo hacen hacia el final de la temporada (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.3. Influencia de factores climático:

2.3.1. Temperatura:

Cuando a la apertura floral le precede un día frío, con alta humedad por la noche, y si estas condiciones se mantienen durante la apertura, se produce una completa inversión del ciclo normal de apertura en cultivares tipo A, es decir, la liberación del polen ocurre en la mañana y los órganos femeninos están receptivos en la tarde. En cambio, bajo condiciones ambientales similares, en cultivares tipo B las flores no abren completamente y puede ocurrir una completa omisión del estado femenino (SEDGLEY, 1977).

Se ha demostrado que bajas temperaturas durante la floración han coincidido con una pobre cuaja, lo que puede resultar en una alta producción al año siguiente entrando en un ciclo de alternancia de producción (SEDGLEY, 1977). Se ha visto además una prolongación del ciclo floral a más del doble de lo normal, ocurriendo muchas veces la antesis durante la noche. Esto puede reducir la polinización y la cuaja, ya que los insectos polinizantes no están activos durante la noche (SEDGLEY, 1987).

Altas temperaturas pueden detener el crecimiento del tubo polínico mientras crece para llegar al óvulo, causar el aborto de éste o detener el desarrollo del embrión. Sin embargo, las bajas temperaturas durante la floración hacen decrecer la viabilidad del óvulo e incrementan el período que le toma al tubo polínico llegar hasta el óvulo desde el estigma. Una aplicación en verano de nitrógeno foliar aumenta la viabilidad del óvulo y aplicaciones foliares de boro mejoran la germinación y crecimiento del tubo polínico (BENDER, 1997).

Las temperaturas cálidas durante la floración incrementan la longevidad del óvulo y acelera el crecimiento del tubo polínico, incrementando el período efectivo de polinización y la cuaja (LOVATT, 1994).

El comportamiento floral del cultivar Hass es influenciado por el régimen térmico presente en la floración, de hecho, la dicogamia es afectada por la temperatura, observándose alta correlación entre la temperatura y la apertura de flores (BRINGHURTST, 1952).

La dicogamia es menos sensible con temperaturas que varían entre 12- 17°C y 28- 33°C entre la noche y el día, respectivamente (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991). Los mismos autores, señalan que para las condiciones locales las temperaturas diurnas de 23 a 27°C y temperaturas nocturnas superiores a 10°C favorecen una óptima floración y cuaja para el cultivar Fuerte.

SEDGLEY y GRANT (1983) definen como la temperatura diurna ideal para la floración, polinización y cuaja del palto en cultivares tipo "B" (Fuerte), como 25°C durante el día y 20 °C durante la noche; con estas temperaturas se asegura un traslape de los estados femeninos y masculinos.

Por otro lado, WHILEY y WINSTON (1987) determinaron que la autopolinización en Fuerte puede ocurrir cuando las temperaturas son de 25 °C en el día y hasta 10°C en la noche. Los cultivares tipo A se adaptan a una máxima diaria de 20°C y una mínima nocturna de 10°C, sin interrupción del ciclo floral (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

SEDGLEY (1977) señala que el efecto de las temperaturas en la velocidad de desarrollo del tubo polínico de los granos de polen del cultivar "Fuerte", expuestos a temperaturas de desarrollo durante floración y períodos posteriores de 17°C en el día y 12°C en la noche, el desarrollo del tubo polínico aparentemente es normal pero raramente alcanzó la base del estigma. Este efecto fue más bien de la temperatura, pues al cambiar estas plantas con flores polinizadas a temperaturas de 25/20°C estos desarrollos fueron incluso adelantados.

El factor climático térmico afecta a los procesos de polinización y fertilización en una serie de formas. Bajas y altas temperaturas afectan negativamente al desarrollo del polen. Para los frutales sub tropicales el período de meiosis del estado pre vacuolar del desarrollo del polen es el más sensible a la temperatura. Las Temperaturas bajo los 15°C o sobre los 33°C reducen la viabilidad del polen. Las temperaturas nocturnas inferiores a los 10°C reducen la germinación del polen en más de un 50%. Con temperaturas entre 12 y 17°C sólo un pequeño porcentaje de flores abren en el estado femenino, con sus estigmas receptivos, la mayoría abre sólo como estado masculino. Cuando las flores están abriendo al estado femenino están activas sólo en un período de pocas horas, durante el cual ocurre el proceso de polinización. Las bajas temperaturas, acompañadas por neblina, rocío o lluvia, reduce dramáticamente la actividad, comprometiendo la polinización. En adición a esto, con estas temperaturas el crecimiento del tubo polínico cesa antes de llegar al óvulo y el proceso de fertilización no ocurre (SALAZAR y LOVATT, 1997).

2.3.2. Viento:

Los vientos superiores a los 10 km/hr limitan el vuelo de las abejas e influyen negativamente en la fecundación al ser deshidratantes (RODRIGEZ, 1982). Además, si los vientos son fríos pueden reducir el crecimiento del tubo polínico (BECKEY, 1989). Los vientos fríos costeros pueden producir pequeñas variaciones de temperatura a nivel de huerto que determinan que cuando éstos no están protegidos las flores no cuajen y haya muy poca fruta (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991)

BECKEY (1989) señala que el movimiento primario del polen es por las abejas más que por el viento, ya que el polen de las flores de palto es pesado y pegajoso y no es transportado rápidamente en el aire.

2.3.3. Humedad atmosférica

Existe una relación entre la humedad, dehiscencia de las anteras y la liberación de los granos de polen. De esta forma cuando la humedad relativa del aire cae por debajo del 50%, comienza a producirse un progresivo decaimiento de los líquidos del estigma y la germinación de los granos de polen llega a ser problemática o totalmente imposible (CALÍBRESE, 1992).

Existe una correlación entre la deposición del polen y las condiciones de humedad, lo que se explica principalmente por la capacidad secante del aire. De esta forma, la superficie estigmática se mantiene blanca durante la primera y segunda apertura, cuando la humedad relativa se mantiene alta (80 a 95%) y con vientos ligeros (<14,4 km/hr). Los estigmas pueden secarse rápidamente durante la segunda apertura floral, e incluso durante la primera, cuando frentes fríos presentan humedades relativas en el rango de 40 a 75% y/o con días ventosos (>25,2km/hr) (DAVENPORT, 1989).

LOUPASSAKI, VASILAKAKIS y ANDROULAKIS (1997) señala que para las mayoría de las variedades de palto, la temperatura óptima para la germinación de granos de polen ocurre a los 25 ° C, sin embargo, existe una relación entre la temperatura y la humedad relativa presente. De esta forma, granos de polen del cultivar Fuerte, sometidos a 30° C y a una Humedad relativa del 5%, disminuye marcadamente la germinación del polen, pero al ser sometidos a la misma temperatura, pero con una humedad relativa del 40 % por una hora, la germinación se reduce marcadamente en comparación al polen mantenido en un ambiente saturado donde éste no fue afectado por las primeras 24 horas.

2.4. Polinización, fecundación y cuaja:

La polinización es definida como la llegada del polen al estigma del pistilo. Bajo condiciones óptimas el estigma está en un estado receptivo y germina el polen, con

lo que ocurre un crecimiento del tubo polínico a través del estigma, estilo y ovario que contiene las células huevo. El tubo polínico entrega el esperma a la célula huevo. La fusión del esperma y la célula huevo se denomina fertilización. El producto de esta fertilización es el embrión, el cual se desarrolla dentro del óvulo. Después de la fertilización el óvulo se desarrolla dentro de la semilla, desarrollándose el fruto (SALAZAR y LOVATT, 1997).

No todos los granos de polen que germinan en el estigma de las flores de palto logran que sus tubos polínicos lleguen al ovario (PAPADEMETRIU, 1975). El crecimiento del tubo polínico en el pistilo es altamente competitivo y sólo uno o dos tubos polínicos alcanzan normalmente el ovario, aunque muchos granos de polen pueden germinar en el estigma. La selección toma lugar en la mitad superior del estilo (SEDGLEY, 1976).

Generalmente menos del 2 % de las flores son polinizadas durante la primera apertura floral en la mayoría de los cultivares de palto. Muchas de las flores reciben 15 veces más polen durante la segunda apertura floral, siendo la misma flor, por lo general, la fuente de este polen. Lo anterior sugiere que la autopolinización es un mecanismo importante en la cuaja durante la segunda apertura floral (DAVEMPORT, 1989).

La polinización estimula al ovario a iniciar el desarrollo del fruto, pero esta estimulación se agota en un par de semanas y el fruto es abscisionado si la fecundación no es efectiva. (SEDGLEY, 1977).

Recientemente se ha demostrado que la polinización incrementa los niveles de giberelina en los ovarios en desarrollo de variedades de citrus con semillas (BEN y CHEICK *et al.*, 1997, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997). Un estudio similar en palto podría identificar la complementación de hormonas endógenas necesarias para sostener el estímulo partenocárpico. La cuaja más exitosa ocurre con temperaturas entre 20 a 25°C. A estas temperaturas, la apertura de flores en

estado masculino y femenino se traslapan por algunas horas. Con temperaturas sobre los 28°C la abscisión de yemas florales individuales y flores es acelerada, inflorescencias enteras abscisionan antes que las flores abran (SEDGLEY, 1977).

Las temperaturas prevalecientes durante floración afectan la viabilidad de la célula huevo y óvulo, como también la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico; todo esto influencia la cuaja del palto (SEDGLEY, 1977). Temperaturas frías durante el período de floración disminuye la viabilidad del óvulo e incrementa el lapso de tiempo que le toma al crecimiento del tubo polínico para llegar del estigma al óvulo. Así, la duración del período efectivo de polinización es significativamente acortado y la cuaja es disminuida. Las temperaturas cálidas durante la floración incrementan a la vez la longevidad el óvulo y la tasa de crecimiento del tubo polínico, con lo que el período efectivo de polinización y la cuaja aumentan (SALAZAR y LOVATT, 1997).

Según SEDGLEY y ANNELS (1981) al exponer el desarrollo del tubo polínico y la penetración del óvulo a tres regímenes térmicos, 33/28°C , 25/20°C y 17/12°C día y noche respectivamente, en palto cv. "Hass", los resultados mostraron que en todas las temperaturas el desarrollo del tubo polínico y la penetración del óvulo ocurrió, siendo más rápido con temperaturas de 33/28°C, alcanzando un 74% de penetración de los óvulos, pero los pistilos presentan a esta temperatura pérdida de la habilidad de soporte del desarrollo del tubo polínico al transcurrir la segunda semana de exposición. Para temperaturas de 25/20°C el porcentaje de penetración alcanzó un 95% y en condiciones de 17/12°C éste alcanzó a 32 %. Una menor proporción de óvulos con 17/12°C tuvo una penetración al saco embrionario por el tubo polínico, sin embargo, no detectaron una diferencia en el desarrollo de éste desde el inicio al final del período "peak" de floración al exponer a ambas temperaturas (17/12°C y 25/20°C). La mejor temperatura para el crecimiento del tubo polínico y desarrollo embrionario fue con 25/20 °C de temperatura de exposición (SEDGLEY y ANNELS, 1981).

Posterior a la cuaja, el delicado tejido embrional es muy susceptible a cualquier tipo de daño, siendo afectado por condiciones ambientales desfavorables de bajas o altas temperaturas, desecación o deficiencias nutricionales que lo desintegrarán o le harán abortar. Tal reacción probablemente causará que el pequeño fruto caiga o, en algunos casos, pueda resultar en el subsecuente desarrollo de frutos sin semilla (SCHROEDER, 1954).

El estado nutricional influye también en el período efectivo de polinización en palto. La aplicación de nitrógeno a la canopia en el estado de prefloración, como urea con un bajo porcentaje de Biuret durante el estado de la inflorescencia de preflor, incrementó significativamente el número de óvulos viables, el número de tubos polínicos que llegaron hasta el óvulo y la producción (JAGANATH y LOVATT, 1995).

2.5. Contenidos endógenos en el polen durante la germinación:

La aplicación de reguladores de crecimiento y nutrientes han sido probados en la germinación del polen en palma datilera (*Phoenix dactilífera*). El ácido giberélico incrementó el porcentaje de germinación como en la elongación del tubo con un máximo efecto usando una dosis de 100 ppm. (OSMAN, ALTAHIR y FARAH, 1983).

El ácido. Bórico y el ácido giberélico no producen efectos negativos en los granos de polen ni en el crecimiento del tubo polínico. Estos reguladores son constituyentes normales en el crecimiento del tubo polínico, sin embargo, el AIA en concentraciones de 5 ppm causa daños en la germinación y crecimiento del tubo polínico, a diferencia del ácido giberélico que no tiene efectos negativos en la germinación del polen (OSMAN, ALTAHIR y FARAH, 1983).

Los granos de polen son mayormente esféricos y su cara es rugosa dependiendo del cultivar. Son binucleados y presentan un diámetro que puede variar entre las 25

y 72 Milimicras. Generalmente el porcentaje de granos fértiles es mayor al de granos infértiles y existe una correlación positiva entre el tamaño del grano de polen y la fertilidad y, por ende, la producción de cada cultivar (INQUE, TAKAHASHI y SHIRATO, 1992).

Las flores de las inflorescencias determinadas poseen grandes concentraciones de ABA y giberelinas, pero bajos niveles de zeatinribosido (citoquinina), y flores de inflorescencias indeterminadas poseen niveles altos de citoquininas y ABA. Se estima que las flores son un sink más fuerte que las hojas de la zeatinribosido, y las flores dentro de una inflorescencia no compiten entre ellas. El movimiento total de zeatinribosa dentro de cada inflorescencia se incrementa en una forma aditiva con cada flor adicional de la inflorescencia sobre un umbral de 7,5 flores por inflorescencia. El contenido de AIA disponible para el desarrollo del fruto de palto puede ser un factor limitante en el crecimiento y en la habilidad para cuajar. Es conocido que el AIA no es transportado dentro del desarrollo del fruto y es transportado por una ruta basipetala. Así el AIA presente en el fruto es sintetizado *in situ*. El triptófano es el precursor del AIA, siendo transformado en AIA dentro de las hojas y transportado apicalmente hacia el final del crecimiento del brote fruto y nuevas hojas (LOVATT, BERTLING y BLANKE, 1995).

Una degradación anormal del almidón en granos de polen de arroz ocurre después de un tratamiento con frío, en floración produce esterilidad en los granos de polen, lo que se relaciona con los niveles endógenos de giberelinas anormales (YAMAZAKI, KOSHIOKA y YOSHIDA, 1997).

Los niveles endógenos de giberelinas en las anteras de arroz normal se incrementaron marcadamente en la antesis. Para evaluar la posibilidad de que la disminución de los niveles endógenos de giberelinas por bajas temperaturas se midió la actividad de las giberelinas y ABA en panículas enfriadas en diferentes estados de desarrollo. La actividad de las giberelinas en las panículas normales en la etapa posterior a de la antesis fue doce veces mayor que dos días antes de la

antes. En el caso de las panículas estériles el incremento en la actividad de las giberelinas después de la antesis fue cuatro veces más grande que dos días antes de la antesis y 30% de éstas en las panículas normales. No hubo diferencia significativa de los niveles de ABA entre las panículas normales y las estériles. Estos resultados sugieren que hay un rápido incremento en la actividad de la giberelina justo después de la antesis y es necesario para asegurar la polinización del arroz (YAMAZAKI, KOSHIOKA y YOSHIDA, 1997).

2.6. Factores endógenos en la cuaja:

Estudios en cuaja de cítricos han demostrado que la cuaja es favorecida por promotores endógenos del crecimiento (giberelinas y/o citoquininas) e inhibida por reguladores endógenos (ABA). Esta hipótesis comienza a aparecer con bases en palto. Esta hipótesis ha comenzado a ratificarse en palto Hass en California, donde se confirmó que las inflorescencias determinadas cuajaron tres veces más que las inflorescencias indeterminadas (LOVATT, BERTLING y BLANKE, 1995). Durante la cuaja, frutos de inflorescencias determinadas presentan niveles endógenos más altos de giberelinas y ABA que frutos producidos de inflorescencias indeterminadas (LOVATT, BERTLING y BLANKE, 1995).

DAVENPORT, SCHAFFER y FINAZZO, (1994) evaluaron la competencia por fotoasimilados entre el desarrollo de la inflorescencia, cuaja y crecimiento vegetativo en palto, examinando la distribución de fotoasimilados antes, durante y después de floración y cuaja, y la transición de sink a fuente de desarrollo vegetativo del brote. Sus resultados señalan que la translocación de los asimilados es dependiente de la masa de tejido más que del tipo de órgano. La floración y el crecimiento del fruto no demostraron ser grandes sink tanto como las hojas no autotróficas.

La recepción de los asimilados está filotácticamente alineados con las fuentes de las hojas. Los fotoasimilados nunca fueron limitantes, aunque la floración y caída

de frutos cuajados ocurre por un tiempo largo después de este periodo de competencia. La disposición de carbohidratos fue suficiente para soportar el crecimiento del fruto y hojas durante las primeras etapas del desarrollo reproductivo y esto no fue limitante para el crecimiento del fruto o estimulación de su abscisión (DAVENPORT, SCHAFFER y FINAZZO, 1994).

