

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN PRODUCTO DE ORIGEN AMONUACÍDICO
APLICADO EN FLORACIÓN SOBRE LA CUAJA Y RETENCIÓN DE FRUTA DEL
PALTO cv. HASS, EN LA ZONA DE QUILLOTA

MAURICIO CLAUDIO SIL SAN MARTIN

QUILLOTA – CHILE
1997

1. ÍNDICE DE MATERIA

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Antecedentes generales del palto
 - 2.2. Situación actual y proyecciones de mercado.
 - 2.3. Ciclo fenológico del palto.
 - 2.3.1. Comportamiento de la floración.
 - 2.3.1.1. Influencia de los factores climáticos en la floración.
 - 2.3.2. Polinización y cuaja.
 - 2.4. Efecto del estrés en los vegetales.
 - 2.5. Rol de los aminoácidos en la agricultura.
 - 2.5.1. Estructura de los aminoácidos.
 - 2.5.2. Aminoácidos y proteínas.
 - 2.5.3. Funciones de los aminoácidos bajo condición de estrés.
3. MATERIALES Y MÉTODOS.
 - 3.1. Ubicación del experimento.
 - 3.2. Condiciones climáticas de la zona del ensayo.
 - 3.3. Material vegetal.
 - 3.4. Diseño experimental.
 - 3.5. Tratamientos.
 - 3.5.1. Selección del material
 - 3.5.2. Exposición
 - 3.5.3. Fechas de aplicación.
 - 3.6. Aplicaciones
 - 3.6.1. Producto aplicado y dosis utilizada
 - 3.6.2. Modo de aplicación
 - 3.7. Registro
 - 3.7.1. Método de registro de temperaturas
 - 3.7.2. Método de registro de cuaja
 - 3.7.3. Método de registro de retención

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Evolución de temperaturas durante el período

4.1.2. Presencia de temperaturas entre 20°-25°C.

4.1.3. Incidencia de temperaturas durante el período.

4.2. Número de frutos cuajados.

4.2.1. Número de frutos cuajados, exposición Norte.

4.2.2. Número de frutos cuajados, sector Sur.

4.2.3. Análisis estadístico de cuaja.

4.3. Número de frutos retenidos.

4.3.1. Número de frutos retenidos, sector Norte.

4.3.2. Número de frutos retenidos, sector Sur.

4.3.3. Relación entre frutos retenidos en ambas caras.

4.3.4. Análisis estadístico de retención

5. CONCLUSIONES

6. RESUMEN

7. LITERATURA CITADA

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN.

Dentro del progresivo aumento en la intensificación de los manejos en la agricultura moderna, es necesario cada vez más, tender a la regulación de los procesos biológicos de importancia en el logro de los objetivos relacionados con la productividad en la explotación frutícola moderna.

Si por medio de estas prácticas, se logra aumentar la productividad de la planta en cultivos de especial interés económico, tanto en su superficie como en su producción, y con posibilidades de expansión en el futuro, se podrá deducir la importancia que en sí tiene la búsqueda de nuevos manejos que hagan aún mas rentable la explotación de estas especies.

En paltos, uno de los procesos de mayor problemática que incide en el rendimiento es la floración, constituyéndose un factor como las bajas temperaturas durante este período en un elemento adverso.

En la zona de Quillota se ha cuantificado en poco más de 18 días, el período con temperaturas óptimas para el proceso de polinización y cuaja de los frutos de Hass (CAUTÍN, 1997)*, como en la zona, la floración se prolonga por lo menos 2 meses y medio, es necesario evaluar el comportamiento de las flores en aquellos períodos en donde las temperaturas provocan condiciones de estrés para el vegetal.

CAUTÍN, R. Ing. Agr. 1997. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación Personal.

Desde un tiempo a esta parte, el estudio de la fisiología del estrés en los vegetales ha llevado a probar una serie de productos con el fin de minimizar su efecto, y posibilitar una respuesta positiva en éste.

Este taller persigue bajo este concepto, comprobar la efectividad del uso de un producto basado en aminoácidos esenciales, aplicados en una formulación comercial denominada FRUTALIV sobre las flores del palto, variedad Hass, en distintas oportunidades dentro del período de floración.

El objetivo general buscado es:

1.- Determinar el efecto directo de la aplicación del producto, sobre los niveles de aumento de los frutos cuajados.

Y dentro de los objetivos específicos :

a.-Determinar si existe un efecto reforzador de la cuaja, al aplicar el producto en distintos períodos, considerando entre éstos aquellos de menor temperatura que los definidos como óptimos para el desarrollo del proceso en paltos.

b.- Evaluar el efecto sobre la retención de fruta en el árbol posteriormente al período de caída normal de diciembre-enero.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Antecedentes generales del Palto.

El palto (*Persea americana* Mill.), pertenece a las familias de las Lauráceas, suborden Magnolíneas, orden Ranales, clase dicotiledónea. El género de las *Persea* consta de unas 50 especies, gran número de las cuales como el palto, son nativas de México y de la América Central (CHANDLER, 1962).

Al parecer, esta especie que tiene una amplia zona de crecimiento, fue formando grupos de plantas más adaptadas a las condiciones naturales de las distintas regiones, en donde se difundió y con el tiempo esos grupos se fueron diferenciando cada vez más, seleccionándose naturalmente a tal extremo que algunos botánicos las consideran especies distintas (GARDIAZABAL, 1991).

Se han distinguido tres razas de paltos, según su zona de origen: Mexicana, Guatemalteca y Antillana. Los árboles de raza mexicana tienden a tener olor a anís en las hojas, el fruto tiende a madurar de seis a ocho meses después de la floración, y presentan una piel lisa y delgada (CHANDLER, 1962) además resisten mejor que las otras razas las bajas temperaturas y la sequía

Los árboles de la raza Guatemalteca tienden a producir frutos más grandes, necesitan más tiempo para desarrollarse totalmente, a partir de la floración, y tienen la piel más gruesa, más dura y más rugosa que los de la raza Mexicana. Los árboles son menos resistentes al frío que los de la raza Mexicana, no presentan tampoco olor a anís en las hojas (CHANDLER, 1962).

Los árboles de algunas variedades de la raza Antillana (o de las Indias Occidentales) producen frutos pequeños y los de otras variedades frutos muy grandes, la piel de los frutos tiende a ser un poco más delgada y lisa que en la raza Guatemalteca (CHANDLER, 1962), a la vez de no presentar olor a anís, presentan cascara coriácea y delgada, pulpa amarillenta, acuosa y bajo nivel de aceite.

La variedad Hass es de raza Guatemalteca, razón por la cual es mucho más afectada que la variedad Fuerte por las heladas, resistiendo sólo -1.1 °C. Florece más tarde que la anterior, por ello seguramente se la podrá llevar más cerca de la costa, en donde hay climas más frescos, pero sin heladas. También parece tolerar climas más secos que los que afectan a la Fuerte siempre que no hiele. La floración dura tres meses y el fruto se puede cosechar durante 8 meses en una misma zona (GARDIAZABAL, 1991).

El árbol tiene un crecimiento mediano, erecto pero no piramidal, fruto piriforme a ovoide. La cascara es gruesa, algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol, de semilla pequeña. El contenido de aceite oscila entre 15 a 20% y madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga (GARDIAZABAL, 1991).

2.2 Situación actual y proyecciones de Mercado:

La producción mundial de paltas estimadas para la temporada 1993 alcanzó las 2,1 millones de toneladas anuales, de esto casi las tres cuartas partes de la producción la concentró el continente americano, siendo México el principal productor a nivel regional y mundial (ORTUZAR, 1996).

En la región, Chile y Colombia son los dos países en que la producción de paltas ha tenido un mayor crecimiento durante los últimos dos años (ORTUZAR, 1996). La tasa de plantación en Chile es de aproximadamente 1000 ha al año, llegándose a la actualidad a cerca de 13500 ha (Estimación ODEPA, 1996) de superficie total..

Esta enorme superficie correspondiente a tierras de elevado valor, dada su exigencia climática y al alto precio de la fruta, han convertido al palto en uno de las especies frutales más importantes de Chile (RAZETO, 1996).

El principal motivo de este "boom" paltícola radica en el éxito obtenido por la exportación de esta fruta. En efecto, el volumen exportado ha pasado desde cifras insignificantes en 1985, a niveles de 1.166.845 cajas de 11.5 kilos para la temporada 95/96 (RAZETO, 1996). Un mercado promisorio de la palta chilena es Argentina, país al cual ya se está exportando, además una muy buena alternativa de mercado es el interno, en el cual se destina entre un 70 y un 80% de la producción, constituyéndose en el segundo mercado económicamente más importante para el producto.