El desarrollo de flores y la acumulación de nitrógeno en la hoja ocurre más tarde en el otoño que en los brotes del verano, pero el peso seco y fresco, contenidos de almidón en la madera, estado floral de la antesis y fecha de la antesis son similares. Lo anterior sugiere que el nitrógeno y almidón están presentes en exceso en el desarrollo de las flores y que la edad del brote no influye en la habilidad de un brote para florecer y para cuajar fruta y para que tenga el suficiente vigor para una nueva brotación en primavera (THORP, ASPINALL y SEDGLEY, 1993).

2.7. Factores que afecta la abscisión de frutos:

La abscisión de fruta normal durante el período de caída temprana es un factor crítico en la producción del palto. Los estudios se han concentrado en la competencia entre fruto joven y el crecimiento del brote vegetativo durante el período crítico para la retención y producción. KALMAR y LAHAV (1976), citados por SALAZAR y LOVATT (1997), fueron los primeros en sugerir que aplicaciones de nutrientes minerales podrían estimular el crecimiento del brote vegetativo durante el período crítico de retención, incrementando así la caída de frutos y por ende una mayor pérdida en la producción.

ZILKAH, KLEIN y FEIGENBAUM, (1987) analizaron la translocación de urea a sink vegetativos y reproductivos de palto, aplicados foliarmente a sus inflorescencias en las primeras etapas de la cuaja de los frutos de palto cv. Fuerte. Sus resultados indican que una aplicación de urea al 2% incrementó el número y el peso seco total de la inflorescencia terminal por brote y que la concentración de nitrógeno marcado en la inflorescencia se incrementa proporcionalmente a la concentración de urea

aplicada a la superficie de las hojas. El contenido de nitrógeno translocado no fue afectado por la proximidad a la hoja fuente de la inflorescencia terminal. El nitrógeno translocado al fruto y a los nuevos brotes vegetativos fue similar. Al remover el sink vegetativo se reduce el flujo a los tejidos reproductivos e incrementando la cuaja inicial del fruto en un factor de 1,7 a 2,1 en los brotes tratados y no tratados con urea, respectivamente, lo que indicaría que el crecimiento del brote no es limitante en la cuaja del palto por competencia de nitrógeno.

La fruta del palto Hass que proviene de una polinización cruzada con variedades que presentaran flores tipo B disminuye la caída de frutos, en cambio, la fruta de Hass que es polinizada con polen de Hass, aparentemente sufre una mayor caída natural (BENDER, 1996).

ROBBERTSE *et al*, (1995), señala que para asegurar una buena cuaja en Hass es necesario el uso de polinizaste con floración tipo B, debido a que el polen de Hass no asegura una buena retención de frutos en plantaciones compactas.

La aplicación in vivo de ABA reduce el crecimiento del fruto e incrementa la abscisión de éste, sin embargo, un co-tratamiento con isopentyladenina revirtió los efectos. A su vez, aplicaciones en agosto con giberelinas incrementó la producción y el tamaño del fruto en Hass (SALAZAR y LOVATT, 1997). En algún grado la caída temprana de frutos resulta de condiciones externas tales como altas temperaturas o períodos pasajeros de déficit hídrico. De esta forma los altos niveles de etileno y ABA aumentan la caída de frutos, y a su vez niveles altos de citoquininas y giberelinas aumentan la retención de los mismos (SALAZAR y LOVATT, 1997).

La selección genética podría ser un importante factor en la abscisión de frutos pequeños de palto, por lo que no se puede asumir que el porcentaje de híbridos en frutos pequeños de un mes de edad refleja el rango de polinización cruzada (DEGANI *et al*, 1986).

Sobre el 90% de las flores y frutos pequeños que abscisionan durante la primera semana seguida del término de la floración no son fertilizados. La mayoría de las flores cae dentro del mes siguiente de la antesis (SEDGLEY, 1980), siendo en su mayoría fruta proveniente de flores no fertilizadas (SEDGLEY, 1987), lo cual puede sugerir polinización inadecuada y falta de fertilización. Todos los frutos pequeños abscisionados durante la cuarta semana seguida del término de la floración habían sido fertilizados (SEGDLEY, 1980), sin embargo, un mes después de la antesis, toda la fruta que cayó estaba fertilizada y tenía un desarrollo de embrión y endoesperma normal (SEDGLEY, 1987).

La abscisión selectiva de frutos pequeños puede ser afectada por factores tales como selección genética, sensibilidad o factores ambientales del huerto, y la habilidad para competir con el crecimiento vegetativo y con los frutos pequeños vecinos. Si bien no se distingue una razón anatómica para el alto rango de fruta que abscisiona tempranamente, puede sugerirse que efectos de competencia pueden ser responsables de esta. Hay competencia no sólo entre frutos en desarrollo, sino también entre los frutos y los "flush" de crecimiento vegetativo (SEDGLEY, 1987).

Los frutos que caen presentan normalmente un oscurecimiento de la cubierta seminal, aunque existen frutos que aún presentando esta anomalía persisten hasta la cosecha. Estos frutos generalmente tienen semilla pequeña y en su curva de crecimiento se observa una disminución en el ancho desde dos a tres meses antes de la cosecha (SEDGLEY, 1987).

Cuando la competencia fue demostrada como un factor que influye la caída de fruto en diferentes cultivos, el nivel de carbohidratos es asumido como la causa. Para el palto este argumento se basa en que la producción ha sido correlacionada con el nivel de carbohidratos (SCHOLEFIELD *et al.*, 1985; WOSTENHOLME *et al.*, 1988; WHYLEY, 1994, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

Durante este período crítico de retención y caída de frutos, se presentan las

siguientes características: competencia entre el fruto joven y el crecimiento vegetativo, sensibilidad a temperaturas extremas y déficit por falta de agua (SALAZAR y LOVATT, 1997).

2.8. Efectos de la aplicación de microelementos en la cuaja:

SAMAR y SPIEGEL-ROY (1984) logran establecer un medio de germinación para el polen de palto en condiciones *in vitro*. Sus resultados indican que no es posible obtener la germinación del polen cuando sólo se utiliza sucrosa y agar en el medio de cultivo. Para que exista germinación el medio debe tener entre sus ingredientes nitrato de calcio, sulfato de magnesio, nitrato de potasio y ácido bórico.

Los micronutrientes tienen funciones específicas en el metabolismo de los árboles y cuando disminuye o se ve afectada la absorción o translocación de determinado nutriente, se perturba la función metabólica (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

Más de un 50% del boro (B) total de las plantas se acumula en la pared celular, estabilizando sus cadenas de celulosa. El B afectaría la permeabilidad de las membranas y la migración de azúcares y otros solutos. El B tendría una influencia sobre las auxinas y sobre los ácidos nucleicos en la central de información para los sistemas de crecimiento y diferenciación celular (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

Se ha establecido que el B es absorbido por el tubo polínico a medida que éste crece a través del tejido del estigma y en algunos casos la germinación del grano de polen depende de la presencia de boro en el estigma (BRU y DE TORRES, 1992).

El boro influye en el período de polinización efectiva. Está bien documentado que el boro es esencial para la germinación del polen, para el óptimo crecimiento del tubo polínico en el estigma, estilo y ovario hasta el óvulo y para las divisiones mitóticas necesarias para producir el esperma y el huevo (LOVATT y DUGGER, 1984, citados

por SALAZAR y LOVATT, 1997).

En especies frutales no deficientes en boro aplicaciones foliares proveen un incremento en la cuaja y producción, especialmente cuando existen bajas temperaturas, días nublados o el tiempo de lluvia prevalece durante el proceso de floración (CALLAN *et al*, 1978; HANSON y BREEN, 1985, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

Las aplicaciones de boro son menos apreciables cuando las condiciones son óptimas para la cuaja. Por esto, ha sido considerable el interés por el uso de una fertilización con boro para aumentar la cuaja en palto. ROBBERTSE *et al* (1990), citados por SALAZAR y LOVATT (1997), demostró que cuando se recolectaron pistilos desde paltos que recibieron una aplicación foliar, donde fueron polinizadas con polen de árboles tratados con boro, la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico fueron significativamente mejores que los árboles no tratados.

La cuaja y producción fue incrementada en respuesta a la aplicación de boro si la concentración de boro en las hojas cercanas al brote era lo suficientemente alta como para adelantar la floración. Boro aplicado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) a la canopia durante el estado de preflor de la inflorescencia incrementó significativamente el número de tubos polínicos que llegaron al óvulo, aumentando su viabilidad e incrementando la producción acumulada (JAGANATH y LOVATT, 1995, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

La principal función del hierro (Fe) es la activación de diferentes enzimas en las que participa como grupo prostético (citocromos, catalasa, peroxidasas, deshidrogenasa). El Fe también se encuentra en la célula formando una compleja unión con moléculas de porfirina (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

El manganeso (Mn) se encuentra presente en una compleja unión con aminoácidos

y participa en reacciones de óxido reducción, participando en la reducción de los nitratos, y como activador de enzimas de diversos procesos metabólicos de importancia general (asimilación de CO₂, descarboxilación e hidrólisis de peptidasas, síntesis del ácido ascórbico), y junto al hierro en la síntesis de la clorofila (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

El cobre (Cu) se encuentra como un constituyente de uniones complejas con ciertas enzimas respiratorias (ferrosinasa, oxidasa del ácido ascórbico), además de estar ligado a los cloroplastos. Actúa en las reacciones del fenol y polifenoloxidasa, en la oxidación de fenoles a quininas y en la polimerización de las quininas a melaninas (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

El zinc (Zn) activa diversos procesos enzimáticos como la fosforilación de la glucosa y, a través de ella, la formación del almidón, peptidasas, condensación de aminoácidos a proteínas y la síntesis del ácido indolacético y del triptófano (SILVA y RODRÍGUEZ, 1995).

2.9. Estructura de los aminoácidos:

De los 300 aminoácidos diferentes de origen natural que existen, todos los organismos utilizan sólo 20 de ellos para la biosíntesis de proteínas, lo que constituye un notable ejemplo de la unidad bioquímica en la biosfera (BOHINSKI, 1991).

Los aminoácidos son estructuras básicas de las proteínas, los que están compuestos por un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxilo (-COOH). Estos dos grupos son comunes a todos los aminoácidos, con una ligera modificación del grupo amino en la prolina, un tipo de aminoácido. El grupo R simboliza el resto de la molécula, que es distinta para cada aminoácido (SALISBURY y ROSS, 1991), lo que le otorga un carácter único a cada uno de ellos (BOHINSKI, 1991).

Con excepción de la glicina, el átomo de carbono alfa de los aminoácidos está fijo en forma tetraédrica a cuatro átomos o grupos de átomos diferentes. Este tipo de carbono se denomina quiral o asimétrico. Debido a esta disposición, los aminoácidos pueden existir en diferentes configuraciones estereoisoméricas, las que se distinguen entre sí por la orientación espacial de los grupos fijos al carbono alfa (BOHINSKI, 1991).

Los dos estereoisómeros se llaman configuraciones L y D y representan dos estructuras con imágenes especulares que no se pueden superponer, estas estructuras se denominan enantiómeros (BOHINSKI, 1991).

La importancia biológica de estas configuraciones se debe a que en las proteínas sólo se conoce la existencia de L-aminoácidos (BOHINSKI, 1991).

Entre las funciones específicas de cada aminoácido en la planta, se puede señalar:

Alanina: potencia la síntesis de clorofila, traduciéndose en un mayor potencial de trabajo fotosintético, además de un mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la producción (ROJAS, 1992).

Arginina: Tiene una acción rejuvenecedora en la planta, estimulando el crecimiento de las raíces, contribuye en la síntesis de clorofila, y como aminoácido libre es fuente de reserva de nitrógeno (ROJAS, 1992).

Acido aspártico: interviene en numerosos procesos metabólicos de la planta, además de ser fuente de nitrógeno para la planta (ROJAS, 1992).

Fenilalanina: Su liberación influye en el ritmo de formación de compuestos humificados (ROJAS, 1992).

Glicina: Es el principal aminoácido con acción quelante, favorece la creación de

nuevos brotes y hojas, además de intervenir en los mecanismos de resistencia frente a diversos stress medioambientales (ROJAS, 1992).

Lisina: Potencia la síntesis de clorofila, además de actuar en situaciones de stress medioambiental (ROJAS, 1992).

Metionina: Es el precursor del etileno (ROJAS, 1992).

Prolina: Posee un papel fundamental en el equilibrio hídrico de la planta. Mantiene el trabajo fotosintético en condiciones severas, acumulándose en forma considerable en situaciones de bajas temperatura, falta de agua y exceso de sales. Aumenta el porcentaje de germinación del grano de polen, sobre todo bajo condiciones sub-óptimas de temperatura, en forma libre es una fuente de carbono y nitrógeno para la planta (ROJAS, 1992).

Serina: Interviene en los mecanismos de resistencia de la planta ante situaciones adversas (ROJAS, 1992).

Valina: Interviene en mecanismos de resistencia de la planta frente a un estrés (ROJAS, 1992).

2.10. Absorción de aminoácidos por los vegetales:

SCHOBERT, KÖCKENBERGER Y KOMOR (1988) señalan que las raíces no sólo absorben, sino que en algún momento también exudan aminoácidos al medio por lisis celular producida en la zona radical y que las plantas que crecen en medios o

substratos naturales, esto es, con la presencia de microorganismos, liberan al medio más aminoácidos que los que se desarrollan en medios libres de ellos y que sus raíces compiten efectivamente con estos microorganismos por el nitrógeno orgánico y los aminoácidos libres existentes en él, aunque no está claro aún si la absorción de aminoácidos es mayor que la exudación, o viceversa.

Se ha determinado que los aminoácidos libres y péptidos de muy bajo peso molecular son absorbidos directamente por el vegetal vía foliar y/o radicular (GOMIS *et al.*, 1987).

Los frutales de hoja persistente acumulan contenidos significativos de nitrógeno en forma soluble e insoluble en hojas, brotes, tronco y raíces. Estudios en cítricos muestran que el nitrato, asparagina y glutamina son los principales compuestos nitrogenados liberados por las raíces en el flujo xilemático y que el nitrato y la asparagina están probablemente en movimiento constante ascendente en el flujo xilemático. Uniformemente la arginina, asparagina, ácido aspártico y la prolina son constantemente tomadas por las raíces de los árboles, siendo trasladadas a hojas viejas y brotes nuevos para ser transformados en compuestos alimenticios y en productos metabolizados en estos órganos. La arginina, asparagina y la prolina son translocadas ascendentemente, no sólo vía xilema sino que también vía floema. Movimientos laterales, desde el xilema al floema y desde el floema hacia el xilema ocurren constantemente (KATTO, MAKOTO y SADAQ, 1985).

2.10.1. Absorción foliar de aminoácidos

Los productos que contienen aminoácidos en su formulación son absorbidos en primera instancia a través de los estomas y de otras aberturas de la epidermis de las plantas, pasando desde allí al torrente circulatorio, desde el cual entrarían con un mínimo gasto de energía a formar parte de los diversos componentes de la planta. Estos compuestos serían, por lo tanto, directamente asimilables por la planta, ya que su absorción no depende de la función clorofílica (DE LIÑAN Y

VICENTE, 1990).

Sin embargo, el que puedan sortear las barreras externas de las hojas no asegura una entrada al citoplasma celular, ni una posterior utilización de estos compuestos.

Como una posible respuesta a esta interrogante, un estudio realizado en células del mesófilo de *Asparagus officinalis* L. aseguró que existe absorción de aminoácidos y que ésta ocurrió en diferentes grados para los distintos aminoácidos. Postuló además la existencia de una misma vía de absorción para los aminoácidos treonina, isoleucina, metionina, lisina y ácido aspártico, ya que se observaron inhibiciones entre ellos (CHERUEL Y JULLIEN, 1978).

A pesar de estos antecedentes, falta información que corrobore tanto la ocurrencia de absorción en otras especies, como que ésta se produzca en condiciones naturales.

2.10.2. Transporte de aminoácidos en el interior de la planta

Estos compuestos muestran diferentes patrones en sus movimientos. La arginina y sus productos metabólicos tienden a acumularse en el xilema y ser translocados ascendentemente por el xilema. Por el contrario, la prolina y sus productos metabólicos tienden a acumularse en el floema y ser transcolados por el mismo en forma ascendente. Los compuestos aminoacídicos son metabolizados de solubles a insolubles durante la translocación y en los brotes nuevos, sin embargo, hay diferencias significativas en el alcance de la conversión metabólica durante la translocación. La prolina es fuertemente metabolizada, la arginina y aspargina son medianamente metabolizadas y el ácido aspártico no es completamente metabolizado (KATTO, MAKOTO y SADAQ, 1985).