2.3. Ciclo fonológico del Palto (*Persea americana* Mili):

PALMA (1991) señala que la aproximación fenológica de los eventos evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo.

De ésto se deduce que el ciclo de crecimiento tenológico en el palto suministra una representación visual general del constante cambio en la competencia entre fuentes y sinks en el mismo árbol (WOLSTENHOLM Y WHILEY, 1990).

TAPIA (1993) para el cultivar Hass, al describir la sucesión de eventos ocurridos durante la temporada para la zona de Quillota, indica que el desarrollo vegetativo

presenta dos periodos de crecimiento, siendo el de primavera (7 de Sep. al 21 de Dic.) de mayor intensidad que el de otoño (29 de Mar. al 17 de May.). Por su parte, el desarrollo radicular presenta dos flushes, abarcando el primero desde el 28 de octubre al 3 de febrero, seguido de un período de estabilización y luego un aumento hasta el 17 de marzo, finalizando su crecimiento el día 13 de mayo. Por su parte, la floración se concentra entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el flush de crecimiento radicular.

Por su parte, PALMA (1991), indica que durante la temporada 90-91 esta floración llegó a su peak el día 31 de octubre, llegando a su término el 11 de diciembre. De la misma forma, HERNÁNDEZ (1991) coincide al registrar que la floración se concentra entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre, paralelo al flush de crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular.

Se puede observar que la floración, cuaja y brotación son eventos que se desarrollan en forma simultánea (WKILEY et al., 1988).

En el fondo, de esta característico crecimiento del palto, se puede suponer que el palto esta más predispuesto a crecer vegetativamente que a producir fruta, rasgo que permanece como vestigio de su origen en selva lluviosa (BERRIOS,1995).

WOLSTENHOLME Y WHILEY (1989) mencionan que la floración parte en forma conjunta con el crecimiento vegetativo de primavera, período de traslape y competencia intensa (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y agua en el árbol.

De aquí lo registrado por TAPIA (1993), al indicar que la caída de frutas presenta un peak entre el 20 de noviembre y el 8 de enero, es decir, aproximadamente un mes después del inicio de la floración.

La segunda caída de frutos es temprano en verano. De igual forma, está asociado con un flush vegetativo principal, resultando en una competencia en el ciclo de crecimiento por las reservas del árbol, esta caída a la vez estaría correlacionada directamente con la retención de fruta al madurar repentinamente (WHILEY, 1990).

El palto crece en flushes periódicos, resultando en una canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencias. Sin embargo, los brotes tienen un período largo que va desde la fase de importación neta a otra de exportación de carbohidratos.

Hasta el día 40 (desde su brotación), hay hojas que aún están importando carbohidratos para su crecimiento, existiendo una pérdida neta de energía para el crecimiento de este brote. Las hojas también pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los períodos de demanda (WHILEY, 1990; CAME-ROON, MULLER y WALLACE, 1952).

El manejo del crecimiento de los flushes y retención de la fruta se logra con fertilización cuidadosa, prácticas de riego adecuadas y la mantención de un sistema radicular sano (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988)

2.3.1. Comportamiento de la floración.

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimo de racimos, que puede ser axilar o terminal; estimándose unas 200 flores por panícula). El eje de la panícula es fuerte, pubescente y lleva numerosas brácteas caedizas. Las flores son bisexuales, con pedicelos cortos y pubescentes. El periantio se forma de una sola envoltura, que se ha interpretado como un cáliz constituido por seis partes agudas, amarillas y pubescentes en ambas caras, dispuestas en dos grupos de a tres, siendo las

externas ligeramente mayores. Hay doce estambres en cuatro ciclos; los dos primeros, externos, son de filamentos simples, cuyas anteras se abren por cuatro poros colocadas en dirección al centro de la flor; el tercer ciclo esta compuesto por los tres estambres con los poros abiertos hacia afuera, sus filamentos tienen en la base una glándula o nectario anaranjado, el cuarto ciclo el mas interno esta constituido por estaminodios. El pistilo se compone de ovario ovoide, blanco y pubescente, que termina en un estilo corto de estigma globoso.

Según SCHROEDER (1944), la inflorescencia del palto es comúnmente indeterminada, lo cual implica que los crecimientos florales están precedidos por una yema vegetativa en la punta del eje del crecimiento. El crecimiento de una yema vegetativa terminal del brote floral lateral eventualmente origina crecimientos florales laterales. Señala además que existen inflorescencias determinadas, las cuales presentan una inflorescencia similar a la indeterminada.

El palto produce en una forma alejada del eje, generalmente, en el sistema de ramas mas altas (RODRÍGUEZ, 1982), quedando regularmente estas inflorescencias ubicadas en la parte exterior del follaje del árbol.

Donde las condiciones climáticas no son favorables para la cuaja y todas las flores de una inflorescencia han caído, ahí frecuentemente se desarrollan nuevas flores. Esta segunda serie de yemas florales, aparentemente, se inicia y desarrolla dentro de un período de unas pocas semanas antes de la floración. El intervalo relativamente corto entre la inducción y plena flor parece ser característico de las plantas de hoja persistente subtropicales, las cuales están en activo crecimiento gran parte del año (SCHROEDER, 1953).

Las flores del palto muestran una marcada dicogamia, es decir, las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a destiempo, siendo el pistilo el que madura antes que los estambres, comportamiento conocido como protogínea (CAUTÍN, 1996).

En general, esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios. De cierta forma (la planta), trata que no cuaje la flor con su mismo polen y por eso que supera la madurez del estambre a la del pistilo (CAUTÍN, 1996).

Se ha determinado que existen períodos de apertura en cada una de las flores individuales, los cuales ocurren en diferentes días. Las flores del palto abren y cierran en su primer y segundo período en sets y pueden ser clasificados en dos grupos, según el hábito de floración. En el grupo de los cultivares tipo "A", las flores de un "set", abren femeninas en la mañana y cierran el mismo día, se mantienen cerradas hasta la tarde del día siguiente cuando abren como masculinas. Con la sucesión de aperturas el comportamiento es de femenina en la mañana y masculina en la tarde. En el grupo de los cultivares del grupo "B", abren primero femeninas en la tarde y masculinas en la mañana del día siguiente, o si el día es frío en la mañana del día subsiguiente (STOUT, 1932).

En cuanto al comportamiento sexual de las flores del palto en esta zona, TAPIA (1991) indica no haber registrado un comportamiento según la clasificación dada por STOUT (1932), pues existe un alto porcentaje de flores que abren sólo a su estado masculino o que caen sin abrir. Situación similar resulta de los antecedentes presentados por ARAYA (1996), el cual indica que el patrón A de floración no se cumple para el cultivar Hass, así como tampoco se cumple el patrón B para los cultivares Bacon, Edranol, Negra de La Cruz y Zutano.

En cuanto a los estados presentados por las flores del cv. Hass, de las panículas maestreadas solo el 47,2% presentan doble apertura, sumando cerca de 30,6% las flores que sólo presentaron un sexo durante su período de floración (ARAYA, 1996).

2.3.1.1. Influencia de los factores climáticos en la floración.

BRINGHURST (1952) relacionó el comportamiento floral del cultivar Hass respecto de la temperatura, mencionando que la dicogamia es afectada por la temperatura, observándose alta correlación entre la temperatura y la apertura de flores.

De la misma forma varios autores han sugerido que las temperaturas pueden ser causantes de bajas producciones o producciones irregulares en el palto (BRINGHURST, 1952; PETERSON, 1956; BERGH y WHITSELL, 1974; LESLEY y BRINGHURST, 1951 citados por SEDGLEY, 1977).

SEDÓLE Y (1977) 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, mencionan, se asegura un traslape de los estados femeninos y masculinos.

Por otro lado, WHILEY y WINSTON (1987), determinaron que la autopolinización en el cv. Fuerte puede ocurrir cuando las temperaturas son de 25 °C en el día y hasta 10°C en la noche.

Al abordar el tema de la dicogamia y la temperatura, GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) afirman que la dicogamia es menos sensible con temperaturas que varían entre 12- 17°C y 28-33°C entre la noche y el día, respectivamente. Esto se ve respaldado de los antecedentes aportados por PALMA (1991), HERNÁNDEZ (1991), CALVERT (1993)

y TAPIA (1993), los cuales coinciden en que este comportamiento sexual asignado a las distintas variedades no responde al comportamiento observado en la zona de Quillota y mas bien, correspondería al comportamiento en otras latitudes.