Los compuestos aminoacídicos son metabolizados a compuestos solubles e

insolubles durante la translocación lateral y ascendente. La conversión metabólica durante la translocación significa que los compuestos aminoacídicos son tomados por células vivas y liberados después de la conversión a distintos compuestos aminoacídicos. Los factores que determinan mayormente el alcance de la toma de solutos podrían ser las interacciones iónicas entre los sitios de captación, de células vivas y los solutos, el pH de la solución y la selectividad base de membranas en las vías de translocación (KATTO, MAKOTO y SADAQ, 1985).

2.11. Función bajo estrés ambiental:

Además de ser los aminoácidos componentes esenciales de las proteínas, las cuales cumplen variadas y vitales funciones dentro de los seres vivos, a los aminoácidos en sí se les ha observado aumentar en su concentración o favorecer por medio de su presencia, la respuesta a ciertas situaciones de estrés a las cuales los vegetales se ven sometidos (BOHINSKI, 1991).

2.11.1. Función ante estrés hídrico

Una consecuencia inmediata del déficit hídrico en las plantas es la pérdida de turgor de las células producto de la pérdida de agua por parte de éstas, como una manera de responder a esta situación la planta acumula solutos en sus células, proceso llamado ajuste osmótico, que corresponde al aumento neto del contenido de solutos por parte de la célula, independiente de los cambios en el volumen que toma lugar luego de la pérdida de agua (TAIZ y ZEIGER, 1991).

La mayor parte de este ajuste se debe a aumentos en la concentración de diversos solutos comunes, tales como azúcares, ácidos orgánicos e iones (especialmente potasio) (TAIZ y ZEIGER, 1991).

insolubles durante la translocación lateral y ascendente. La conversión metabólica durante la translocación significa que los compuestos aminoacídicos son tomados por células vivas y liberados después de la conversión a distintos compuestos aminoacídicos. Los factores que determinan mayormente el alcance de la toma de solutos podrían ser las interacciones iónicas entre los sitios de captación, de células vivas y los solutos, el pH de la solución y la selectividad base de membranas en las vías de translocación (KATTO, MAKOTO y SADAQ, 1985).

2.11. Función bajo estrés ambiental:

Además de ser los aminoácidos componentes esenciales de las proteínas, las cuales cumplen variadas y vitales funciones dentro de los seres vivos, a los aminoácidos en sí se les ha observado aumentar en su concentración o favorecer por medio de su presencia, la respuesta a ciertas situaciones de estrés a las cuales los vegetales se ven sometidos (BOHINSKI, 1991).

2.11.1. Función ante estrés hídrico

Una consecuencia inmediata del déficit hídrico en las plantas es la pérdida de turgor de las células producto de la pérdida de agua por parte de éstas, como una manera de responder a esta situación la planta acumula solutos en sus células, proceso llamado ajuste osmótico, que corresponde al aumento neto del contenido de solutos por parte de la célula, independiente de los cambios en el volumen que toma lugar luego de la pérdida de agua (TAIZ y ZEIGER, 1991).

La mayor parte de este ajuste se debe a aumentos en la concentración de diversos solutos comunes, tales como azúcares, ácidos orgánicos e iones (especialmente potasio) (TAIZ y ZEIGER, 1991).

La acumulación de iones que ocurre durante el ajuste osmótico parece tener lugar principalmente dentro de las vacuolas, donde pueden mantenerse aislados de las enzimas del citosol y organelos de la célula. Producto de esta compartimentalización de iones, y para poder mantener en equilibrio el potencial hídrico dentro de célula, es necesario acumular solutos también en el citoplasma. Estos solutos se denominan solutos compatibles y corresponden a compuestos orgánicos que no interfieren con las funciones enzimáticas. Algunos de los solutos compatibles acumulados comúnmente son los aminoácidos prolina y glicina (TAIZ y ZEIGER, 1991).

BARNETT y NAYLOR (1966) encontraron que había niveles de prolina entre 10 y 100 veces mayores en los brotes de pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) sometido a estrés hídrico. Los mismos autores señalan que existen aumentos menores de los niveles de asparagina y valina y proponen que la prolina podría actuar como compuesto de reserva durante el estrés.

En cebada las acumulaciones masivas de prolina son un síntoma de estrés hídrico severo, pero aparentemente no tiene valor en la sobrevivencia durante esta condición (HANSON *et al*, 1979).

Se ha detectado un aumento de los contenidos de prolina en las hojas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) sometidas a estrés hídrico, producto de la estimulación de la síntesis de prolina a partir del aminoácido glutamato. Por otro lado, la inhibición de la oxidación de prolina y de la síntesis de proteínas contribuyen a la acumulación de este aminoácido (STEWART, 1978).

La síntesis de prolina requiere la presencia de altos niveles de carbohidratos en las hojas, ya que éstos suministran los precursores (carbono e hidrógeno) para estimular su síntesis (STEWART , 1978).

Se han detectado acumulaciones de prolina en las plantas sometidas a condiciones

de inundación. Existe una relación entre la acumulación de prolina y cambios morfológicos y fisiológicos producidos en plantas de tomate bajo estas condiciones, así, los cultivares que acumulan mayores cantidades de prolina son los que se ven más afectados, llegando incluso a una detención del crecimiento, presentando también un mayor desarrollo de raíces adventicias (ALONI y ROSENSHTEIN, 1982).

La acumulación de este aminoácido durante los primeros días en que la planta es sometida al stress es muy alta, lo que puede ser asociado con el rápido aumento del déficit hídrico durante este período. Después de 11 días a partir del inicio del stress los niveles vuelven a ser los iniciales, lo que hace pensar que la prolina sirve como sustrato en el metabolismo de post estrés, fuente tanto de energía como de carbono y nitrógeno (ALONI y ROSENSHTEIN, 1982).

Experiencias realizadas en limón (*Citrus limón* L.) sometidos a un fuerte déficit hídrico, muestran una acumulación de prolina libre en las hojas de los árboles estresados, la cual vuelve a sus niveles normales cuando el déficit hídrico es superado (LEVI, 1980).

En árboles estresados por déficit hídrico se presentan cambios en los potenciales de presión a nivel de xilema, los cuales vuelven a sus valores normales en el lapso de un día (posterior a la superación del stress hídrico), en cambio los niveles de prolina llegan a su concentración normal, luego de 1 o 2 días (LEVI, 1980).

A pesar que se producen grandes acumulaciones de prolina en las hojas de plantas bajo estrés hídrico, ésta no es tan efectiva como el ABA en el control de la apertura estomática. De esta forma, la prolina presentaría una función de soluto para el ajuste osmótico intracelular del potencial hídrico o como un protector de la maquinaria metabólica (RAGHAVENDRA y REDDY, 1987).

2.11.2. Función ante estrés térmico

CHU *et al.* (1978) señalan que existe acumulación de prolina en trigo y cebada sometidos a bajas temperaturas, que comienza entre los 6 y 8 °C, la que es independiente de la luz y que no es una consecuencia del descenso del potencial hídrico en la hoja, si no que es una respuesta inmediata a la disminución de la temperatura. Esto se le relaciona con la resistencia de las plantas al daño por heladas.

En estudios realizados en genotipos de fréjol sensibles y tolerantes al calor se observa que la prolina es el aminoácido libre más abundante en las anteras de ambos bajo condiciones de altas y moderadas temperaturas. En los genotipos tolerantes la prolina es transcolada durante el desarrollo floral desde las paredes de las anteras al polen, pero en los genotipos sensibles esto no ocurre, por lo que al terminar el polen su maduración presenta niveles mayores de prolina (MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989).

Ensayos realizados en plantas de tomate demuestran que la adición de un hidrolizado enzimático de tejidos animales, que contiene aminoácidos, podría servir como tratamiento protector de la fotosíntesis durante situaciones de estrés por altas temperaturas. Se postula una posible regulación del cierre estomático en estas condiciones que impedirían el cierre de estomas, asegurando con esto el intercambio de gases y el suministro de CO₂ para llevar a cabo la fotosíntesis (JUNCOSA, NUSIMOVICH y GOMIS, 1989).

2.11.2.1. Efecto del estrés térmico en la producción de polen

MUTEERS, FERREIRA y HALL (1987) señalan que bajo temperaturas moderadas y altas la prolina fue el aminoácido libre más abundante en las anteras de los genotipos resistentes y no resistentes a las altas temperaturas de cowpea virginia

unguiculata L. y que no existen diferencias significativas en las concentraciones de prolina en la hoja. Los resultados sugieren que el calor es detrimental durante el desarrollo floral de genotipos sensibles, lo que podría explicarse por la inhibición de la translocación de prolina desde las paredes de la antera hasta el polen. Durante la elongación del tubo polínico, la prolina es requerida para la síntesis de hidroxiprolina, rica en glicoproteínas encontradas en las paredes celulares del polen.

El contenido de prolina libre de las hojas de muchas especies se incrementa con una baja del potencial hídrico. La acumulación inducida por bajas temperaturas, sin embargo, no es un resultado concomitante de la baja de potencial hídrico en la hoja y parece ser una respuesta a la baja temperatura (CHU *et al.*, 1978).

La existencia de una temperatura crítica sugiere que la acumulación de prolina es una consecuencia de los eventos metabólicos específicos más bien que el resultado de un espectro continuo de cambios efectuados por la temperatura en el pool total de aminoácidos. Si esto es así, entonces la acumulación de prolina en esta situación medio ambiental es análoga a esta acumulación durante el estrés hídrico, lo que nos muestra que se inhibe la oxidación de prolina y se promueve su biosíntesis (CHU *et al.*, 1978).

2.12. Función de aminoácidos en la polinización:

Las necesidades del grano de polen no son cualitativamente elevadas, sin embargo, debido a su tamaño reducido no es posible almacenar suficientes reservas nutritivas que le aseguren un autoabastecimiento durante el crecimiento del tubo polínico. Las sustancias nutritivas almacenadas en el medio interno del polen corresponden principalmente a almidón (el cual es sometido a procesos de hidrólisis, la cual no es efectuada en los granos de polen infértiles), y a lípidos que

son utilizados hasta el momento que el grano de polen se asienta en el estigma, disponiendo en ese instante de fuentes nutritivas exógenas como los propios componentes de los exudados estigmáticos o bien los componentes de los tejidos del estilo por el que el tubo polínico atraviesa (MENDOZA, 1992).

Los granos de polen absorben elementos exógenos durante el asentamiento de estos en el estigma y la posterior hidratación de los orgánulos. De esta forma, los aminoácidos presentes en el medio son una de las principales incorporaciones exógenas que ocurren durante la hidratación del polen. Estos aminoácidos son utilizados por el grano de polen durante su desarrollo como fuentes nutritivas en la progresiva elongación del tubo polínico como compuestos estructurales o como fuente energética, especialmente el ácido glutámico y el ácido aspártico (MENDOZA, 1992).

Se ha detectado la presencia de aminoácidos en los atrayentes de agentes polinizadores (néctares, agua de cálices, etc.), constituyéndose en un nutriente esencial para su desarrollo (BAKER *et al.*, 1973; CALDWELD *et al.*, 1986; RAYNER *et al.*, 1985, citados por ESCAICH *et al.*, 1991).

Los estigmas de las flores de la mayoría de las plantas cultivadas segregan un exudado mucilagenoso con el fin de facilitar la germinación del polen y posterior desarrollo del tubo polínico durante el período en que se encuentran aptas para la recepción de los granos de polen. Estos exudados estigmáticos corresponden a secreciones que contienen principalmente aminoácidos (entre los que se puede mencionar ácido glutámico, prolina, hidroxiprolina, glicina y ácido aspártico), azúcares y en menor grado fenoles alcaloides y diferentes sustancias orgánicas. Esta excreción tiene por objetivo retener y reconocer el grano de polen depositado por los agentes polinizadores en el estigma, la cual aumenta en respuesta a la polinización para asegurar un medio lo suficientemente fértil, permitiendo así la germinación de un número máximo de granos de polen (MENDOZA, 1992).

La presencia de prolina y ácido glutámico en un medio utilizado para la germinación de polen eleva la tasa de germinación y estimula de manera considerable el crecimiento del tubo polínico, de esta forma, el tubo polínico puede llegar a tener el doble de longitud que el mismo polen en un medio sin prolina. Aminoácidos como la glicina y la hidroxiprolina aumentan la longitud del tubo polínico y el ácido aspártico la tasa germinativa (ESCAICH *et al.*, 1989).

Los aminoácidos son utilizados entre otras cosas como unidades estructurales en la formación de diferentes estructuras proteicas entre las que se destacan enzimas tales como invertasas, lipasas, amilasas, proteasas y reductasas entre otras enzimas que contribuyen en forma importante al desarrollo del grano de polen. De esta forma el ápice de tubo polínico segrega enzimas que destruyen tejidos del gineceo de la flor a fecundar, utilizando productos de dicha descomposición tisular en la formación de nuevas estructuras del tubo polínico (MENDOZA, 1992).

Por otro lado, los aminoácidos además de ser utilizados como unidades estructurales de enzimas también forman estructuras proteicas de las paredes del tubo polínico en formación. Entre estos aminoácidos se puede mencionar a la prolina, hidroxiprolina y asparagina (MENDOZA, 1992).

Se ha detectado la presencia de aminoácidos en los medios de germinación del grano de polen, incorporándose éste en los procesos de hidratación que se llevan a cabo antes de la emisión del tubo polínico (SAMORODOV 1984, citado por ESCAICH *et al.*, 1989).

El aumento del porcentaje de germinación del polen y del crecimiento del tubo polínico por la presencia de aminoácidos endógenos o exógenos se puede explicar por la potenciación de mecanismos de resistencia de los granos de polen frente a factores climáticos adversos, mediante la mejora de la pared celular callosa, por la utilización de aminoácidos como unidades estructurales de sustancias proteicas o

como fuentes energéticas (ESCAICH *et al.*, 1989).

La hidroxiprolina (aminoácido presente en exudados estigmáticos), junto con prolina y asparagina se encuentra asociada a paredes celulares de *Hyosayamus niger* (ESCAICH *et al.*, 1989).

ZANQ *et al.* (1983) y QUO (1986), citados por ESCAICH *et al.* (1991), corroboraron los resultados obtenidos por otros investigadores al comprobar la acción de aminoácidos exógenos como protectores de granos de polen frente a condiciones microclimáticas adversas.

Se ha comprobado la presencia de aminoácidos en los atrayentes de agentes polinizadores como néctares, agua de cálices, etc., constituyendo éstos un nutriente esencial para su desarrollo. Por otro lado, se ha observado que la concentración de aminoácidos en el néctar de las flores visitadas por las abejas es menor que la de las flores visitadas por mariposas, lo que sugiere que las abejas encuentran una mejor fuente proteica en el polen (BAKER y BAKER, 1973)

Estudios demuestran incrementos de la tasa germinativa del polen y en la elongación de tubos polínicos con la adición de aminoácidos exógenos en el medio de germinación (PALFI, 1984). Estos aminoácidos serían prolina y ácido glutámico llegando incluso a duplicar estos índices en relación a los tratamientos sin adición de aminoácidos. También se favorece el crecimiento del tubo polínico con la adición de hidroxiprolina y glicina (BIOIBERICA S.A., 1991).

Estos aminoácidos estarían actuando como una fuente nutritiva exógena, puesto que las sustancias nutritivas ubicadas al interior del grano de polen no son suficientes para abastecerlo durante todo su ciclo (BIOIBERICA S.A., 1991).

Los aminoácidos además de ser utilizados como unidades estructurales de enzimas, también se relacionan con la formación de las membranas de las células que forman

el tubo polínico. La hidroxiprolina, prolina, asparagina, lignina, usina y leucina son algunos de los aminoácidos que se asocian a proteínas de las paredes del tubo polínico (DASHEK y HARWOOD, 1973; BIOIBERICA S.A., 1991).

ZANG *et al.* (1983), citados por ESCAICH *et al.* (1991), comprobaron la acción de aminoácidos exógenos como protectores de granos de polen frente a condiciones adversas.

Dentro de estas propiedades antiestrés que se observan durante la polinización y fecundación se encontró que la aplicación exógena de L-alfa-prolina en forma libre confiere al polen una mayor resistencia, tanto a elevadas como bajas temperaturas (BIOIBERICA S.A., 1991).

Se ha estudiado también el papel de los aminoácidos en la formación de estructuras polipeptídicas relacionadas con mecanismos de desintoxicación de sustancias perjudiciales para la fecundación o como restituyentes de la fertilidad de algunos órganos sexuales (ESCAICH *et al.*, 1991).

2.13 Otras funciones de los aminoácidos:

Se ha comprobado en forma experimental que mediante la adición de aminoácidos es posible incrementar la permeabilidad de la membrana celular a los cationes metálicos. La entrada a la célula de un mineral asociado a un aminoácido es mayor que la que se derivaría de una simple difusión, ya que los quelatos de aminoácidos con microelementos siguen una vía de entrada específica a través de poros de la membrana celular y son captados por permeabilidad (BIOIBERICA S.A., 1991).

2.14. Acido giberélico:

Las giberelinas son productos químicos que se encuentran en forma natural en

muchas plantas y en pequeñas cantidades. Todas las giberelinas son derivados del esqueleto ent-gibereliano. Poseen 19 o 20 átomos de carbono agrupados en sistemas de cuatro o cinco anillos. Todas las giberelinas tienen un grupo carboxilo adicional unido al carbono 4, por lo que todas podrían denominarse ácidos giberélicos (SALISBURY y ROSS, 1992).

2.14.1. Biosíntesis:

Estas sustancias son sintetizadas en los plastidios y su biosíntesis se presenta a partir del ácido mevalónico. Su transporte es por el floema cuyo flujo parece estar activado por las giberelinas, las cuales existen en forma libre y conjugada (ROJAS y RAMÍREZ, 1991).

Las giberelinas se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo se ha encontrado un receptor no identificado (SALISBURY y ROSS, 1992). Se conocen más de 50 giberelinas diferentes, de las que unas 40 aparecen en plantas superiores (ROJAS y RAMÍREZ, 1991). Las semillas inmaduras contienen cantidades relativamente altas de giberelinas sintetizadas por la semilla y no producto de traslocación (SALISBURY y ROSS, 1992).

Al parecer el ácido giberélico se degrada con lentitud, pero durante el crecimiento activo la mayoría de las giberelinas se metabolizan con rapidez mediante hidroxilación a productos inactivos, que pueden almacenarse o translocarse antes de ser liberados en el momento y sitio adecuado (SALISBURY y ROSS, 1992).

Existe suficiente evidencia para afirmar que las giberelinas se trastocan en la planta tanto a través del floema como del xilema. Dentro de los tejidos, su movimiento no es polar ni parece tener mucha relación con el metabolismo (GÓMEZ, 1984).

2.14.2. Modo de acción

Las giberelinas actúan sobre el RNA desreprimiendo genes que en algunos casos se han identificado. A diferencia de las auxinas, la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien hay una continua síntesis de ellas (ROJAS y RAMÍREZ, 1991).

Las giberelinas promueven la división celular porque estimulan células que se encuentran en la fase G1 a entrar en la fase S, y debido a que también acortan la fase S. El incremento en el número de células da a lugar a un crecimiento más rápido del tallo, debido a que cada una de las células puede crecer, e incrementan la plasticidad de la pared celular (SALISBURY y ROSS, 1992). Por otro lado, las giberelinas promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa, con lo que originan fructosa y glucosa, que proporcionan energía vía respiración, contribuyen a la formación de la pared celular y también hacen momentáneamente más negativo el potencial hídrico de la célula. Como resultado de la disminución del potencial hídrico, el agua penetra con mayor rapidez, provocando expansión celular y diluyendo los azúcares (SALISBURY y ROSS, 1992).

2.14.3 Efectos fisiológicos de las giberelinas:

Las giberelinas son capaces de inducir mitosis en los meristemos sub-apicales que sin su presencia no se dividirían. Por otro lado, afectan a algunas enzimas que influyen en el metabolismo auxínico, favorecen la síntesis de enzimas hidrolíticas como la alfa amilasa que estimula la germinación de las semillas y actúa en la morfogénesis de flores monoicas, promoviendo el desarrollo del androceo e inhibiendo la expresión del gineceo (GÓMEZ, 1984).

RILEY (1987) señala los efectos directos de la aplicación de ácido giberélico en las plantas: supera la etapa de dormancia en las semillas, incrementa la cuaja si es

deficiente por una polinización incompleta y promueve cuaja dentro de clones que presenta autoincompatibilidad en sus flores.

Desde el momento en que la flor es polinizada el crecimiento del tubo polínico dentro del estilo aporta factores de crecimiento, en particular del tipo de las giberelinas, que no sólo impiden la abscisión del estilo sino que inducen el crecimiento de las paredes del ovario (SIVORI, MONTALDI y CASO, 1980).

Estudios realizados en mango, en los cuales fue aplicado GAS en una pasta de lanolina a yemas apicales del cultivar Dashedari antes de la iniciación floral, tuvo por respuesta un estímulo del crecimiento vegetativo en el 75% de sus brotes. Sin embargo, una vez que los meristemas florales estaban presentes, la giberelina no inhibió la floración (KRCHRU et al, 1972, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

En café (*Cofia arábica* L.), la aplicación de 100 mg/lt, estimuló una antesis temprana, en yemas de 4 mm de largo al momento de la aplicación, sin presentar diferencias aparentes en la época de floración de las yemas tratadas con 4 mm o las que se encontraban con 10 mm de largo al momento de la aplicación (SUCH et al, 1990, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

La aplicación de 50 ppm de ácido giberélico sobre tallos florales en cebolla acortó el tiempo requerido para la emergencia del 80% de los tallos florales, además de incrementar la uniformidad y peso de los tallos florales (NAAMNI, RABINOWITCH y KEDAR, 1980).

BOYNTON (1961), citado por SALAZAR y LOVAT (1997), encontraron un efecto dual en la aplicación de giberelinas aplicados en la floración de frutilla, ya que aceleró la apertura de las flores que estaban diferenciadas al momento de la aplicación, pero inhibió la iniciación de nuevas flores bajo condiciones inductivas.

2.15. Efecto de las aplicaciones del ácido giberélico en palto:

Los efectos exógenos de giberelinas aplicados en floración es altamente influenciado por la concentración y el tiempo de aplicación en relación al estado de desarrollo de la yema floral (SALAZAR y LOVATT, 1997).

En el caso del palto, no existe información publicada acerca de los efectos de una aplicación exógena de giberelinas en floración. Considerando las similitudes fisiológicas entre cítricos, mangos y palto es posible encontrar una respuesta similar a la aplicación de giberelinas exógenas.

Aplicaciones de ácido giberélico en dosis de 25 mg/lit realizadas en invierno a ramas de palto estimularon el crecimiento apical de todos los brotes. Así, si la yema floral estaba diferenciada, el desarrollo de la inflorescencia se presenta con ventajas sobre los brotes no tratados con giberelina. Tratamientos en mayo redujeron la intensidad de la floración por la estimulación de la expansión de la inflorescencia que solo estaba formada parcialmente, presentando unas pocas yemas axilares. Por otro lado, la giberelina exógena provocó un gran desarrollo del brote vegetativo de las inflorescencias indeterminadas (SALAZAR y LOVATT, 1997).

Los brotes tratados con giberelinas que presentan un estado de inflorescencia de preflor, no presentan una variación en su antesis por efecto de las giberelinas. Aplicaciones realizadas en junio y en septiembre no tienen efecto en la floración o en la producción del brote, ni en las partes florales (SALAZAR y LOVATT, 1997).

Ácido giberélico aplicado foliarmente en abril o en junio produce un desarrollo del brote vegetativo de inflorescencias indeterminadas. El efecto de la aplicación sobre los brotes incrementó la producción sin reducir el tamaño del fruto, debido a que la mayoría de las hojas son fuentes de nutrientes y sinks (LOVATT, 1994).

3. MATERIALES Y MÉTODO

3. Ubicación:

El ensayo fue realizado en el sector de La Palma, provincia de Quillota, V Región, Chile. Esto corresponde a los 32° 50' latitud Sur y 71° 13' longitud Oeste (MARTÍNEZ, 1981)

3.2. Definición de la zona de ensayo:

3.2.1. Clima

El área donde se realizó el ensayo (Quillota) presenta un clima mediterráneo marítimo. El agroclima Quillota se encuentra en el sector poniente del valle de Aconcagua, latitudes 32°50'S a 33°10'S constituyendo un clima muy local dentro de la zona , ocupando una superficie aproximada de 110.000 ha (NOVOA *et al*, 1989). El clima mediterráneo marítimo se caracteriza por presentar vientos secos y cálidos bien definidos, influidos por vientos alisios o por vientos subtropicales variables. El régimen térmico de la zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3 °C, con una máxima media del mes más cálido (Enero) de 27°C y una mínima media del mes más frío (Julio) de 5,5°C. El período libre de heladas aprovechable es de 9 meses, de Septiembre a Mayo. La temperatura media mensual se mantiene sobre 10°C (NOVOA *et al.*, 1989).

Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTÍNEZ, 1981).

3.2.2. Suelo

El suelo pertenece a la serie la Palma, de textura franco arcillosa, que se caracteriza por ser sedimentario, profundo, de origen coluvial, formado a partir de sedimentos graníticos de la formación granítica de los cerros ubicados al oeste del predio. De textura superficial franca arcillosa, de color pardo y textura arcillosa de color pardo rojizo oscuro en profundidad. Substratum constituido por gravas y piedras con material intersticial, presenta permeabilidad moderada y buen drenaje. Topografía plana, posición de plano inclinado y microrrelieve ligeramente acentuado (MATUS, 1990).

3.2.3. Agua

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

3.3. Material vegetal:

El material vegetal utilizado para la experiencia, corresponde a paltos (*Persea americana*) cv. Hass, de 6 años de edad, con un marco de plantación en cuadrado, plantados a 6 x 6 metros de distancia. El sistema de riego que utiliza el huerto corresponde a un riego presurizado por microaspersión, el cual posee 1 microaspersor por planta, con un gasto de 58 litros por hora, ubicados a una distancia de 30 cm del árbol.

La superficie ocupada por este sector es de dos hectáreas, se encuentra rodeada al lado norte y oeste por caminos internos del fundo, al lado sur un sector de paltos cultivar Hass, de 5 años de edad y al lado este, un sector de paltos cultivar Bacon, de 1.5 hectáreas.

3.4. Diseño experimental:

Para el análisis estadístico de las variables porcentaje de frutos cuajados y retenidos del 15 de septiembre se utilizó un modelo completo al azar con arreglo factorial de 3 x 3 debido a la pérdida de los datos del tratamiento de macro y micro elementos para esa fecha. Para las fechas del mes de octubre se utilizó el modelo completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 4 x 3.

3.4.1. Selección del material

Se utilizaron 72 paltos de 5 años de edad cv.Hass, de características similares en cuanto a vigor, tamaño, niveles de carga y floración, los cuales fueron sorteados aleatoriamente en el huerto para cada fecha, producto y estado de floración de cada tratamiento.

3.4.2. Tratamientos:

El ensayo consta de 4 tratamientos que corresponden a Frutaliv (producto comercializado en Chile por la empresa Bioamérica, el cual es derivado de la hidrólisis enzimática de productos proteínicos animales), ácido giberélico, una solución de macro y micro elementos sintetizada en laboratorio (que presenta el mismo tipo y cantidad de macro y micro elementos presentes en el producto comercial Frutaliv, exceptuando los aminoácidos que incluye el producto), y como testigo agua. Estos tratamientos fueron aplicados en tres fechas y sobre tres estados de floración en cada fecha de aplicación. De esta forma, para cada tratamiento (en cada fecha de aplicación, incluyendo los testigos) se dispuso de seis árboles, que se subdividen

en dos árboles con sus puntos de floración (grupo de panículas en un brote determinado) en 75% de floración (flores abiertas), dos árboles con puntos de floración con un 50% de floración, y dos árboles con puntos de floración con un 25 % de floración.

En cada árbol fueron marcados cuatro puntos de floración a los cuales se les contó el número total de flores, es decir, para cada tratamiento se dispuso de ocho puntos de floración para medir. Fueron contados el numero total de flores por punto de floración para así trabajar con porcentajes de cuaja y de retención por tratamiento.

3.4.5. Fecha de aplicación

Las fechas de aplicación, corresponden a la segunda quincena de septiembre, primera quincena de octubre y segunda quincena de Octubre, del año 1997. La aplicación fue realizada sobre "puntos de floración", es decir, sobre grupos de panículas en distintos estados de floración, que corresponden a 75%, 50% y 25% de floración.

3.4.6. Producto y dosis utilizadas

Los tratamientos corresponden a :

a)El producto comercial Frutaliv en una dosis de 40 ppm, el cual es un biostimulante a base de aminoácidos obtenidos a partir de una hidrólisis enzimática (4%), pirofosfatos y macro y microelementos (12% de P₂O₅, 16% K₂O, 0,4% Nitrógeno alfa amínico, 0,5% de N, 0,01% de Mn, 0,002% de Zn, 0,02% de Cu y 0,020% de Fe).

b) ácido giberélico en una dosis de 50 ppm. El producto comercial utilizado fue PRO-GIBB 20% Tableta, cuyo ingrediente activo es ácido giberélico (GAS) el cual está formulado en tabletas de 1 gr, distribuido en Chile por AgrEvo S.A.

c) Una solución de macro y micro elementos la cual fue sintetizada en laboratorio a partir de H_3BO_3 (1,15 gr.), $FeSO_4$ (2,12 mg.), $CuSO_4$ (4 mg.), $ZnSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,02 mg.), $MnSO_4$ (0,01 mg.), KOH 8,8 g. y H_3PO_4 (5,2 ml.).

d) Agua (testigos húmedos).

3.4.7. Forma de aplicación

Estos tratamientos fueron aplicados con bomba de espalda con una capacidad de 15 litros, a punto de goteo, aplicados en el sector del punto de floración, es decir, no se aplicó a todo el árbol. Las fechas de aplicación correspondieron al 15 de septiembre, el 01 de octubre y el 15 de octubre, siendo aplicados todos los tratamientos alrededor de las 8 de la mañana.

3.5. Evaluación:

Los parámetros a medir fueron el número de frutos cuajados y número de frutos retenidos. De esta forma, con un contador manual, fue medido el número total de flores por punto de floración, al momento de cada aplicación.

3.5.1. Evaluación del número de frutos cuajados

A partir de diez días después de cada fecha de aplicación para cada tratamiento, fueron contados el número de frutos cuajados por punto de floración para todos los tratamientos. Para efectos de medición, se consideró como frutos recién cuajados

aquellos que ya habían perdido su corola o el estilo presentaba un color café oscuro y un ensanchamiento particular del ovario. De esta forma, como el número de flores por punto de floración es una cifra conocida para cada tratamiento, es posible determinar el porcentaje de cuaja para cada tratamiento.

Para evitar confusiones en la medición de frutos cuajados por efecto de la aplicación de los productos versus frutos cuajados de flores que abrieron posteriormente, se marcaron las flores que recibieron los productos (previa aplicación) con un plumón no fitotóxico, para así disminuir el error de los datos.

3.5.2. Evaluación del número de frutos retenidos

Para la evaluación del número de frutos retenidos, se midió el número total de frutos presentes en cada punto de floración aplicado en Marzo de 1998. Se utilizaron los registros del número de flores presentes en cada punto de floración para cada fecha de floración, para calcular el número de frutos retenidos para cada tratamiento. Se realizó una medición posterior en mayo de 1998 para detectar posibles diferencias en el número de frutos retenidos.

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis de registros térmicos:

Para analizar las condiciones de temperatura presentes durante el periodo de floración se tomaron los registros térmicos en el periodo comprendido desde el 03 de septiembre de 1997 al 29 de octubre de 1997, los cuales fueron registrados con una frecuencia de 30 minutos.

SEDGLEY y ANNELS (1981) señalan que las temperaturas óptimas para el crecimiento del tubo polínico y en general para la cuaja son de 20°C en el día y temperaturas superiores a los 10°C en la noche, por lo cual se contó el número de registros sobre 20°C y el número de registros inferiores a los 10°C en el periodo de estudio.

Los registros térmicos bajo 10°C y sobre 20°C en la temporada 96/97 se muestran en el Anexo 1.0. Estos datos indican que para la primera aplicación el número de registros bajo los 10 °C corresponde a 171, para la segunda aplicación existen 170 registros bajo los 10°C y, para la tercera aplicación 194 registros bajo los 10°C.

Con respecto al número de registros sobre los 20°C, en la primera fecha se registraron 238, para la segunda aplicación 160 y para la tercera aplicación 245 registros.

El comportamiento de las temperaturas bajo los 10°C y sobre los 20°C para la temporada 97/98 fue bastante errático comparado con el comportamiento de un año normal como por ejemplo la temporada 96/97, ya que en la temporada 97/98

las temperaturas más bajas se registraron en la primera quincena del mes de octubre, y por el contrario la segunda quincena del mes de septiembre y la segunda quincena del mes de octubre presentaron mejores condiciones para la cuaja del palto, y además presentando temperaturas menos estresantes comparado con un año normal, ya que al comparar el número de registros bajo 10°C en la primera quincena de septiembre de 1996 en la cual se midieron 450 registros, en cambio a la misma fecha en 1997 el número de registros correspondió a 171; por otro lado, en la temporada 96/97 presentó las temperaturas más bajas a inicios de temporada disminuyendo linealmente hacia fines de la temporada y las temperaturas sobre los 20°C aumentaron linealmente a medida que avanzó la temporada.

El Anexo 1 indica que existen dos "peak" marcados de los registros bajo 10°C durante la temporada de estudio, que corresponden a la segunda semana de septiembre y a la segunda semana de octubre. Los registros de temperatura sobre los 20°C se mantienen relativamente constantes a partir de la segunda semana de septiembre, para tener una alza importante a partir de la tercera semana de octubre. Las bajas temperaturas del mes de octubre afectarían marcadamente el comportamiento floral del palto, debido a que la apertura floral del palto cv. Hass para la zona de Quillota presenta los máximos valores a mediados de octubre.