Sin embargo, GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) afirman que para las condiciones locales temperaturas diurnas de 23 a 27°C y temperaturas nocturnas superiores a 10°C, favorecen una óptima floración y cuaja.

2.3.2. Polinización y Cuaja:

Según SEDGLEY (1987), citado por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1987), la producción en paltos depende de una exitosa inducción, diferenciación, y también de la polinización y cuaja. Cualquier problema que se presente en alguno de estos procesos tendrá un efecto detrimental en la producción, no pudiendo remediarse, una vez producido el daño con algún manejo alternativo.

Cuando las flores han abierto y se da una coincidencia en los estados sexuales, ocurre lo que se denomina polinización, que es el arribo del polen (desde la parte masculina del ciclo reproductivo), sobre el estigma del pistilo (parte femenina de las flores), (LOVATT, 1990). Esta labor es mediada por insectos, como señala PAPADEMETRIOU (1976), el que al experimentar con la exclusión de abejas durante la cuaja, detecta sustantivas reducciones en los rendimientos de los huertos.

La flor del palto produce un gran número de granos de polen, siendo la proporción polen/óvulo comparativamente alta (COETZER y ROBBERTSE, 1986, citados por COETZER y ROBBERTSE, 1987). De hecho, SEDGLEY (1977) señala que en presencia de buenas temperaturas y trabajo de las abejas eficiente en la transferencia del

polen desde las flores abiertas al estado masculino a las flores con el pistilo receptivo, este factor no parece ser una limitante en la cuaja del palto.

La temperatura tiene un efecto marcado en todos los aspectos de desarrollo de la cuaja en paltos; bajas temperaturas durante la floración han sido encontradas correlacionadas con baja cuaja (SEDGLEY, 1977).

Bajo condiciones óptimas, el polen germina produce el desarrollo del tubo polínico hacia el estigma del estilo, y el tejido del ovario, al óvulo que contiene el huevo. La fusión del huevo y el esperma es la fertilización (LOVATT, 1990).

Según FAUST (1989), al analizar el fenómeno de crecimiento del tubo polínico en pomáceas, la germinación del polen es usualmente no lineal con la temperatura y grandemente depende de la variedad, sin embargo, el desarrollo del tubo polínico responde a temperaturas en mucha mayor relación lineal. Este aspecto es corroborado por SEDGLEY (1977) al analizar el efecto de las temperaturas en la velocidad de desarrollo del tubo polínico en el caso del cultivar "Fuerte", al exponer plantas a temperaturas de desarrollo durante floración y períodos posteriores, a 17 °C en el día y 12 °C en la noche, el desarrollo del tubo polínico asoma como 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.

Sin embargo, con temperaturas altas, entre 33/28°C, el desarrollo reproductivo parece *ser* suprimido en favor del vegetativo, desarrollo mostrado por una reducción en las dimensiones de las partes florales y un anormal desarrollo del tubo polínico, lo que resulta en la abscisión de flores y frutos jóvenes (SEDOLEY, 1977).

BERGH y WHITSELL (1974) reportan que el cv. Hass es menos sensible que el cv. Fuerte a las bajas temperaturas durante la floración y que las producciones fracasadas bajo estas condiciones son menos importantes en cv. Hass que en cv. Fuerte.

SEDGLEY y ANNELS (1981) al comentar el desarrollo del tubo polínico y la penetración del óvulo ocurrido bajo tres tipos de regímenes térmicos, 33/28, 25/20 y 17/12 °C en el día y en la noche respectivamente, para palto variedad Hass, señalan que en todas las temperaturas, el desarrollo del tubo polínico y la penetración del óvulo ocurrió, siendo más rápido con exposición a temperaturas de 33/28°C, alcanzando un 74% de penetración de los óvulos, pero los pistilos presentaron a esta temperatura, pérdida de la habilidad de soporte del desarrollo del tubo polínico al transcurrir la segunda semana de exposición. Al exponer a temperaturas de 25/20°C el porcentaje de penetración alcanzó un 95%, y a condiciones de 17/12 °C sólo alcanzó a un 32 %.

Una menor proporción de óvulos expuestos a condiciones de 17/12°C tuvo una penetración al saco, embrionario por el tubo polínico, sin embargo, no se detectó una diferencia en el desarrollo del tubo polínico desde el inicio al final del período "peak" de floración al exponer a ambas condiciones de temperatura (17/12°C y 25/20°C) (SEDGLEY y ANNELS, 1981).

La mejor condición de temperatura para el desarrollo o comportamiento floral, desarrollo del tubo polínico y desarrollo embrionario fue al exponer a condiciones de 25/20 °C (SEDGLEY y ANNELS, 1981).

Lo mismo indica LOVATT (1990), además de señalar que a esta temperatura ocurriría traslape de los estados sexuales de la flor.

Antes y después de la polinización y fertilización, una importante secuencia de eventos fisiológicos presentan las flores y son necesarias para producir el crecimiento y desarrollo de los frutos:

-El primer requisito para un buen establecimiento de los frutos, es el desarrollo de las flores que quedan después de caída inicial, para lo cual es necesario que reciban los fotosintatos y aportes nitrogenados. Además existe un segundo requerimiento importante, la necesidad de un cierto rango de temperaturas durante y después de la floración para asegurar consecutivamente la buena floración, desarrollo del tubo polínico y fertilización. El tercer requerimiento es para después de la fertilización cuando el fruto joven requiere de elevados niveles de fotosintatos. Si alguno de estos factores no son satisfechos, puede resultar una pobre cuaja o una caída temprana de fruta (FAUST,1989).

Cuando culmina el proceso de la floración, se ha producido la 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 del frutos (RODRÍGUEZ, 1982).

Luego de cuajado el pequeño 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 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).

La caída de fruta en este momento puede ser dividida en dos categorías : (i) fruta producto de flores en la cual la polinización ocurrió, pero subsecuentemente la

fertilización falló en algún lugar en algunos árboles, la polinización en ausencia de fertilización es suficiente para estimular el desarrollo del ovario ha madurar, sin embargo fruta sin semilla es rara en paltos); y (ii) Fruta resultante de flores en la cual ambos hechos acontecieron, resultando un embrión normal y semilla(LOVATT,1990).

2.4. Efectos del stress en los vegetales:

Cualquier alteración en las condiciones ambientales que pueda reducir o influir de manera adversa en el crecimiento o desarrollo de una planta, y en sus funciones normales es definida como una condición de stress (LEVITT,1972, citado por BLUM y EBERCON, 1976).

De hecho cualquier cambio en las condiciones ambientales que resulte en una respuesta de la planta que sea menor a la óptima puede considerarse como estresante (SALISBURY y ROSS, 1992).

Si a esto se suma la oportunidad de ocurrencia de esta situación, se puede indicar que típicamente en cultivos frutales, estreses que ocurran antes o durante la floración y post floración en el período de división celular tienen efectos desproporcionados sobre la producción, vía la disminución del número de frutos y una reducción en el número de células que quedan en éstos (POWELL, 1976, citado por LAKSO, 1990).

En general, las respuestas al estrés típicamente son causadas por más de un factor de estrés (LARCHER etaj.,1990, citado por SALISBURY y ROSS.1992).

Cuando hay exceso de sales en el medio, el potencial osmótico es tan negativo que puede hacer que el agua difunda hacia afuera de los tejidos, integrándose en soluciones circundantes; ésto sucede a menos que el potencial hídrico de los tejidos sea por lo

menos igualmente negativo. En realidad, si los tejidos deben absorber agua y sobrevivir, su potencial hídrico debe ser más negativo que el de la solución circundante. Una manera que las células tienen para superar este problema consistiría simplemente en acumular sal en concentraciones iguales o mayores que las que hay en el exterior de la planta. En todos los eucariontes estudiados, las sales como el NaCl desnaturalizan las enzimas, por lo que no puede tolerarse en el citoplasma en sí (aunque este efecto puede ser un poco menos drástico de lo se ha supuesto). Al parecer muchas plantas que toleran un estrés hídrico, lo hacen sintetizando en el citoplasma concentraciones elevadas sin desnaturalizar las enzimas que son esenciales para los procesos metabólicos propios de la vida. A los compuestos orgánicos que pueden tolerarse se les conoce como solutos compatibles (u osmosis compatibles) (SALISBURY y ROSS, 1992).

Al parecer sólo unos pocos compuestos pueden vivir en el citoplasma a concentraciones relativamente elevadas, sin dañar las enzimas que ahí se encuentran (SALISBURY y ROSS, 1992).

Dentro de los solutos que aumentan en las especies que presentan diversos grados de resistencia al estrés hídrico (producido por sequía, frío o salinidad), junto con los solutos compatibles que se encuentran en las células se detectan aminoácidos tales como la betaína y la prolina (SALISBURY y ROSS, 1992).

Aunque la denominación de solutos compatibles tiene directa relación con situaciones de déficit de agua, es importante señalar que estos compuestos también se presentan en muchas plantas durante la aclimatación a las heladas, en estos casos se les conoce como crioprotectores (SALISBURY y ROSS, 1992).

En mediciones realizadas en el líquido xilemático de Prunus Salicina y Lagerstroemia índica, sometidas a diferentes tratamientos con aplicación de nutrientes y a condiciones

de sequía, se midió la evolución de compuestos orgánicos en él, tales como aminoácidos, ácidos orgánicos, y azúcares, encontrándose que los mayores compuestos orgánicos cuantificados en ambas especies fueron las amidas (glutamina y aspargina), la arginina, el ácido cítrico y ácido málico. Los azúcares reflejaron solo una proporción menor al 1% de la osmolaridad total (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, 1995).

El sometimiento a una situación de déficit de agua, durante un período de 5 días, alteró el perfil químico de aminoácidos y ácidos orgánicos en un gran nivel y en mayor número que al regar con una solución nutritiva (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL 1995).

De hecho, para ambas especies la suma de las concentraciones de aminoácidos, ácidos orgánicos y azúcares corresponden al 12 y 15% de los valores respectivos de la osmolaridad total del fluido con la excepción de los tratamientos de estrés hídrico (que corresponden a 22 y 25 % en *P.Salicina* y *Sindica* respectivamente) (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL. 1995).

Los ácidos orgánicos fueron los componentes que más se incrementaron en el fluido xilemático de los tratamientos de estrés hídrico, sin embargo, la concentración individual y total de aminoácidos fueron menos influenciados por el mismo tratamiento (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, 1995).

La arginina fue el único aminoácido que incrementó significativamente en su concentración ,con la aplicación de la solución de nutrientes y sequía en *P. salicina* (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, 1995).

Los antecedentes registrados no son del todo concordantes con la información aportada por varios investigadores, que señalan que frecuentemente los aminoácidos libres, particularmente la prolina, se ve aumentada marcadamente en hojas u otros tejidos de

plantas con la exposición a variados estrésemos bióticos y abióticos (BOGGES et al.1976; GOOD y ZAPLACHINSKI,1994; HANDA et al.,1986;NAIDU et al.,1990; RABE, 1990; RAINIERI et al.. 1989, citados por ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, 1995).

Algunos experimentos en hojas marchitas de cebada, indican que la ornitina y la arginina servirían como precursores en la síntesis de prolina en suma con el glutamato, esta estimulación a la conversión de ornitina y arginina a prolina sería sólo una consecuencia de la sequía (STEWART, 1978).

Además, la gran presencia de ácidos orgánicos en vegetales, expuestos a situación de estrés hídrico, puede explicarse, pues estos pueden ser la principal fuente de carbono para la acumulación de prolina en hojas de plantas estresadas (ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, 1995).

VENEKAMP et al.. 1989. citados por ANDERSEN, BRODBECK y MIZELL, (1995). demostraron que los ácidos orgánicos (ácido cítrico y ácido málico, etc.), sirven como fuente de carbono en la síntesis de prolina vía glutamato deshidrogenasa. A la vez que la mayor acumulación de prolina en hojas secas de *Vicia fabo*, fue vía novo-síntesis desde ácidos orgánicos, y no desde la hidrólisis de proteína o desde aminoácidos preexistentes.

Se conoce que el estrés hídrico suave puede temporalmente, promover la resistencia al frío. La duración y la severidad de un estrés hídrico puede determinar si la resistencia al frío es aumentada o disminuida, así el nivel o la extensión del primer estrés temprano puede afectar la respuesta de la planta al segundo estrés (ANDERSEN; BRODBECK y MIZELL, 1995).

Las causas de esta interacción entre los diferentes estrés a que son sometidos los vegetales, y las respuestas que estos plantean a las distintas variables, lleva a pensar que los vegetales responden de manera similar, en cuanto al aumento del requerimiento de sustancias de origen nitrogenado, y particularmente a los aminoácidos, a los distintos eventos estresantes ya sean de origen biótico o abiótico que inciden en ella.

De esta forma la adaptación a un estrés, como el producido por temperaturas frías, puede acarrear una adaptación a otro estrés, como lo es el estrés hídrico (LEVITT, 1990) o viceversa.

Últimamente, se ha estado estudiando el efecto de la presencia de proteínas de respuesta al choque térmico (KEY et al., 1985; KIMPERL y KEY, 1985; LIDQUIST y CRAIG, 1988; OUGHAM y HOWARTH, 1988, citados por SALISBURY y ROSS, 1991). Estas proteínas son sintetizadas desde bacterias hasta seres humanos, al estar enfrentados a estrés por altas temperaturas aparecen con rapidez y permanecen luego de recuperada las temperaturas normales, son muy estables y mientras son sintetizadas, la síntesis de proteínas normales es reprimida, su función probablemente se lleve a cabo protegiendo a las enzimas esenciales y a los ácidos nucleicos de la desnaturalización provocada por el calor (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Algunas de estas proteínas denominadas también HsPs, pueden jugar también un rol en el metabolismo normal. Por ejemplo, la clase de proteínas llamadas "chaperonas" han demostrado ser esenciales para la postranscripción y ensamble de otras proteínas (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Algunas funciones de las HsPs son de chaperonas, y una de esas "chaperonas" en *Escherichia coli* es un homólogo de la proteína Rubisco del cloroplasto (GOLOUBINOFF et al., 1989). Las chaperonas están presentes en la células a

temperaturas fisiológicas, pero ellas pueden llegar a ser más abundantes después del shock de temperatura (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Otra causal de disfunción en los vegetales es provocada por los efectos del enfriamiento, producto de la disminución de las temperaturas, el cual es variable según las necesidades propias de cada vegetal y causaría similares efectos en los procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas, sería inútil buscar la reacción que fuera la causal del daño (SALISBURY y ROSS, 1991), pero en el caso de su efecto en la floración de paltos, es claro que se constituye en una condicionante causante de menor productividad (SEDGLEY, 1977), pudiendo suponerse que variadas reacciones propias del proceso de polinización y cuaja sean las más seriamente afectadas por las condiciones de baja temperatura; entre éstos tendríamos una disminución en la velocidad de formación del tubo polínico (SEDGLEY y ANNELS, 1981), o por una disminución en el número de células derivadas de la división celular inmediatamente posterior a la fecundación si ésta lograra realizarse (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Temperaturas aún más bajas provocan en las hojas de las plantas dañadas por frío una inhibición de la fotosíntesis y traslocación de carbohidratos, disminución de la respiración, inhibición de la síntesis de proteínas y aumento en la degradación de las proteínas existentes (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Se ha encontrado una relación positiva entre la fertilización nitrogenada y la resistencia al frío en huertos de muchos árboles frutales, como cítricos (SMITH y RASMUS-SEN, 1958 citado por LEVITT, 1990.), paltos (LAVAR et al. 1985 citado por LEVITT, 1990) y nectarines (PROEBSTING, 1961, citado por LEVITT, 1990). Esto se da como consecuencia que en las células de las hojas de árboles expuestos a condiciones de estrés, la permeabilidad a compuestos nitrogenados como urea y thiourea, presentan pronunciados aumentos (LEVITT, 1990).

Este efecto del aporte de nitrógeno sobre la mayor resistencia a condiciones de frío , podría deberse a una mayor disponibilidad de las células de este elemento para la generación de aminoácidos y proteínas.

Este aumento en los contenidos de nitrógeno endógeno necesariamente debe ser metabolizado, pues el amoníaco y el amonio son tóxicos en la planta y deben ser rápidamente incorporados en los compuestos orgánicos; el amoníaco es integrado directamente al aminoácido glutamato. Este a su vez puede ser incorporado a otros aminoácidos a través de reacciones de transaminación (TAI y ZEIGER.,1991), de esta forma la planta puede disponer de un stock de nitrógeno suficiente para la generación de aminoácidos y proteínas, no necesitando seguir un alto ritmo de desintegración de proteínas para continuar con sus procesos fisiológicos normales.