El "peak" de registros térmicos ocurrido en la segunda semana de septiembre es superior al "peak" que se presenta la primera semana de octubre, lo que contrasta con lo señalado por NOVOA *et al* (1989), quienes indican que el mes de octubre para la zona de presenta temperaturas mínimas y máximas superiores a las ocurridas en el mes de septiembre. El 14 de octubre se presentó una precipitación de 60 mm la cual influyó directamente sobre el régimen de bajas temperaturas para el mes de octubre. Esta baja en la temperatura afectaría el ciclo floral (SEDGLEY y ANNELS, 1981), y la viabilidad del polen (MENA, 1996).

En el Anexo 2 se presenta una comparación porcentual de horas para cada rango crítico de temperaturas durante el período de ensayo. Estos datos demuestran que

el porcentaje de horas bajo los 10°C nocturnas presentes en la temporada corresponde a un 22%, y las temperaturas nocturnas sobre 20°C corresponden a un 2%, es decir, como lo señalan SEDGLEY y ANNELS (1981), corresponden a las temperaturas limitantes para la cuaja del palto. Por otro lado, las temperaturas entre 10°C y 20°C presentes en las noches durante el período de estudio corresponden a un 29%.

Existe una fuerte correlación entre los registros térmicos bajo 10°C ocurridos en un día con los ocurridos en la noche. De esta forma las temperaturas limitantes para el proceso de cuajado se presentaron mayormente en las noches, lo que es corroborado por SCHNIR (1989), y ZAMET (1990), que señalan que las condiciones limitantes para el proceso de cuajado se ven influenciadas por las bajas temperaturas ocurridas en la noche.

El porcentaje de horas semanales bajo los 10°C fue menor al 10%. Esto nos indicaría que las temperaturas nocturnas durante la época de estudio no fueron limitantes para el proceso de cuaja, tal como lo señalan SEDGLEY y ANNELS (1981).

Por otro lado el porcentaje de temperaturas nocturnas limitantes para la cuaja fue inferior al porcentaje que presentaron temperaturas sin limitantes para este proceso.

El análisis de las temperaturas diurnas presentes en la época en que fue realizado el estudio muestra que las temperaturas limitantes para la cuaja corresponden a un 2% de las horas diurnas bajo los 10°C y un 27% de las temperaturas sobre los 20°C.

Por otro lado, el porcentaje de horas diurnas entre 10 y 20°C corresponden a un 18% de las horas presentes en la temporada de estudio.

De esta forma, a pesar que el 53% de las horas fueron limitantes para la cuaja, el porcentaje de horas sin limitantes para la cuaja correspondió a un 47%, por lo cual se puede concluir que la temporada no presentó un carácter estresante, a pesar de presentar ciertas semanas específicas en que sí existió un estrés por bajas temperaturas. Por otro lado, el porcentaje de temperaturas óptimas para la cuaja fue bastante alto, lo cual se ve reflejado en los altos niveles de cuaja presentes en la temporada.

4.2. Análisis de frutos cuajados:

En el diseño estadístico se realizó un análisis de varianza univariado (ANOVA), en el cual fue comparado el valor estadístico de prueba F, con el valor de tabla de la distribución F-Fisher, para comprobar si existen diferencias significativas entre los factores principales o en la interacción de estos, con un error del 5%.

Del análisis del porcentaje de frutos cuajados, tratados en la fecha del 15 de septiembre, se determinó que existen diferencias significativas en el tipo de producto, en el estado de floración y en la interacción de estos factores.

Al comparar los promedios de las combinaciones producto y estados de floración, se determinó que el porcentaje de cuaja de los árboles es mayor al aplicar Frutaliv con un 75% de flores abiertas.

Como se mencionó anteriormente las bajas temperaturas durante la floración tienen un efecto negativo sobre la viabilidad del óvulo e incrementando el tiempo de crecimiento del tubo polínico desde el estigma hasta el óvulo afectando la cuaja, y

las temperaturas cálidas en la floración incrementan la longevidad del óvulo y la tasa de crecimiento del tubo polínico (LOVATT, 1994). Al respecto, el número de registros de temperaturas menores a los 10°C presentes durante el período de acción de la primera fecha de aplicación no fueron los más altos comparados con las siguientes fechas de aplicación, sin embargo, el mejor tratamiento fue Frutaliv, lo que podría ser explicado por el modo de acción que presenta el producto, ya que presenta una acción anti estrés por bajas temperaturas además de estar compuesto por macro y micro elementos que estarían directamente mejorando la cuaja.

Los porcentajes promedio de frutos cuajados en la fecha de aplicación del 15 de Septiembre se muestran en el Anexo 3.

En el cuadro 1 se presentan los porcentajes promedio de frutos cuajados por panícula en la primera fecha de aplicación.

Cuadro 1: Porcentajes promedios de frutos cuajados por panícula de la aplicación del 15 de septiembre

TRATAMIENTOS		PORCENTAJES PROMEDIOS DE FRUTOS CUAJADOS	
FRUTALIV	75% DE FLORACIÓN	3,96	F
FRUTALIV	50% DE FLORACIÓN	2,30	D E
FRUTALIV AC.	25% DE FLORACIÓN	1,49	C D 2,45
GIBERELICO AC.	75% DE FLORACIÓN	E 1,18	B C 0,61
GIBERELICO AC.	50% DE FLORACIÓN	A B 1,01	A B C
GIBERELICO	25% DE FLORACIÓN	0,63	A B 0,33 A
AGUA AGUA AGUA	75% DE FLORACIÓN		
	50% DE FLORACIÓN		
	25% DE FLORACIÓN		

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

El mejor tratamiento para esta fecha corresponde a Frutaliv aplicado con un 75% de flores abiertas, lo cual concuerda con el modo de acción antiestrés del producto y al porcentaje de floración presente en el tratamiento, ya que al existir un mayor

número de flores abiertas, se presenta una mayor probabilidad para cuajar.

Estadísticamente el tratamiento de Frutaliv con 50% de flores abiertas es igual a la aplicación de ácido giberélico, lo que se explicaría por la menor cantidad de flores presentes en el tratamiento de Frutaliv y a que la acción del ácido giberélico no presenta características antiestrés como el producto anteriormente señalado.

Los tratamientos con agua son estadísticamente iguales entre ellos debido a que no presentan ninguna ventaja para el cuajado a temperaturas sub-óptimas, al igual que el ácido giberélico en 25 y 50% de floración.

El efecto del tratamiento Frutaliv podría ser explicado de dos formas. Por un lado por los componentes nutricionales que presenta el producto, ya que al presentar microelementos como el B mejorarían sustancialmente la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico desde el estigma hasta el ovario, y las siguientes divisiones mitóticas del espermatozoide, incrementando la cuaja especialmente cuando hay bajas temperaturas en la floración (BENDER, 1996;LOVATT, 1994 y BENDER, 1997).

BENDER (1996), señala que con la aplicación simple de Solubor (20,5% de B) que corresponde a una aplicación de 0,02 mg de B se aumentó en 126 libras de más fruta por árbol comparado con los testigos, lo cual podría indicar que la respuesta del producto estaría íntimamente ligado al contenido de B y de los demás macro y micro elementos más que al efecto de los aminoácidos presentes, ya que las temperaturas presentes en la temporada 97/98 no fueron limitantes como en temporadas anteriores, por lo cual el efecto antiestrés del producto no se presentó tan marcadamente como en ensayos anteriores, y la cuaja probablemente se debió en primer lugar al efecto nutricional del producto por parte de los macro y micro elementos, y en un segundo lugar al efecto nutritivo de los aminoácidos para la

germinación y crecimiento del tubo polínico, y a la presencia de pirofosfatos que entregaron energía rápidamente metabolizable, más que un efecto antiestrés del producto en esta primera fecha de aplicación.

A su vez, BRU y DE TORRES (1992) señalan que el B es absorbido a medida que crece el tubo polínico en el tejido estigmatico y que su germinación depende de los contenidos de B presentes en el estigma.

Por otro lado, el aporte de Zn mejoraría los procesos enzimáticos de la germinación y crecimiento del tubo polínico (RODRÍGUEZ, 1995).

La germinación *in vitro* del grano de polen requiere de nitrato de Ca, sulfato de Mg, nitrato de K y ácido bórico (SAMAR y SPIEGEL-ROY, 1984), de lo cual se podría inferir que para la germinación del grano de polen de palto *in vivo* se requieren estos elementos, los cuales sería aportados tanto por los tratamientos de Frutaliv y los tratamientos de macro y micro elementos.

Es posible que la respuesta al tratamiento de Frutaliv sea un efecto conjunto de tipo nutricional y de tipo anti stress. Al respecto el contenido de aminoácidos presentes en el producto mejoraría sustancialmente la cuaja de las flores de palto.

Como se mencionó anteriormente los granos de polen absorben elementos exógenos durante el asentamiento de éstos en el estigma. De esta forma, los aminoácidos presentes en el medio estigmático son una de las principales incorporaciones exógenas durante la hidratación del polen para ser utilizados como fuente nutritiva en la progresiva elongación del tubo polínico como componentes estructurales, especialmente ácido glutámico y ácido aspártico.

ESCAICH *et al* (1989), señalan que la presencia de prolina y ácido glutámico en el medio de germinación estimula el crecimiento del tubo polínico llegando incluso al

doble del largo normal, relacionando la presencia del ácido aspártico mejora la tasa germinativa del grano de polen y que los contenidos de hidroxiprolina funcionarían a nivel de longitud del tubo polínico (PALFI, 1984).

La mayor cuaja del tratamiento Frutaliv estaría relacionado con la mayor capacidad de germinación del grano de polen bajo condiciones de temperatura sub-óptimas, lo que estaría íntimamente ligado a los contenidos de prolina que presenta el producto comercial.

El contenido de prolina presente mejoraría la síntesis de hidroxiprolina que se ha encontrado en las paredes celulares del grano de polen (MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989). Esto concuerda con lo señalado con ESCAICH *et al.* (1989), quienes sugiere que la germinación del grano de polen bajo temperaturas adversas mejora la incorporación de callosa en la pared celular, además de ser fuente energética y fuente de estructura proteica.

El modo de acción de la prolina exógena no está claro aún pero estaría relacionado con la configuración de las proteínas por un mantenimiento de la hidratación de las moléculas presentes en el grano de polen y/o estaría relacionado con una entrada masiva de prolina a la célula, lo que causaría una caída del potencial hídrico , bajando la actividad del agua en la célula permitiendo por tanto una germinación del polen a temperaturas menores (ZHANG y CROES, 1982).

El cuadro 2 presenta el porcentaje promedio de los frutos cuajados en la segunda y tercera aplicación.

Cuadro 2 : Porcentaje promedio de frutos cuajados para las aplicaciones del 01 de octubre y 15 de octubre. (análisis de productos)

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE PROMEDIO	DE FRUTOS CUAJADOS
FRUTALIV	29,57	A
AC. GIBERELICO MY	35,53	B
M ELEMENTOS	29,53	A 26,57
AGUA	A	

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

Del análisis de porcentaje de frutos cuajados en el mes de octubre, se determinó que existen diferencias significativas en el tipo de producto y en la combinación de fechas con estados de floración. Al comparar los promedios de frutos cuajados para los distintos productos y para la combinación entre fechas con estados de floración, se determinó que el porcentaje de frutos cuajados es mayor al aplicar ácido giberélico.

Por otro lado, el porcentaje de frutos cuajados es mayor al aplicar ácido giberélico el 15 de octubre con un 25% de floración, y al ser aplicado el 1° de octubre el número de frutos cuajados es mayor en las panículas que presentaron un 75% de floración.

El efecto del ácido giberélico sobre la cuaja podría ser explicado por una mayor elongación del tubo polínico, como lo señalan OSMAN, ALTAHIR y FARAH (1983), quienes al aplicar varias dosis de ácido giberélico con un máximo de 100 ppm, aumentaron linealmente el porcentaje de elongación y crecimiento del tubo polínico en palma datilera.

Esto concuerda con el efecto de las giberelinas a nivel celular señalado por ROJAS y RAMÍREZ (1991), que indican que la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango amplio de concentraciones debido a que el número de

receptores a nivel celular es muy grande. Por esto sería conveniente probar dosis mayores a las 50 ppm de giberelinas en palto y ver su efecto sobre la cuaja, ya que estos estudios señalan que el efecto de mayores concentraciones de ácido giberélico no tiene un efecto contrario al porcentaje de germinación ni a la elongación del tubo polínico.

El efecto de las bajas temperaturas sobre la germinación del polen y su relación con las giberelinas estaría relacionado con una degradación anormal del almidón en los granos de polen, lo que provocaría una esterilidad masculina.

Al respecto YAMAZAKI.KOSHIOKA y YOSHIDA (1997), señalan que en la antesis de panículas de arroz existe un marcado aumento en la actividad de las giberelinas, y que al exponer las panículas a bajas temperaturas el nivel de la actividad de las giberelinas decrece. SALISBURY y ROSS (1992) indican que el efecto en el crecimiento celular se debe a un incremento en la hidrólisis del almidón, el cual es desdoblado a fructosa y glucosa que son fuentes de energía metabolizable, además de hacer el potencial hídrico de la célula más negativo con lo cual ingresa agua a la célula produciendo una expansión celular.

Debido a ésto la aplicación exógena de giberelinas podría estar actuando a nivel del polen produciendo una degradación normal del almidón, lo que trae como consecuencia fuentes energéticas necesarias para el crecimiento del tubo polínico con lo cual la cuaja normal del palto es mejorada cuando la floración ocurre bajo rangos de temperaturas que están bajo el óptimo de la especie.

Por otro lado, el crecimiento del tubo polínico aporta factores de crecimiento del tipo giberelinas, lo que induciría el crecimiento de las paredes del ovario, e impidiendo la abscisión del estilo y estimulando la cuaja (SIVORI, MONTALDI y CASO, 1980).

Con respecto a los contenidos endógenos de reguladores de crecimiento en los

brotos de palto, LOVATT, BERTLING y BLANKE (1995) señalan que las flores de inflorescencias determinadas en palto poseen niveles superiores de giberelinas y ABA mayores que los brotes indeterminados, pero poseen bajas concentraciones de citoquininas endógenas. Sin embargo, las inflorescencias indeterminadas poseen altas concentraciones de citoquininas y ABA.

A pesar de los niveles de ABA endógenos presentes en los brotes determinados, estos poseen una cuaja mayor a los brotes indeterminados, lo que podría estar explicado en parte por los contenidos endógenos de giberelinas presentes en el brote que estimularían la cuaja a pesar del efecto detrimental para ésta del ABA. De esta forma, las aplicaciones exógenas de ácido giberélico en floración aumentarían la cuaja total del árbol al aumentar los niveles endógenos de giberelina de los brotes indeterminados y determinados aumentando la cuaja de ellos.

En el cuadro 3 se presentan los promedios de frutos cuajados por apícula en la segunda y tercera fecha de aplicación.

Cuadro 3. Porcentajes promedios de frutos cuajados por panícula en las aplicaciones del 01 y 15 de octubre. (análisis de fecha y estado de floración).

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES PROMEDIOS DE FRUTOS CUAJADOS
01 OCT :75% DE FLORACIÓN	31,99 B C
01 OCT :50% DE FLORACIÓN	28,89 A B
01 OCT :25% DE FLORACIÓN	27,93 A
15 OCT :75% DE FLORACIÓN	29,41 A B
15 OCT :50% DE FLORACIÓN	28,75 A B
15 OCT :25% DE FLORACIÓN	34,82 C

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

Los porcentajes promedio de frutos cuajados para las fechas de aplicación del mes de octubre se presentan en el Anexo 3. De esta forma, para la fecha del 1 de

octubre el estado fonológico de 75% de floración fue el mejor tratamiento, y para el 15 de octubre la cuaja fue mayor en la panículas que presentaron un 25% de floración.

Esto podría ser explicado por la estimulación del crecimiento del brote vegetativo que evitaría la competencia inicial con la cuaja de las flores, debido a una aceleración del crecimiento del brote desplazado con la floración. Por otro lado los registros de temperatura bajo los 10°C fueron similares a los de la primera fecha, y los registros de temperatura sobre los 20°C fueron inferiores a los de la primera fecha, por lo cual la diferencia en el comportamiento sobre la cuaja de las flores podría ser explicado por la diferencia del estado del crecimiento del brote vegetativo al momento de la aplicación, ya que en la primera fecha de aplicación se está produciendo una activa competencia entre el brote vegetativo y la cuaja de las flores, lo que se tradujo en bajos porcentajes de cuaja comparado con las otras dos fechas de aplicación, ya que los porcentajes de floración son constantes para las tres fechas de aplicación.