2.5. Rol de los aminoácidos en la agricultura:

2.5.1. 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 (BOHENSKI, 1991).

Los aminoácidos son las estructuras básicas de las proteínas, los cuales 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. Los grupos R simbolizan el resto de la molécula que es distinta para cada aminoácido (SALISBURY y ROSS, 1992), y le da el carácter único de cada uno de ellos (BOHINSKI, 1991).

Con salvedad a 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 cuales 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 es que en las proteínas solo se conoce la existencia de L-aminoácidos (BOHINSKI, 1991).

Los aminoácidos pueden ser clasificados según la composición química del grupo R, en;

-Alifáticos: dentro de este grupo encontramos a la glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina.

-Hidroxiados: Componen esta clasificación la serina y treonina.

-Sulfurados: Cisteína y metionina.

-Aromáticos: Fenilalanina, tirosina, triptofano.

-Ácidos : Acido aspártico, ácido glutámico, asparagina, glutamina.

-Básicos : Arginina, histidina, lisina.

-Cíclicos: Prolina (BOHINSKI, 1991).

Las amidas son otro tipo de aminoácidos pues tienen la estructura general antes dada. Son amidas debido a que la porción R del aminoácido tiene un grupo amino conectado a un carbono carbonílico (SALISBURY y ROSS, 1992).

Estas amidas se forman a partir de los ácidos glutámico y aspártico, los dos aminoácidos que tienen un grupo carboxilo adicional son componentes estructurales de la mayoría de las proteínas. También representan formas de especial importancia en que el nitrógeno se transporta de una parte del vegetal a otra y en las que se puede almacenar el nitrógeno excedente (SALISBURY y ROSS, 1992).

2.5.2. Aminoácidos y proteínas.

Entre las proteínas y los aminoácidos representan cerca del 60-70% del peso seco de las células vegetales (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Las proteínas están compuestas por largas cadenas de aminoácidos, unidos mediante enlaces peptídicos. Los 20 tipos de cadenas laterales distintas de los aminoácidos ofrecen una amplia gama de grupos con diferentes propiedades químicas y físicas distintas para la constitución de proteínas. Estas propiedades incluyen grupos del tipo hidrofílico (polares) e hidrofóbicos (apolares) (TAIZ y ZEIGER,1991).

Las estructuras del citoesqueleto, al igual que microtúbulos y microfilamentos están compuestos por proteínas. Las proteínas también pueden constituirse en formas de acumulación de nitrógeno, particularmente en semillas. Aunque la mayor función de las proteínas en el metabolismo es servir de enzimas, catalizadores biológicos que aumentan grandemente la velocidad de las reacciones bioquímicas (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Dentro de las funciones de las proteínas también se puede considerar que: sirven como factores de crecimiento ,pues estimulan la velocidad del crecimiento y la división celular.Las proteínas de transferencia de electrones median el flujo de estos últimos entre un

donador inicial y un receptor final, por ejemplo el grupo de proteínas del citocromo (TAIZ y ZEIGER,1991).

Además median en la recepción de compuestos exógenos a la célula y a los organelos, como proteínas receptoras membranales. Las proteínas de almacenamiento sirven como depósitos de energía nutricional y de aminoácidos, sobre todo en plantas con semilla (BOHINSKI, 1991).

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).

2.5.3. Función de los Aminoácidos bajo condición de estrés.

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

Se ha estudiado la influencia de los aminoácidos durante la germinación de grano de polen y la viabilidad del fruto formado posteriormente a la fecundación (ESCAICH et al ., 1991)(Anexo 1).

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).

Por otra parte, DEDLEY et al, 1980, SAMORODOV , 1984, KANDASAMY et al, 1983, TILTON, 1984 y RAGHAVAN, 1984, citados por ESCAICH et al. 1991, destacaron la presencia de aminoácidos como nutrientes en los medios de germinación del grano de polen, incorporándose a este en los procesos de hidratación que llevan a cabo antes de la emisión del tubo polínico, detectándose incrementos en la tasa germinativa del polen y en la elongación de tubos polínicos con la adición de aminoácidos exógenos en el medio de germinación (KANDASAMY et al. 1983 y KUO., 1986 citados por ESCAICH et al, 1991).

La presencia de prolina y ácido glutámico en un medio utilizado para la germinación de polen, elevó la tasa de germinación y estimuló de manera considerable el crecimiento del tubo polínico. El tubo polínico llegó a tener doble longitud que el mismo polen en un medio sin prolina (ESCAICH et al. 1989).

También aminoácidos como la glicina y la hidroxiprolina elevaron la longitud del tubo polínico, y el ácido aspártico la tasa germinativa (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 Hyosavamus niger (ESCAICH et al .,1989).

H.Q ZANQ (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.

La acumulación de prolina libre en tejidos de plantas desarrolladas bajo condiciones de estrés es evidente en muchos estudios (STEWART y LARHER, 1980 citados por ALONI y ROSENSHTEIN, 1984).

Muchos posibles roles se han atribuido a los niveles supraóptimos de prolina: osmorregulación bajo condiciones de sequía y salinidad (WYNJONES y STOREY, 1978, citados por ALONI y ROSENSHETEIN, 1984), estabilización de las proteínas (SCHOBERT y TSCHESCHE, 1978, citados por ALONI y ROSENSHETEIN, 1984) y conservación de nitrógeno para energía en el período de post estrés (BARNETT y NAYLOR, 1966, citados por ALONI y ROSENSHETEIN, 1984).

/ En varias especies vegetales se ha visto que la adición exógena de L-prolina en forma libre, confiere al polen una mayor resistencia tanto elevadas como a bajas temperaturas, elevándose la tasa de germinación de los granos de polen respecto a polen sin adición de prolina. Se le otorgan además de funciones específicas de protección de procesos de germinación y metabólicas (ESCAICH et al., 1991).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento:

La experiencia fue realizada en las dependencias del fundo de propiedad de la Universidad Católica de Valparaíso, que se encuentra ubicado en el sector de La Palma, provincia de Quillota, V Región, Chile, correspondiente a los 32° 50" latitud sur y 71° 13" longitud oeste.

3.2. Condiciones climáticas de la zona del experimento:

El clima correspondiente a la zona se clasifica como del tipo mediterráneo marítimo, caracterizado por presentar vientos secos y cálidos bien definidos, influidos por vientos alisios o por vientos subtropicales variables. Según Koeppen, Quillota está dentro de la notación Csbl, que corresponde a clima templado cálido con estación seca prolongada (7 a 8 meses). 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 27oC 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).

En la zona de Quillota se registran temperaturas inferiores a 0°C durante los meses de invierno. Estos sucesos son de corta duración, lo que posibilita el cultivo de especies frutales y hortícolas susceptibles a bajas temperaturas (MARTÍNEZ, 1981).

3.3. Material vegetal:

Los árboles utilizados pertenecen a la variedad Hass, de 5 años de edad, plantados a 6 * 6 metros de distancia.

El sistema de riego utilizado durante el período de la experiencia, fue mediante el riego por tazas, siendo luego modificado debido a la escasez de agua registrada por la sequía incidente en el país, a un sistema de riego por microaspersores de gasto de 58 litros por hora, los cuales eran utilizados como micro-jet, al estar ubicada la boquilla de forma inversa. Estos se ubicaban a una distancia de 30 cm. del árbol, en un número de uno por cada árbol.

La superficie ocupada por el sector de ensayo abarca 2 hectáreas, la cual 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:

La unidad experimental fue determinada como la cara de exposición del árbol, en donde se aplicó por completo el producto.

Para proceder al análisis estadístico del número de frutos cuajados, se aplicó un modelo completamente al azar con arreglo factorial de $7*2*2$, que analizó entre sí las fechas de aplicación, la exposición y el producto y sus respectivas interrelaciones, en dos bloques: el primer bloque comprendió las fechas desde el 20 de septiembre, 10 de octubre y el 25 de octubre y en un segundo bloque, las fechas de aplicación del 4 de noviembre, 19 de noviembre, 5 de diciembre y 26 de diciembre. Por fecha indicada, se

utilizó un árbol testigo, sobre el cual no se le aplicó nada, y tres árboles tratados, en donde se les aplicó el producto disuelto en toda la cara.

Para la determinación de efectos significativos de los tratamientos se realizó un análisis de varianza univariado (ANDEVA), con un error del 7 %, discriminando entre los tratamientos por medio del test de Tukey.

De la misma forma, para el análisis estadístico del número de frutos retenidos, se aplicó un modelo completamente al azar con arreglo factorial de $7 \times 2 \times 2$, que analizó entre sí todas las fechas de aplicación, incluyendo desde el 20 de septiembre, 10 de octubre, 25 de octubre, 4 de noviembre, 19 de noviembre, 5 de diciembre y el 26 de diciembre, las dos exposiciones del árbol y la incidencia del producto.

Para la determinación de efectos significativos de los tratamientos, se realizó un análisis de varianza univariado (ANDEVA), con un error del 5 % discriminando entre los tratamientos por medio del test de Tukey.

3.5. Tratamientos:

3.5.1. Selección del material.

Los árboles del huerto presentaban una altura promedio de tres metros, siendo seleccionados para la realización del ensayo, aquellos que dentro del sector elegido presentaban un alto número de yemas florales, situación que reflejaba que los árboles provenían de un período de baja producción en el año anterior,

Además estos árboles fueron seleccionados por fecha, según un criterio de uniformidad en cuanto al número de yemas llórales abiertas, sanidad y desarrollo vegetativo, evaluados de forma visual.

3.5.2. Exposición.

En cada fecha se eligieron árboles para su aplicación en cara norte y otros, para su aplicación en cara sur, los cuales como criterio de selección, entre cada una de las exposiciones debían presentar un nivel de uniformidad como el antes descrito.

3.5.3. Fechas de aplicación.

Las fechas de aplicación fueron elegidas en relación a la curva aparición de las primeras flores en los árboles, iniciándose desde la segunda mitad de septiembre hasta finales de diciembre. Las aplicaciones totales fueron siete y se realizaron los días :

- 20 de septiembre.
- 10 de octubre.
- 25 de octubre.
- 4 de noviembre .
- 19 de noviembre .
- 5 de diciembre.
- 26 de diciembre.

De forma de ilustrar los tratamientos realizados éstos se especifican en el Anexo 2.

3.6. Aplicaciones:

3.6.1. Producto aplicado y dosis utilizada.

El producto utilizado se denomina comercialmente Frutaliv, comercializado en Chile por la empresa Bioamérica. La dosis utilizada fue de 400 cc/ 100 lt, la cual fue aplicada una sola vez durante los días indicados.

3.6.2. Modo de aplicación.

El producto fue aplicado con bomba de espalda de 12 litros de capacidad, dirigidos solo a las inflorescencias presentes. El momento de detención de la aplicación se definió con el inicio del goteo desde las panículas u hojas del sector aplicado.

La dosis estimada de aplicación fue de 2 litros por cara de exposición del árbol, al aplicar solo dirigido a la panícula.

3.7 Registros.

3.7.1 Método de registros de temperaturas.

El registro diario de temperaturas se realizó mediante el uso de un instrumento denominado "RYAN", el cual se programó para una medición cada 15 minutos, de esta forma por día el número de mediciones (o registros), alcanzó a 96. La información era recuperada cada 18 días, siendo acumulada.

Se consideró como período de estudio para la realización de los análisis de temperatura, los 15 días siguientes a la aplicación, acumulándose como máximo un total de 1440 registros.

A partir de estas mediciones se analizó la influencia de este factor sobre la cuaja.

3.7.2. Método de registros de cuaja.

Para efectos de medición, el árbol fue subdividido en 6 subsectores por cara de exposición, de dimensiones de 1 metro cuadrado; a cada subsector se le asignó un número de 1 a 6, desde la ventana superior izquierda a la más baja al lado derecho.

La medición de cuaja se hizo al transcurrir 15 días una vez aplicado el producto, realizándose un conteo sobre el subsector del árbol, elegido al azar.

Al definir el sector a muestrear se contaron en él los frutos recién cuajados, siendo definidos como las flores, que ya habían perdido su corola o que el estilo presentara un color café oscuro y un ensanchamiento particular del ovario.

Para cada fecha de aplicación, y por exposición, se consideró un árbol testigo, al cual no le fue aplicado ningún producto, y tres árboles tratados.

3.7.3 Método de registro de retención.

Esta medición se realizó el día 30 de abril de 1997, sobre los árboles aplicados en los sectores especificados, contándose el número de frutos presentes a esta fecha.

Para los efectos de medición, en el árbol testigo se consideraron 3 subsectores en los cuales se contabilizaron el número de frutos retenidos, y en cada uno de los árboles tratados se realizó la misma práctica.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evolución de temperaturas durante el período del ensayo:

4.1.1. Ocurrencia de temperaturas bajo 10 grados.

En la Figura 1 se presenta la evolución del registro de temperaturas bajo 10 grados centígrados.

Se observa que desde que se iniciaron los registros el 20 de Sept. hasta el 26 de Dic., existen tres etapas diferenciadas. La primera abarca desde el 20 de Sept. al 25 de Oct, en donde se presenta una disminución en la pendiente, siendo notoria la gran acumulación de registros bajo este umbral, sumándose 450 unidades acumuladas de registro al 20 de Sept. presentando el 10 de Oct. niveles de 400 unidades de registro, hasta llegar a niveles de 250 unidades para el final de esta primera etapa.

Desde el 25 de Oct. al 19 de Nov. el número de unidades de registros disminuyen, oscilando entre los 230 a las 120 unidades, comportándose la curva en forma decreciente pero con menor pendiente.

Por último, en el periodo comprendido entre el 19 de Nov. al 26 de Dic. se detecta una pequeña alza de las unidades de registro, sin llegar a superar el nivel 200.

Este indicador de temperatura conduce al análisis de su efecto sobre el proceso de polinización y cuajado. LOVATT (1990) a este respecto, indica que temperaturas frías que prevalezcan durante el período de floración, disminuyen la viabilidad del óvulo y aumentan el tiempo requerido para el desarrollo del tubo polínico, a la vez que al exponer las flores a períodos de temperaturas de 17 grados centígrados en el día y 12 °C

en la noche, como temperatura mínima, el desarrollo embrionario se hace extremadamente lento, presentando un porcentaje de penetración en el óvulo de solo un 32 %, comparado con el 95 y 74% conseguido al exponer flores polinizadas a condiciones de 25/20 y 33/28 °C de temperatura en el día y en la noche, respectivamente (SEDGLEY y ANNELLS, 1981).

A esto se suma que la labor de polinización ejercida por las abejas a temperaturas inferiores a 15 grados centígrados se ve reducida.

4.1.2. Registro de temperaturas entre 25 y 20 grados centígrados.

En la Figura 1A se observa el desarrollo de registros de temperatura entre 25 y 20 grados centígrados.

El comportamiento general durante el período completo del ensayo no presentó mayores variaciones, encontrándose un número máximo de unidades de registro, que alcanzó a 268 durante el período del 25 de Oct., disminuyendo hacia el 19 de Nov. hasta cerca de 177 unidades, repuntando hacia el período final del 26.12, donde *alcanza* un nivel cercano a 252 unidades.