Por otro lado, en la segunda y tercera fecha de aplicación el estado de crecimiento del brote es cada vez más avanzado, por lo cual en la primera aplicación la aplicación de giberelinas potenció la activa competencia del brote vegetativo con la cuaja, lo que se aumenta aún más por el hecho que la actividad radical es menor, la actividad fotosintética es baja y por las temperaturas presentes, lo que se traduciría en una cuaja menor por parte de las giberelinas y una mejor respuesta del Frutaliv como tratamiento. Sin embargo durante la segunda y tercera fecha de aplicación el brote vegetativo presenta un estado de desarrollo mayor, con lo cual se potencia su crecimiento después de esta competencia inicial activa, funcionando a nivel de cuaja por su efecto sobre la germinación y elongación del tubo polínico y potenciando el desarrollo del brote sin competir fuertemente con la cuaja de las flores, lo que trae como consecuencia una posterior mejor nutrición de los frutos recién cuajados.

octubre la mejor cuaja se obtiene con un 75% de flores abiertas, lo que puede explicarse por el mayor potencial de cuaja que se presenta al tener un mayor número de flores abiertas, sin embargo, para el 15 de octubre, todos los tratamientos presentaron una mayor cuaja con un 25% de flores abiertas debido a la condición térmica presente después de la lluvia ocurrida el 14 de octubre de 1997, la cual afecto mayormente a los puntos de floración que presentaron 50% y 75% de floración.

Los tratamientos de macro-micro elementos en las dos fechas de Octubre no presenta diferencias significativas a los tratamientos de Frutaliv, lo que corroboraría que el efecto sobre la cuaja estaría dado por la presencia de macro y micro elementos más que por su composición de aminoácidos.

El porcentaje de cuaja del tratamiento de 25% de floración de macro y micro elementos el 15 de octubre es mayor a los tres tratamientos de Ffrutaliv para la misma fecha, lo que podría ser explicado por temperaturas que se pueden considerar de bajo estrés, presentes en la temporada de estudio.

Lo anteriormente señalado es corroborado al analizar los testigos con un 25% de floración en la fecha del 15 de octubre, ya que presentaron promedios de cuaja similares a los tratamiento de macro y micro elementos debido a las mejores condiciones de cuaja que presenta la zona para esa fecha.

La respuesta del ácido giberélico sobre la cuaja podría verse afectada bajo regímenes térmico más estresantes a los que se presentan en este estudio, ya que en la temporada de estudio el número de registros térmicos bajo 10°C correspondió a 530 registros versus los 1100 registros obtenidos en la temporada 96/97 en la misma zona de estudio

4.3. Análisis del porcentaje de frutos retenidos:

En el análisis de frutos retenidos expresados en porcentaje en la fecha de aplicación del 15 de septiembre, se determinó que existen diferencias significativas sólo entre la variable estados de floración. Al comparar los porcentajes promedio de retención de los tratamientos con los estados de floración se determinó que el porcentaje de retención de frutos es mayor al aplicar los productos con un 25% de floración.

El cuadro 4 nos muestra los porcentajes promedio de frutos retenidos por panícula en la primera fecha de aplicación.

CUADRO 4. Porcentajes promedios de frutos retenidos por panícula el 15 de septiembre.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES PROMEDIOS DE FRUTOS RETENIDOS
75% DE FLORACIÓN	10,78 A
50% DE FLORACIÓN	23,08 A
25% DE FLORACIÓN	42,59 B

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

En el Anexo 5 se presenta el gráfico que muestra el efecto sobre la retención de frutos de los distintos tratamientos para la primera fecha de aplicación. En este se puede ver claramente la relación inversa entre la cuaja y retención de frutos, ya que las mejores retenciones para todos los tratamientos ocurre con un 25% de flores abiertas.

La mejor retención de frutos se tiene con la aplicación de agua en un 25% de floración, lo cual es seguido con la aplicación de Frutaliv en un 25% de floración. Esto tiene explicación en la menor cantidad de fruta cuajada de los testigos, ya que

no fueron afectados fuertemente por la caída natural de frutos a diferencia de los tratamientos de Frutaliv y ácido giberélico en los cuales los altos niveles de cuaja para esta fecha incidieron negativamente en su retención de frutos. Los testigos, a pesar de presentar porcentajes de retención mayor al resto de los tratamientos, presentan una menor cantidad de fruta retenida final, debido a que sus porcentajes de cuaja son menores al resto de los tratamientos, por lo cual no es factible trabajar con agua cuando se presenten bajas floraciones.

La mala respuesta del tratamiento Frutaliv con respecto a la retención de fruta se debe principalmente a que su modo de acción está dado principalmente por su acción anti-stress con una acción marcada sobre la cuaja. Por otro lado, queda demostrado su acción nutritiva sobre el brote vegetativo, quien alimenta a estos frutos cuajados, es limitada a sólo un período de tiempo bastante cercano a la fecha de aplicación. Esto indica que sería interesante probar con más de una aplicación del producto para tener un efecto mayor sobre la retención de frutos, y evaluar el número de frutos retenidos que presenten los árboles con más de una aplicación.

El bajo efecto sobre la retención de frutos por parte de los tratamientos con ácido giberélico se puede explicar porque por un lado cuajaron más frutos comparados con los testigos, lo que trae como consecuencia una menor posibilidad de retener fruta, y por otro lado el efecto sobre el crecimiento del brote no fue adecuado, ya que estimuló la competencia entre floración y crecimiento del brote disminuyendo la cuaja potencial del tratamiento.

DAVENPORT, SHAFFER y FINAZZO (1994) señalan que la floración y el crecimiento del fruto no son un sink tan fuerte como las hojas no-autotróficas. Por otro lado, la nutrición del fruto estaría íntimamente ligado a la fuente nutritiva que presentan las hojas. De esta forma, aplicaciones de giberelinas acelerarían el paso de brote no autotrófico a autotrófico, con lo cual se mejora sustancialmente la capacidad de alimentación del fruto, y superando más rápidamente el estado de sink

del brote con respecto a los frutos recién cuajados.

Por otro parte la competencia entre el fruto y el brote vegetativo no estaría ligado al contenido de nitrógeno (ZILKAH, KLEIN y FEIGENBAUM, 1987) ni a los niveles de almidón (THORP, 1993). La caída de frutos estaría relacionado con el nivel de carbohidratos presente (SCHOLEFIELD *et al* 1985; WOSTENHOLME *et al*, 1988; WHYLEY, 1994, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

La fuente de estos carbohidratos es aportada por las hojas adultas en los brotes determinados, y las hojas nuevas que presenten la capacidad de exportar fotoasimilados en los brotes indeterminados, los cuales serán responsables en parte de la respuesta del árbol frente a las caídas naturales de fruta que se presenten.

De esta forma la competencia estaría dada entre el fruto joven y el crecimiento del brote vegetativo. Por otro lado, una estimulación del crecimiento del brote posterior a la cuaja de los frutos podría estimular el crecimiento del brote vegetativo durante el período crítico de caída de fruta, disminuyendo el número final de frutos retenidos (SALAZAR y LOVATT, 1997).

De esta forma, al estimular el crecimiento del brote en un estado temprano de su desarrollo se aseguraría una mejor nutrición posterior de los frutos aumentando la capacidad del brote para retener fruta, y estimulaciones posteriores al periodo de cuaja afectarían seriamente la retención de esta fruta.

En el cuadro 5 se presentan los números de frutos retenidos por tratamiento en Marzo de 1998, correspondientes a la primera fecha de aplicación.

CUADRO 5. Número de frutos retenidos por tratamiento en la primera fecha de aplicación, cuantificados en marzo de 1998.

FRUTALIV	Nº de frutos cuajados de los 8 puntos de floración.	Nº de frutos retenidos de los 8 puntos de floración.
Tratamiento 75% de floración	517	26
Tratamiento 50% de floración	147	24
Tratamiento 25% de floración	130	48
ACIDO GIBERELICO		
Tratamiento 75% de floración	257	14
Tratamiento 50% de floración	135	31
Tratamiento 25% de floración	75	41
AGUA		
Tratamiento 75% de floración	141	22
Tratamiento 50% de floración	40	12
Tratamiento 25% de floración	29	18

El cuadro 5 señala que los tratamientos de Frutaliv presentaron mayor cantidad de fruta retenida con respecto a los tratamientos de ácido giberélico y de agua, pero el análisis estadístico fue realizado con porcentajes de retención debido a que con esto se disminuye el error que podría presentar el número inicial de flores de cada panícula, y de esta forma estandarizar todos los tratamientos a una misma unidad de medición.

Este Cuadro corrobora la hipótesis que indica que los tratamientos que presentaron una mayor cuaja presentaron posteriormente una mayor caída natural de fruta, presentando los tratamientos de agua los mayores porcentajes de retención de fruta. Pero analizándolo desde el punto de vista de cantidad de fruta

total retenida, el tratamiento de Frutaliv fue el que retuvo mayor cantidad , específicamente al ser aplicado en un 25% de floración, y luego los tratamientos de ácido giberélico, que a pesar de estimular la competencia del brote con la floración, su efecto posterior sobre el desarrollo del brote vegetativo permitió una retención de fruta (expresado en cantidad de fruta) muy superior a los testigos.

Debido a esto no sería recomendable la aplicación de agua bajo la condición de bajas floraciones, debido a que a pesar de presentar porcentajes de cuaja mayores, presentan una menor cantidad de fruta retenida con respecto al resto de los tratamientos, y su mejor respuesta sobre la retención de fruta está dada sólo en términos relativos.

El análisis del porcentaje de frutos retenidos para la segunda y tercera fecha de aplicación correspondientes al mes de octubre, determinó que existen diferencias significativas entre las fechas de aplicación, entre los productos, entre los estados de floración y entre las combinaciones fecha con producto, producto con estado de floración y la interacción de los tres factores.

Al comparar los promedios de la interacción de los tres factores se determinó que el porcentaje de frutos retenidos es mayor al aplicar al 15 de octubre el producto Frutaliv, con un 25% de floración.

El cuadro 6 indica la retención de frutos por punto de floración en la segunda y tercera fecha de aplicación.

Cuadro 6 Retención de frutos por punto de floración(%), para aplicaciones en las fechas 01 y 15 de octubre.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES PROMEDIOS DE FRUTOS RETENIDOS
01 OCT: FRUTALIV 75% DE FLORACIÓN	1,00 A
01 OCT: FRUTALIV 50% DE FLORACIÓN	2,38 A B C
01 OCT: FRUTALIV 25% DE FLORACIÓN	3,77 A B C
01 OCT: AC. GIBERELICO 75% DE FLORACIÓN	1,58 A B
01 OCT: AC. GIBERELICO 50% DE FLORACIÓN	2,52 A B C
01 OCT: AC. GIBERELICO 25% DE FLORACIÓN	2,62 A B C
01 OCT: M Y M ELEMENTOS 75% DE FLORACIÓN	2,72 A B C
01 OCT: M Y M ELEMENTOS 50% DE FLORACIÓN	1,68 A B
01 OCT: M Y M ELEMENTOS 25% DE FLORACIÓN	1,98 A B
01 OCT: AGUA 75% DE FLORACIÓN	1,49 A B
01 OCT: AGUA 50% DE FLORACIÓN	1,90 A B
01 OCT: AGUA 25% DE FLORACIÓN	4,70 A B C D
15 OCT: FRUTALIV 75% DE FLORACIÓN	5,79 B C D E
15 OCT: FRUTALIV 50% DE FLORACIÓN	9,69 E F
15 OCT: FRUTALIV 25% DE FLORACIÓN	16,58 G
15 OCT: AC. GIBERELICO 75% DE FLORACIÓN	3,66 A B C
15 OCT: AC. GIBERELICO 50% DE FLORACIÓN	5,83 B C D E
15 OCT: AC. GIBERELICO 25% DE FLORACIÓN	12,06 F G
15 OCT: M Y M ELEMENTOS 75% DE FLORACIÓN	4,84 A B C D
15 OCT: M Y M ELEMENTOS 50% DE FLORACIÓN	5,27 A B C D E
15 OCT: M Y M ELEMENTOS 25% DE FLORACIÓN	6,65 C D E
15 OCT: AGUA 75% DE FLORACIÓN	8,96 D E F
15 OCT: AGUA 50% DE FLORACIÓN	8,96 D E F
15 OCT: AGUA 25% DE FLORACIÓN	6,60 C D E

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

Los porcentajes de retención de frutos para los distintos tratamientos en las fechas de aplicación de octubre se presentan en el anexo 6.

Para la fecha 1 de octubre el tratamiento agua 25% de floración es el mejor tratamiento, lo que concuerda con el efecto obtenido en la primera fecha de aplicación.

Esto es explicado por el menor número de frutos cuajados por los testigos los que no serían afectados mayormente por la caída natural de frutos.

Al analizar la tercera fecha de aplicación es posible observar el marcado efecto que presenta el tratamiento Frutaliv 25% de floración en la fecha del 15 de Octubre como el mejor tratamiento el cual estadísticamente es igual al tratamiento ácido giberélico 25% de floración para la misma fecha.

El comportamiento de los testigos para esta fecha son superados claramente por los dos tratamientos anteriormente señalados.

Esto podría ser explicado por los altos niveles de cuaja que presentaron los tratamientos de Frutaliv y ácido giberélico en las fechas del 15 de septiembre y el 1 de Octubre.

El cuadro 7 presenta el número de frutos cuajados y retenidos en marzo de 1998, correspondientes a la segunda fecha de aplicación.

CUADRO 7. Número de frutos cuajados y retenidos por tratamiento , en la fecha de aplicación 01 de Octubre de 1997 (retención medida en Marzo de 1998).

Macro y Micro elementos	Nº frutos cuajados de los 8 puntos de floración.	Nº de frutos retenidos de los 8 puntos de floración.
Tratamientos 75% de floración	1094	25
Tratamientos 50% de floración	948	14
Tratamientos 25% de floración	1067	21
Frutaliv		
Tratamientos 75% de floración	1368	14
Tratamientos 50% de floración	1110	25
Tratamientos 25% de floración	1135	42
Acido giberélico		
Tratamientos 75% de floración	1409	22
Tratamientos 50% de floración	1459	33
Tratamientos 25% de floración	1419	33
Agua		
Tratamientos 75% de floración	1208	18
Tratamientos 50% de floración	898	16
Tratamientos 25% de floración	811	35

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de probabilidad $P=0,05$ según test de Tukey.

El cuadro 7. muestra al tratamiento de ácido Giberélico con la mayor cantidad de fruta al ser analizado con respecto al número total de frutos retenidos hasta marzo de 1998, seguido por los tratamientos de Frutaliv, luego macro y micro elementos y por último agua.

Esto se explica al analizar los porcentajes de cuaja de los tratamientos, ya que los tratamientos con agua mostraron menores porcentajes de cuaja, presentando las menores cantidades de frutos cuajados con respecto a los demás tratamientos, ya que al tener menor cantidad de fruta el porcentaje de retención de estas mismas

es superior a cualquier tratamiento que presente mayor cantidad de fruta cuajada.

Así, los tratamientos que presentaron mayor cantidad de fruta total media en marzo, fueron los tratamientos con ácido giberélico. Esto es explicado por la mayor estimulación del brote vegetativo, ya que al estar más desarrollado con respecto a los demás tratamientos, posee una mayor capacidad de exportar fotosintatos y así mejorar la retención de la fruta, además de dejar de presentar la característica de brote no autotrófico, el cual es un sink más fuerte comparado a la floración y cuaja (SCHOLEFIELD *et al* 1985; WOSTENHOLME *et al*, 1988; WHYLEY, 1994, citados por SALAZAR y LOVATT, 1997).

Los tratamientos de Frutaliv presentaron número final de fruta retenida menor que los tratados con ácido giberélico pero mayores que los tratados con macro y microelementos, lo cual estaría dado por un mejor efecto nutritivo con respecto al desarrollo del brote ya que el efecto de los macro y microelementos estaría dado mayormente sobre la cuaja por su acción sobre el grano de polen.

Como fue señalado anteriormente los registros térmicos presentes durante la segunda fecha de aplicación señalan que el periodo en que fue realizado el ensayo no presentó condiciones de estrés, por lo cual el número de frutos cuajados fue superior a las otras dos fechas de aplicaciones, y por otro lado la cantidad de fruta total retenida es menor que en la tercera fecha de aplicación, producto de la mayor competencia de los frutos recién cuajados dentro de cada panícula.

El cuadro 8 presenta el número de frutos retenidos en marzo de 1998, que corresponden a la tercera fecha de aplicación.

CUADRO 8. Número de frutos cuajados y retenidos por tratamiento en la fecha de aplicación 15 de octubre de 1997 (retención medida en marzo de 1998).

Macro y Micro elementos	Nº frutos cuajados de los 8 puntos de floración.	Nº de frutos retenidos de los 8 puntos de floración.
Tratamientos 75% de floración	324	14
Tratamientos 50% de floración	375	20
Tratamientos 25% de floración	441	24
Frutaliv		
Tratamientos 75% de floración	478	25
Tratamientos 50% de floración	394	40
Tratamientos 25% de floración	529	77
Acido giberélico		
Tratamientos 75% de floración	599	26
Tratamientos 50% de floración	537	40
Tratamientos 25% de floración	838	79
Agua		
Tratamientos 75% de floración	235	20
Tratamientos 50% de floración	235	21
Tratamientos 25% de floración	312	20

Los números de frutos retenidos en la fecha de aplicación del 15 de octubre que se presentan en la tabla 8 muestran cantidades de fruta retenida mayores a las dos fechas anteriores producto de que inician con menor cantidad de flores abiertas por lo que se suma a un desarrollo del brote más avanzado en todos los tratamientos nos lleva a tener mayores cantidades de fruta en cada brote.