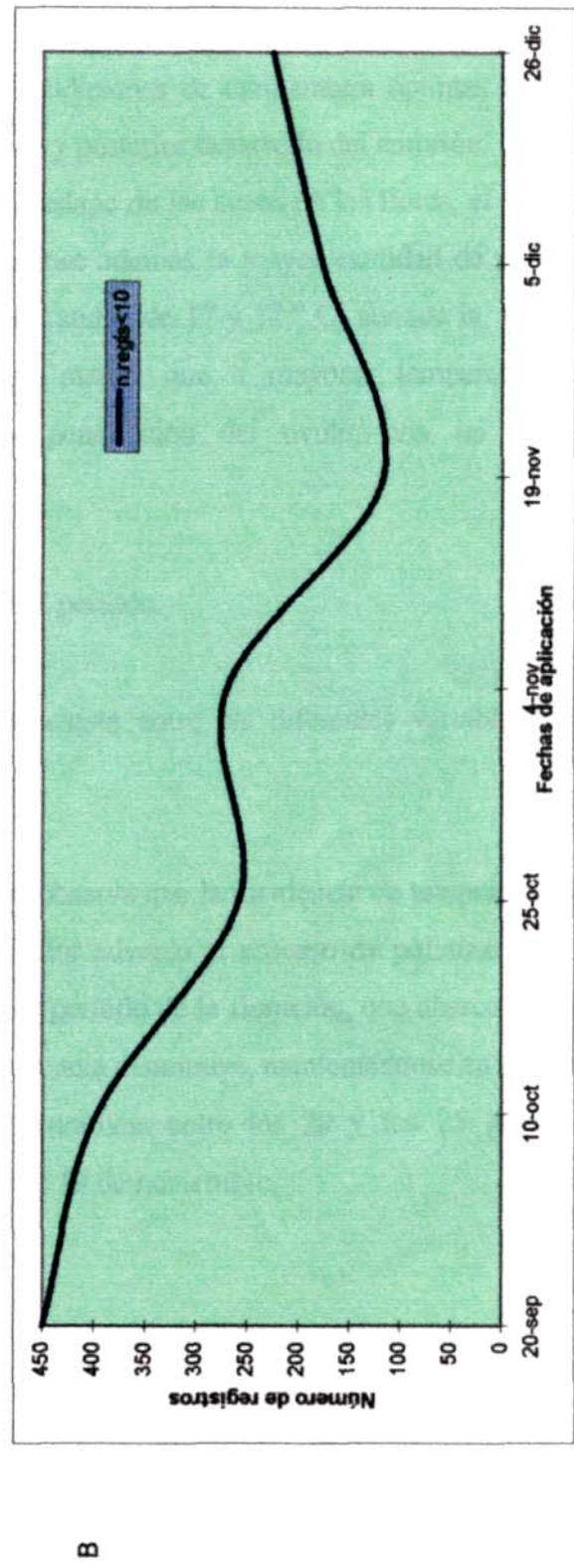
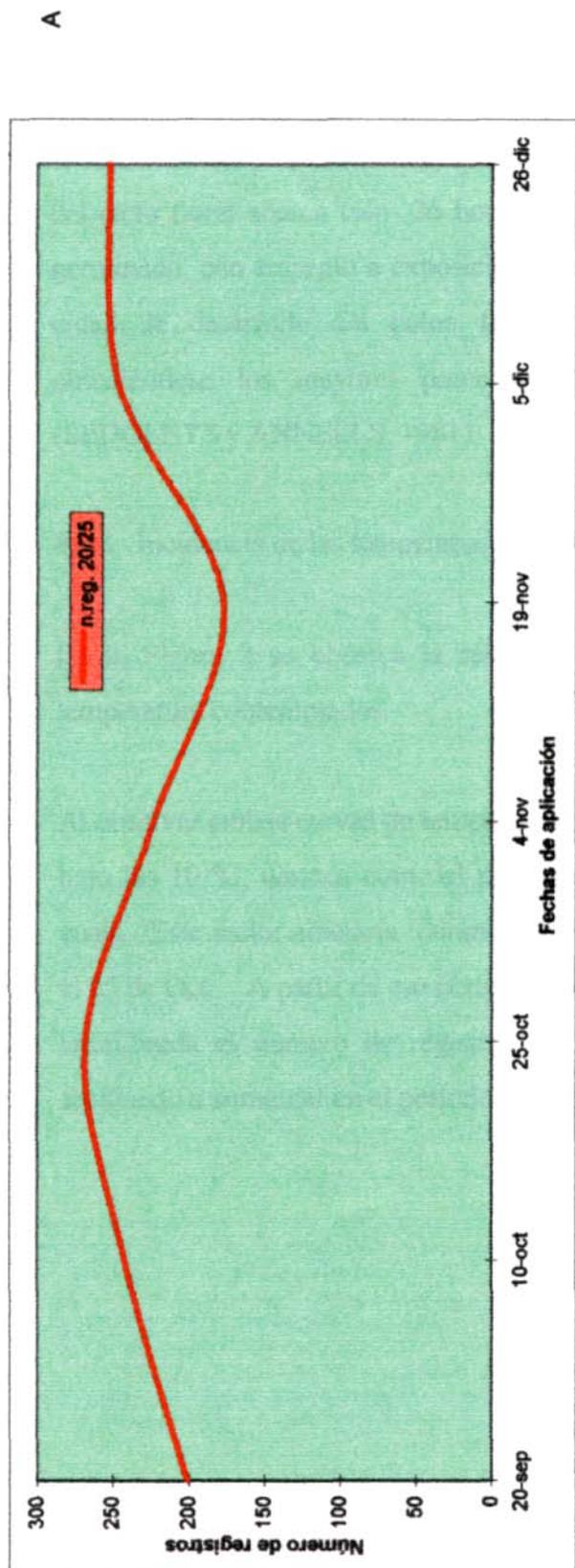


FIGURA 1. Evolución de registros acumulados de temperatura. (A: N° de registros entre 20/25°C; B: N° de registros menores a 10°C).

Esta variable tiene directa relación con las condiciones de temperatura óptimas tanto para el período de floración, polinización, cuaja y posterior desarrollo del embrión. Bajo estas condiciones de temperatura se logra el traslape de los sexos en las flores, el largo del ciclo floral abarca sólo 36 horas, lográndose además la mayor cantidad de polen germinado, con respecto a exposición a temperaturas de 17 y 12 ° C, aunque la velocidad de desarrollo del polen fue incluso menor que a mayores temperaturas, obteniéndose los mayores porcentajes de penetración del óvulo, con un 95% (SHDGGLEYS y ANNELLS, 1981).

4.1.3. Incidencia de las temperaturas durante el período.

En la Figura 2 se observa la relación que existe entre las diferentes variables de temperatura contemplados.

Al observar ambas curvas de temperatura, se observa que la incidencia de temperaturas bajo los 10 °C, destaca como el principal factor adverso al proceso de polinización y cuaja. Este factor afectaría durante el primer período de la floración, que abarca hasta el 25 de Oct. A partir de ese período la incidencia disminuye, manteniéndose en forma equilibrada el número de registros de temperaturas entre los 20 y los 25 grados, tendiendo a aumentar en el período posterior al 19 de noviembre.