La lluvia ocurrida el 14 de octubre de 1997 influyó negativamente sobre el número de frutos cuajados, siendo menor en todos los tratamientos, comparado con la segunda fecha de aplicación, por lo cual la competencia inicial de los frutos recién cuajados dentro de cada panícula fue menor, traduciéndose en una mayor cantidad de fruta retenida final en todos los tratamientos.

El mejor tratamiento corresponde a ácido giberélico en un 25% de floración, debido

a el gran desarrollo del brote vegetativo de las inflorescencias indeterminadas, el cual pudo retener una mayor cantidad de fruta cuajada, a diferencia de los tratamientos Frutaliv y macro y micro elementos los cuales sólo estimulan al brote en un momento cercano a la fecha de aplicación.

6. CONCLUSIONES

El estado de floración y la fecha de aplicación de los productos presentan un efecto importante sobre la cuaja y retención de los frutos .

En fechas tempranas de aplicación (15 de septiembre) el mejor tratamiento para incrementar la cuaja es la aplicación de Frutaliv sobre puntos de floración con 75% de flores abiertas.

Las temperaturas observadas durante la primera fecha de aplicación no resultaron ser limitantes , por lo cual el producto aumentó la cuaja por el contenido de macro y microelementos que contiene y no por su acción antiestrés térmico.

Para las fechas de aplicación de octubre el mejor efecto sobre cuaja fueron los tratamientos de ácido giberélico aplicado el 15 de octubre con un 25% de floración y el 01 de octubre con un 75% de floración.

El ácido giberélico estimuló el crecimiento del brote vegetativo a nivel de brotes indeterminados disminuyendo la competencia inicial al acortar la condición de brote no-autotrófico.

El efecto de los macro y micro elementos sobre la cuaja fue similar al efecto de los tratamientos de Frutaliv, lo cual confirmaría que para las condiciones de estudio el efecto sobre la cuaja del producto Frutaliv estaría dado principalmente por sus componentes de macro y micro elementos y luego por el contenido de aminoácidos.

El análisis de frutos retenidos para la fecha de aplicación del 15 de septiembre

determinó que existen diferencias significativas sólo entre los estados de floración, y de esta forma todos los tratamientos presentaron los mejores porcentajes de retención al ser aplicados con un 25% de floración.

Para las fechas de aplicación de octubre el análisis de retención de fruta determinó que los mayores porcentajes de fruta retenida se obtiene al aplicar el 15 de octubre el producto Frutaliv con un 25% de floración y el ácido giberélico aplicado el 15 de octubre con un 25% de floración.

El ácido giberélico estimula a un desarrollo mayor y anticipado del brote vegetativo el cual mejoraría la alimentación de los frutos cuajados y su posterior respuesta a las caídas naturales presentes.

Los porcentajes de retención de frutos de los testigos son altos especialmente en la primera y segunda fecha de aplicación, lo que esta dado por la menor cantidad de fruta cuajada con respecto a los otros tratamientos. Los tratamientos de ácido giberélico presentaron niveles altos de cuaja y cantidades de frutos retenidos mayores a los testigos, sin embargo sus porcentajes de retención son menores.

Los tratamientos de ácido giberélico en las fechas de aplicación de octubre presentaron una mayor cantidad final de fruta retenida con respecto a Frutaliv, macro y micro elementos y agua, lo cual estaría dado por una mejor respuesta de la cuaja y de la retención de frutos.

7. RESUMEN

La producción comercial de paltos (*Persea americana* Mill.) en la zona de Quillota presenta una serie de limitaciones para su cultivo. Una de estas limitantes son las malas condiciones para la cuaja que presenta en esta zona, dado principalmente a que la floración se presenta en gran parte bajo regímenes térmicos sub-óptimos para la cuaja de la especie.

En el presente ensayo se evaluó el efecto sobre la cuaja y retención de frutos la aplicación del producto comercial Frutaliv (compuesto a base de aminoácidos de hidrólisis enzimática, macro y micro elementos y pirofosfatos), una solución de macro y micro elementos, ácido giberélico y agua, sobre un huerto comercial de paltos cv.Hass de 6 años en la zona de Quillota.

Las aplicaciones fueron realizadas en tres fechas que corresponden al 15 de septiembre, 1 de octubre y 15 de octubre de 1997 y sobre tres estados de floración (75%,50% y 25%) para cada uno de los tratamientos, aplicando sobre puntos de floración a los cuales previamente se contó el número de flores presentes. Los parámetros a medir fueron el porcentaje de frutos cuajados por tratamiento, medido 10 días después de cada fecha de aplicación, y el porcentaje de frutos retenidos para cada tratamiento, medido en marzo de 1998.

Se logró determinar que para la primera fecha de aplicación el mejor tratamiento para cuaja fue Frutaliv aplicado en un 75% de floración. En las fechas de aplicación de octubre los mejores porcentajes de cuaja se lograron con la aplicación de ácido giberélico con un 25% de flores abiertas el 15 de octubre y el 01 de octubre con un 75% de floración.

El análisis de frutos retenidos el 15 de septiembre indica que el porcentaje de retención de fruta es mayor al aplicar cualquier producto con un 25% de floración, y para el mes de octubre los mejores tratamientos corresponden a Frutaliv aplicado el 15 de octubre con un 25% de floración y ácido giberélico aplicado el 15 de octubre con un 25% de flores abiertas.

LITERATURA CITADA

- ALONI, B. and ROSENSHTEIN, G. 1982. Effect of Bleeding on Tomato Cultivars: The Relationships between Proline Accumulation and other Morphological and Physiological Changes. *Physiol. Plant.* 56: 513-517.
- _____ and ROSENSHTEIN, G. 1984. Proline accumulation: A parameter for evaluation of sensitivity of tomato varieties to drought stress?. *Physiologia Plantarum* 61:231-235.
- BAKER, H.G. and BAKER, I. 1973. Amino acids in nectar and their evolutionary significance. *Nature* 241:543-545.
- BARNETT, N.M. and NAYLOR, A.W. 1966. Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. *Plant Physiology* 41:1222-1230.
- BECKEY, R. 1989. To bee or not to be. Pollination of avocados. *California Grower* 13(2):30-32
- BENDER, G. 1996. Pollinator, water help reduce fruit drop. *California Grower* 20(5): 20-22.
- _____ 1997. Bloom spray may improve fruit set. *California Grower* 21 (5): 17-18.
- BERGH, B. O. 1967. Reasons for low yields in avocados. *California Avocado Society Yearbook* 51:161-172.
- _____ 1969. Avocado (*Persea americana* Mill.) in: Ferwanda, F.P. and Witt, F.(eds): Out lines of parental crops breeding in tropics. Netherlands. Landbouwhogeschool. pp23-51.
- BIOIBERICA S.A.: 1991. Terra-Sorb nivel III. 32p.
- BOHINSKI, R. C. Bioquímica 5ª edición. Wilmington, U.S.A. Addison-Wesley.

Editorial Iberoamericana, 1991. 739p.

BRINGHUST, R. S. 1952. Sexual reproduction in the avocado. California Avocado Society Yearbook. pp. 210-214.

BRU, J. y DE TORRES, M. 1992. Boro micronutriente agrícola. España, Bórax España S. A., Departamento Agrícola. 85p.

CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid, Mundi-Prensa. 249 p.

DEGANI CH.; GOLDRING A.; GAZIT SH. and LAVI U. 1986 Genetic selection during the abscission of avocado fruitlets. HortScience 21 (5):1187-1188.

CHU T. , JUSAITIS, M. ASPINALL D. y PALEG L. 1978. Acumulación de free proline at low temperatures. Physiology Plantarum 43:254-260.

DAVENPORT, T. L. 1989 Pollen deposition on avocado stigmas in Southern Florida. HortScience 24:844-845.

_____ T., SCHAFFER.B y FINAZZO S.: 1994. Particioning of photoasimilates in avocado (*Persea americana* M.) during flowering and fruit set. Tree Physiology 14(2) 153-164.

ESCAICH, J., SOLER, F. JUNCOSA, R., GOMIS, :P: 1991. Fructificación en cultivos tratados con aminoácidos de hidrólisis enzimática. Horticultura 67:47-52.

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.

GÓMEZ, C. 1984 Hormonas vegetales. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. 49p.

GOMIS.P., AVILA, LL, RUHI, R., VILA_PAHI, F.J. 1987. Fertilización a base de aminoácidos. Fruticultura Profesional 12:156-157.

- HANSON, A.D.; NELSEN, C.E.; PEDERSEN, A.R. and EVERSON, E.H. 1979. Capacity for Proline Accumulation During Water Stress in Barley and its Implications for Breeding for Drought Resistance. *Crop Science* 19: 489-493.
- INQUE, H.; TAKAHASHI, B.; SHIRATO, K. 1992. Morphology and fertility of pollen of avocado (*Persea americana* M.) *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. 36(1):45-50.
- JUNCOSA, R., CARDUS, J., NUSIMOVICH, A.D., GOMIS, P. 1990. Rendimiento de plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*) de la variedad Carmelo tratadas con un hidrolizado enzimático de tejidos animales, aplicado por fertirrigación en riego localizado de alta frecuencia. *Agrícola Vergel* 8(99):164-165.
- JUNCOSA, R.; NUSIMOVIC, A.D. and GOMIS. 1989. Un hidrolizado enzimático de tejidos animales como protector de la fotosíntesis en situaciones climáticas adversas. *Agrícola Vergel* 8(95):619-620.
- KATO T., MAKOTO Y. y SADA O T. 1985. Upward translocation of c-amino compounds in xylem and phloem of citrus trees (*citrus unshiu* M.) . *Hort science*54(2):163-170.
- LEVI, Y. 1980. Field determination of free proline accumulation and water-stress in Lemon trees. *HortScience* 15(3):302-303.
- LOUPASSAKI, M.; VASILAKAKIS, M. ; ANDROULAKIS.I: 1997. Effect of pre-incubation humidity and temperature treatment on the *in vitro* germination of avocado pollen grains. *Euphytica* 94(2):247-251.
- LOVATT. C. 1994. Does an avocado early bloom spray make dollars and sense. *California grower* 8(3):13-15.
- LOVATT, C. J.; BERTLING.I; BLANKE, M. 1995. Comparison of determinate vs. indeterminate inflorescence to determine the roles of PGRs (Cytoquins,ABA,GA or AIA), carbohidrato, nitrogeno and other nutrients in fruit set of the "Hass" avocado. *California Avocado Society Yearbook*

78: 183-186.

- MARTÍNEZ, A.R. 1981. Proyecto de implantación de un sistema de riego tecnificado en la estación Experimental "La Palma", Quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102p.
- MATUS, F.M. 1990. Determinación del coeficiente de cultivo máximo en kiwi (*Actinidia deliciosa*) para la localidad de Quillota mediante el empleo de bandeja evaporimétrica U.S.W.B. clase "A". Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 66p.
- MENDOZA, H. 1992. Uso de Hormonas y bioestimulantes en Tomate bajo Invernadero. Curso de producción de Tomate forzado y al aire libre. Quillota, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Pp:11-34.
- MUTTERS R.G., FERREIRA LG. R. and HALL A.E. 1989. Proline content of the anthers and pollen of heat-tolerant and heat-sensitive Cowpea subjected to different temperatures. Crop Science 29:1497-1500.
- NAAMNI, F. ; RABINOWITCH, H.D. y KEDAR, N. 1980. The effect of GAS application on flowering and seed production in onion. Journal American Society for Horticultural Science 105(2): 164-167.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET J., SIERRA C., DEL POZO A. 1989 Mapa agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p
- PAPADEMETRIOU, M. K. 1975. A study of the viability of avocado pollen under natural conditions. California Avocado Society Yearbook 58:74-77.
- RAGHAVENDRA, A.S. and REDDY, K.B. 1987. Action of proline of stomata differs from that of abscisic acid, g-substances, or methyl jasmonate. Plant Physiology 83:732-334.
- RILEY.J.M. 1987. Giberelic acid for fruitset and seed germination. <http://www.crfq.org/tidbits/Kibberellic.html>. 1987 CRFG Journal 19:10-12.

- ROBBERTSE, P.J.; COERTZER, L.A. ; SMITH, M.F.; CONRADIE, W: 1995. Effect of pollen parent on pollen tube growth in Hass avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 18:17-19.
- RODRÍGUEZ, F. 1982. El Aguacate. México, AGT. 167p.
- ROJAS, B. 1992 Los bioestimulantes ¿ solución a los problemas climáticos?. Empresa y avance agrícola.
- ROJAS, M. y RAMÍREZ, H. 1991. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Fisiología-Tecnología y experimentación. México, Editorial Limusa S. A. 239p.
- SAMAR, N. SPIEGEL-ROY, P 1984. In vitro germination of Avocado Pollen. HortScience 19(6):886-888.
- SALAZAR, S. AND LOVATT, C. 1992. Use of gibberellic acid to manipulate flowering to the hass avocado: a preliminary report. Searching for Quality, New Zealand, 23-26 septiembre, pp: 106-111.
- SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. Fisiología vegetal. México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1992. 760p.
- SCHOBERT, C.; KÖCKENBERGER, W. and KOMOR, E. 1988. Uptake of Aminoacids by plants from the soil: A comparative study with Castor Bean Seedlings grown Under Natural and Axenic Soil Conditions. Plant and Soil 109: 181-188.
- SCHROEDER, C. A. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook. pp 39:40
- SEDGLEY, M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets Annals of Botany 43:353-358.
- _____ 1987. Flowering pollination and fruit-set of avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 10:42-43.

_____ 1976. Control by the embryo sac over pollen tube growth, in the style of the Avocado (*Persea americana* Mill.) *New Phytol.* 77:149-152.

_____ 1977. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the avocado. *Scientia Horticulturae* 14:27-33.

_____ and ANNELLS, C. M.: 1981. Flowering and fruit set response to temperature in the avocado cultivar Hass. *Scientia Horticulturae* 14:27-33

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

SILVA, H. y RODRÍGUEZ, S. 1995. Fertilización de las plantaciones frutales. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 519p.

SIVORI, M. ; MONTALDI, M. ; CASO. 1980. Fisiología vegetal, Buenos Aires, Hemisferio Sur. 681 p.

STEWART, C.R. 1978. Role of Carbohydrates in Proline Accumulation in Wilted Barley Leaves. *Plant Physiology* 61:775-778.

STOUT, A. B. 1932 Sex in avocado and pollinations. California Avocado Growers Association Yearbook pp. 172-173.

TAYLOR, L.P. ; HELPER, P. K. 1997. Pollen germination and tube Growth. Annual Review. *Plant Physiology* 48:461-491.

TAIZ, L. and ZEIGER, E. 1991 *Plant Physiology*. Redwood City, California, Benjamin/Cummings. 559p.

THORP, T.G.; ASPINALL, D.; SEDGLEY, M.: 1993. Influence of the shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana* M.) cv. Hass. *Journal of Horticultural Science* 68(5):645-651.

WHILEY, A. W.; CHAPMAN, K.R. and SARANAH, J.B. 1988. Water loss by floral

structures of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte, during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39:457-467.

WHILEY, A.W. and WINSTON, E. C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers Association Yearbook 10:45-47.

WOLSTENHOLME, B.N. 1986. Energy cost of fruiting as a yield-limiting factor with special reference to avocado. Acta Horticulturae 175:121-126

WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Some thoughts in flowering in avocado trees. Journal of the South African Avocado Growers Association 10:3-4.

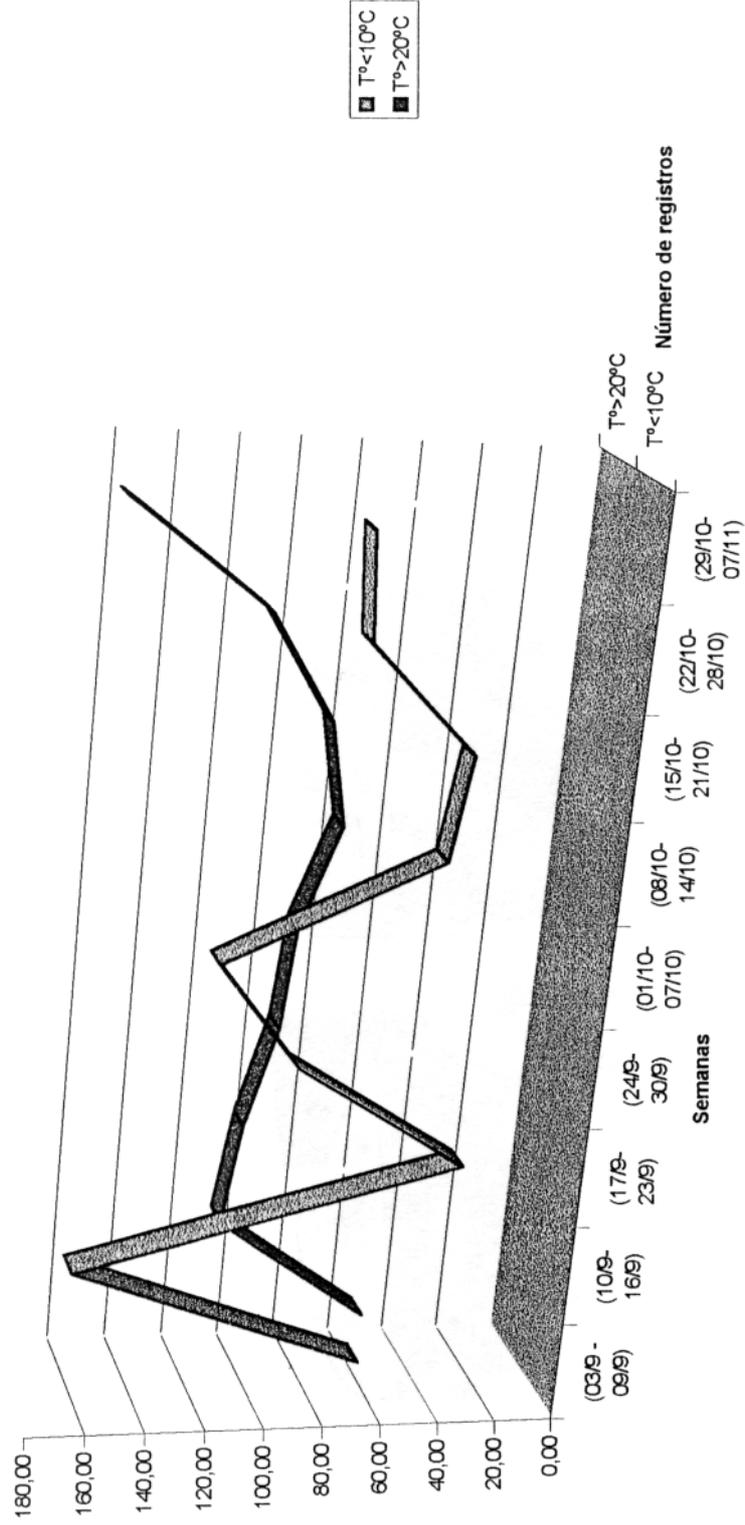
YAMAZAKI, H. ; KOSHIOKA, M. ; YOSHIDA, k.
<http://www.sheridancom/aspp/abs/47/0851.html>

ZAMET, D. N.. 1990. The effect of minimum temperature on avocado yields. California Avocado Society Yearbook. 247-255.

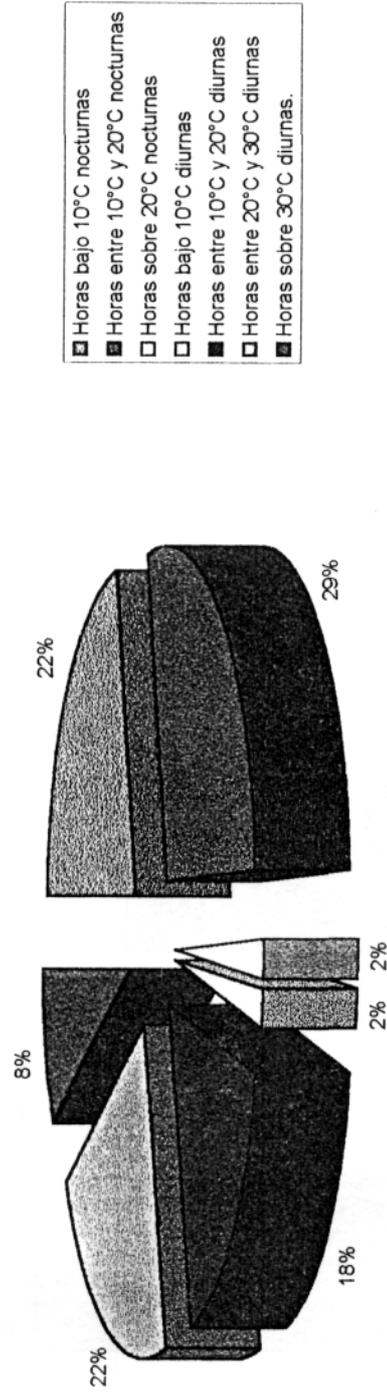
ZILKAH S., KLEIN Y. and FEIGENBAUM S. 1987. translocation of foliar-applied urea 155N to reproductive and vegetative sinks of avocado and its effect on initial fruit set. Journal American Society Hort Science 112(6):1061-1065.

ANEXOS

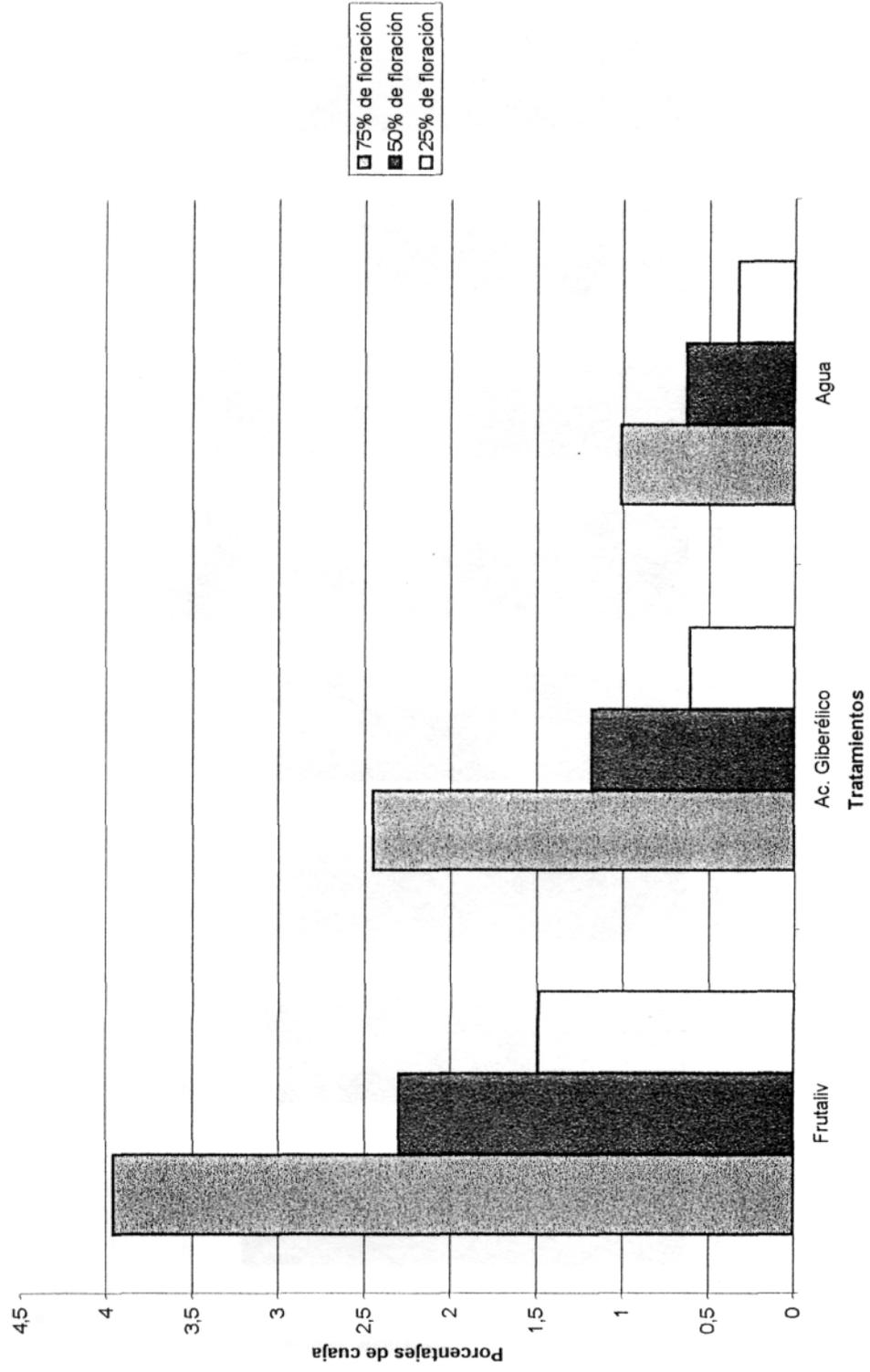
Anexo 1.0 Registro de temperatura de Septiembre y Octubre de 1997 en la zona de Quillota.



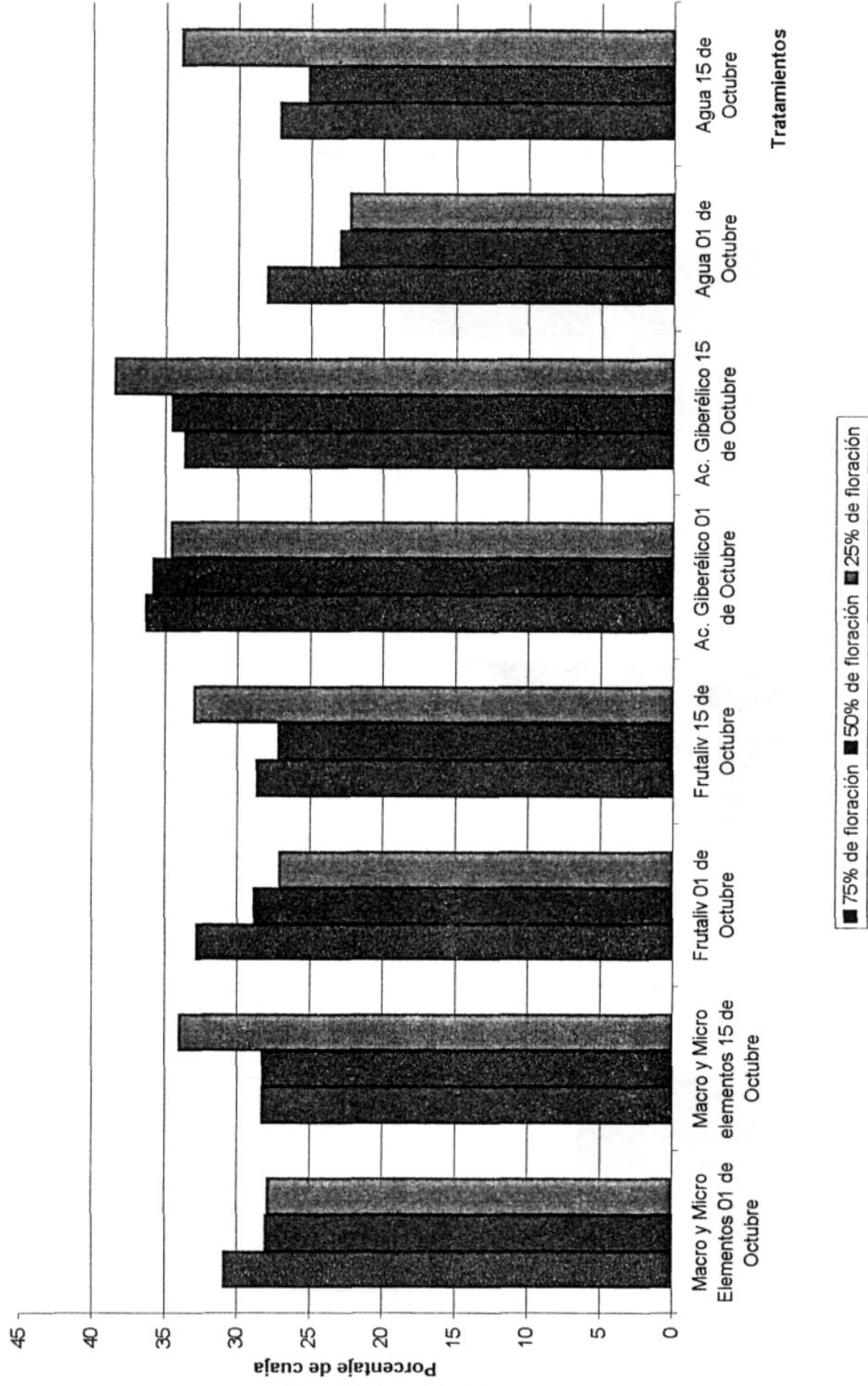
Anexo 2.0 Comparación porcentual de horas de los rangos críticos de temperatura para la cuaja del palto durante el período de ensayo en la zona de Quillota.



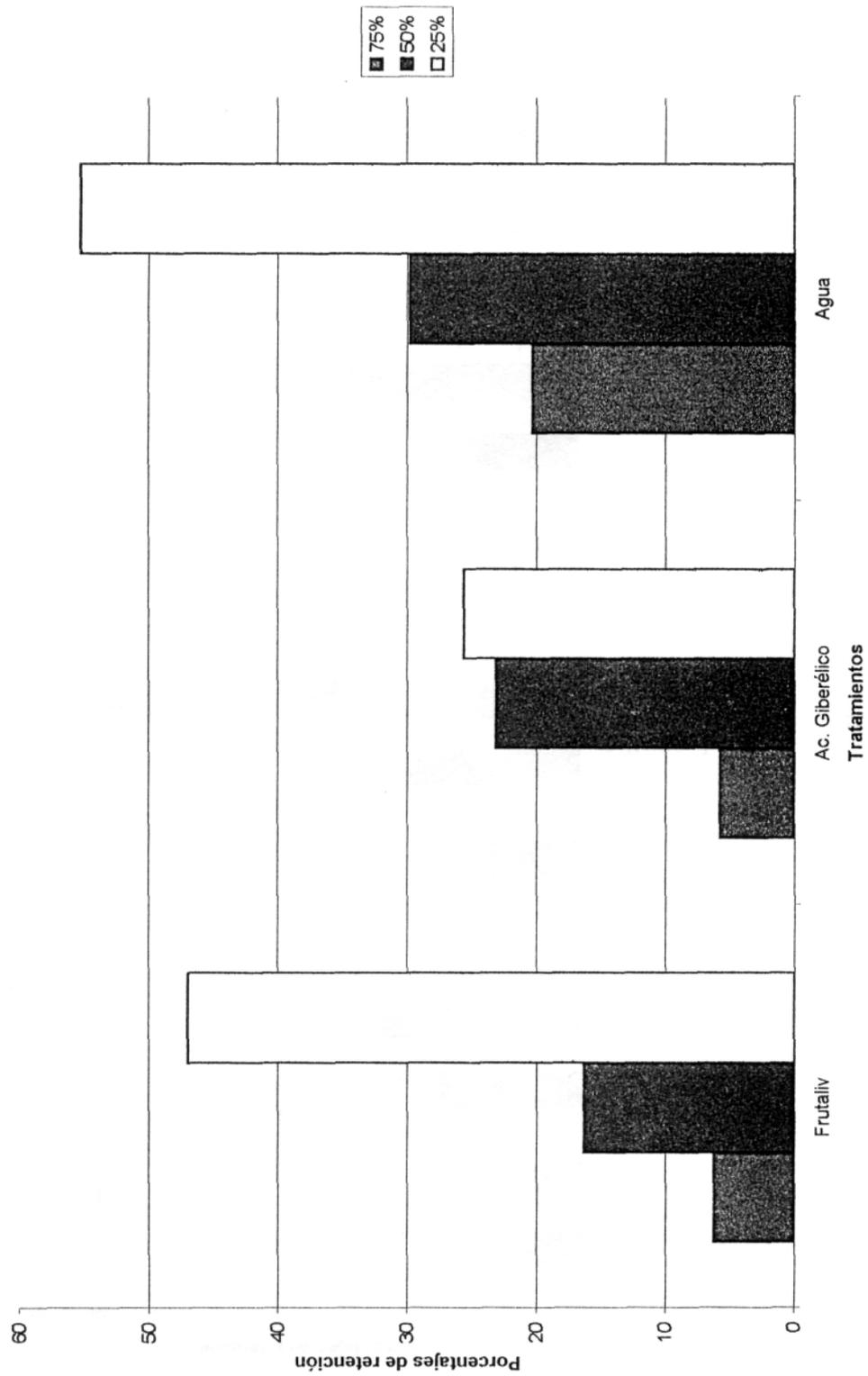
Anexo 3.0 Porcentajes promedio de frutos cuajados en la fecha de aplicación del 15 de Septiembre.



Anexo 4.0 Porcentajes promedio de frutos cuajados de los tratamientos en las aplicaciones del 01 de Octubre y 15 de Octubre.



Anexo 5.0 Porcentajes promedio de frutos retenidos para la aplicación del 15 de Septiembre.



Anexo 6.0 Porcentajes promedio de fruta retenida de los tratamientos en las fechas de aplicación del 01 de Octubre y 15 de Octubre.