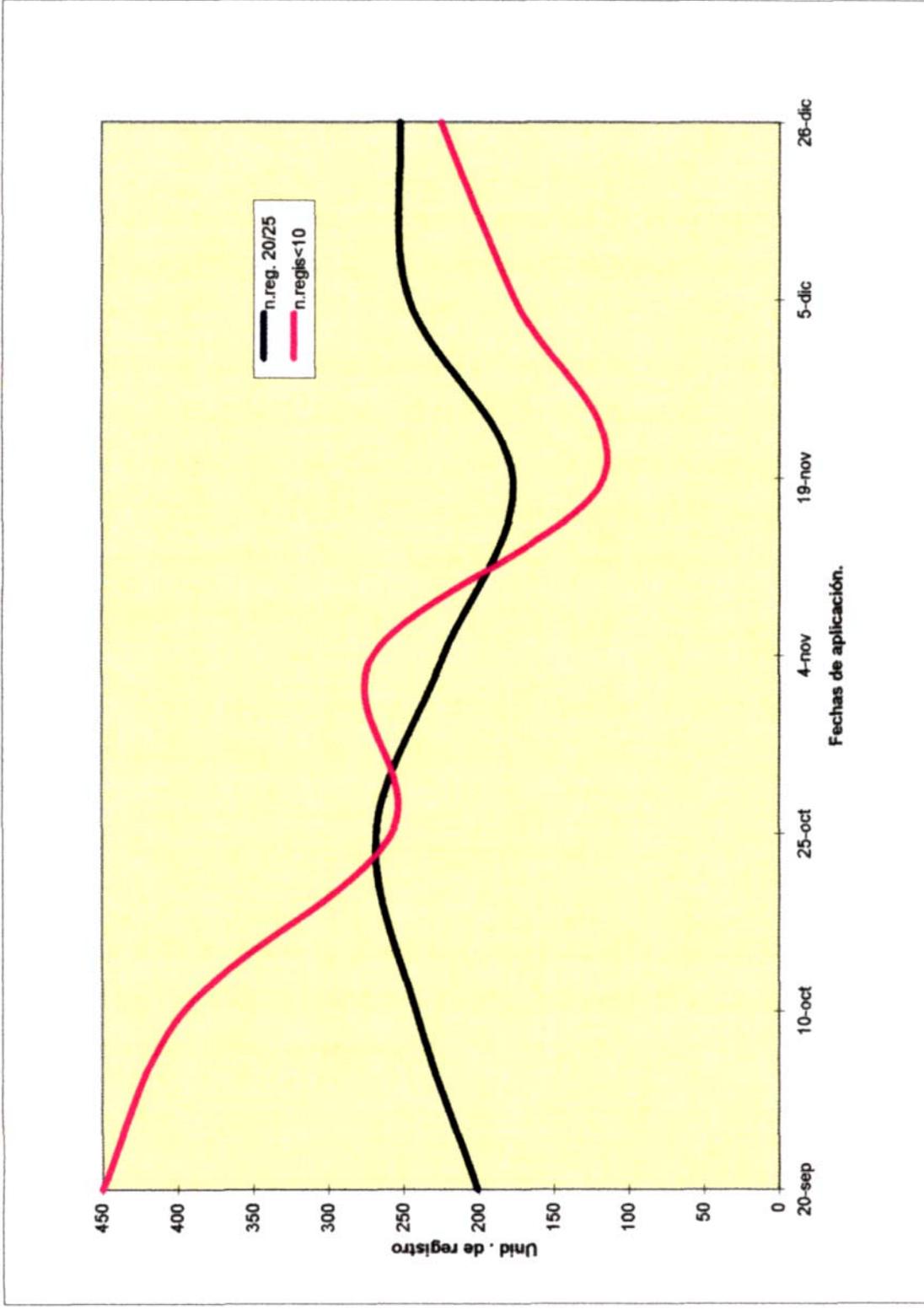


FIGURA 2. Evolución en la acumulación de registros de temperatura en el período de ensayo.

4.2. Número de frutos cuajados:

4.2.1. Número de frutos cuajados, exposición norte.

Para el caso de los testigos, se observa a partir del 20 de septiembre un aumento en el nivel de cuaja (Figura 3A), hasta el período del 4 de Noviembre.

Paralelamente en los árboles tratados, se visualiza un valor promedio mayor de frutos cuajados en cada fecha, salvo para el período del 10 de Oct, en que no se detecta un efecto de la aplicación, aunque si se observa para el periodo comprendido entre el 20 de Sept. y el 25 de Oct. Desde el 4 de Nov. en adelante, el efecto del producto sobre el número promedio de frutos cuajados se hace menos marcado, sin observar comportamientos clarificadores.

En el Anexo 3 se da a conocer la relación entre las variables de temperatura y los niveles de cuaja medidos en la exposición norte.

4.2.2. Número de frutos cuajados, exposición sur.

En este caso se observa un efecto aún más marcado de aumento del número promedio de frutos cuajados de los árboles tratados, con respecto a los no tratados durante la primera etapa de registro (Figura 3B).

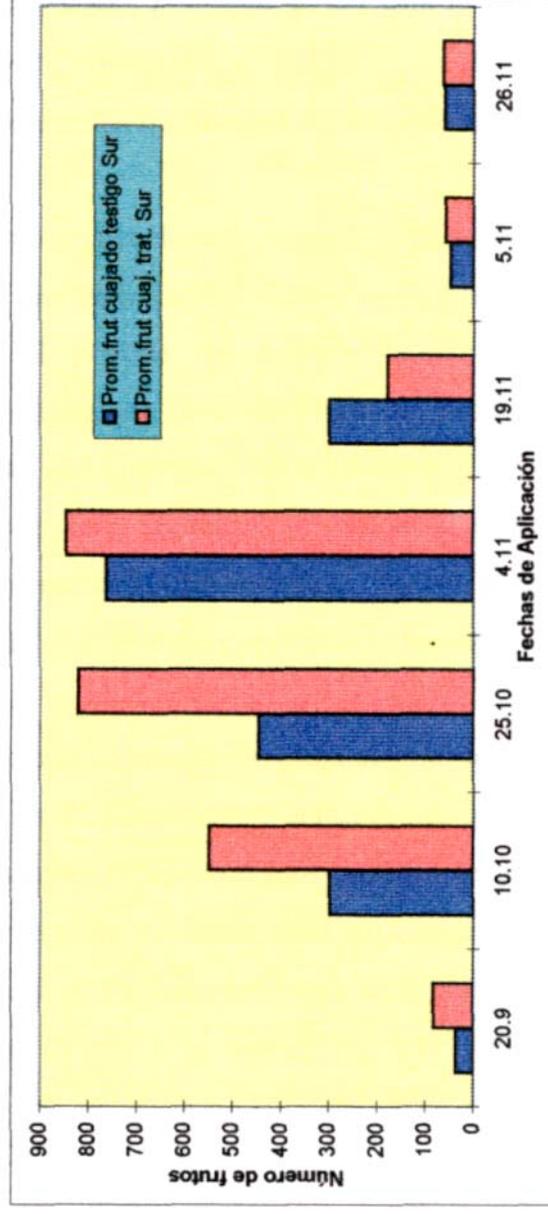
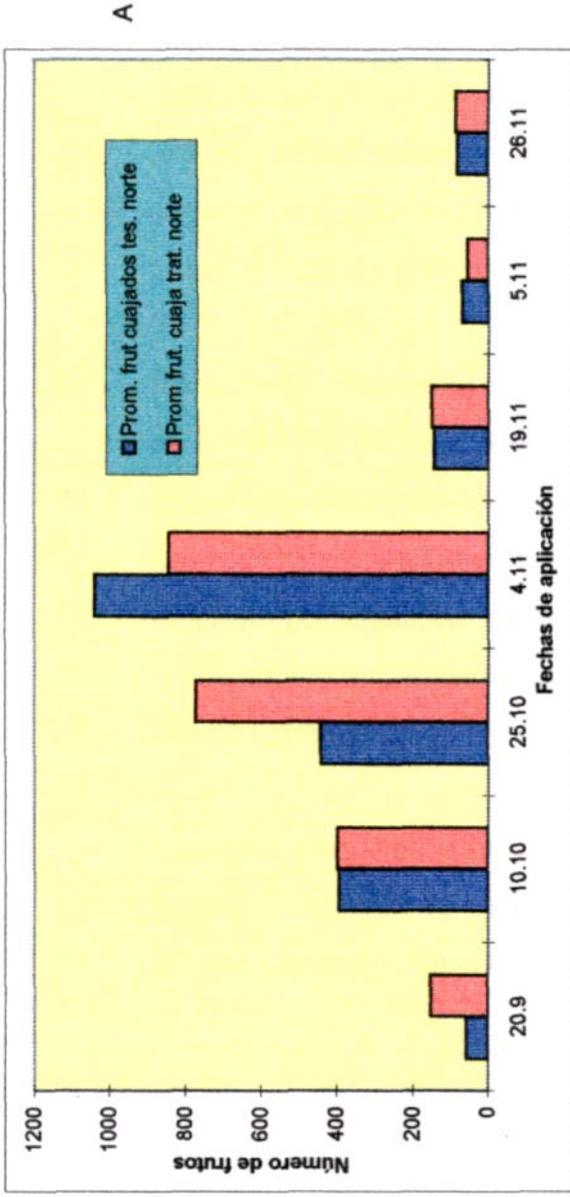


FIGURA 3. Número de frutos cuajados : A, Exposición norte, B: Exposición sur.

A partir de las aplicaciones del 10 y del 25 de Oct. el aumento de la cantidad de frutos cuajados alcanza cerca de 299 frutitos para el testigo, a 549 para el promedio de los tratamientos en el primer caso, y de 447 frutitos recién cuajados para el testigo del 25 de Oct., llegando a 822 el número promedio de frutitos para los árboles tratados.

Las menores temperaturas que las plantas enfrentan durante la floración y cuaja en la primera etapa, hacen esperar, que ante estas condiciones de estrés ocurridas durante la floración y post floración en el período de división celular, tengan efectos desproporcionados sobre la producción, vía la disminución del número de frutos y reducción en el número de células que quedan en éstos (POWELL, 1974, citado por LAKSO, 1990), situación que por cierto se detecta en cuanto al número de frutos cuajados, al evaluar el comportamiento de los árboles testigo durante principalmente el primer período de mediciones, tanto en el lado sur como en el lado norte.

Sin embargo, el aumento de los valores promedios de cuaja durante las primeras fechas en los árboles tratados, podrían ser respaldadas por antecedentes que se encuentran disponibles de investigaciones previas. Desde mediados de siglo, se demostró que la aclimatación a ciertas situaciones de estrés medioambientales (temperaturas frías, estrés inducidos por sequía, etc.), producen un elevado incremento en la permeabilidad celular a compuestos nitrogenados como la urea y la tiourea (LEVITT, 1980 citado por LEVITT, 1990).

De hecho, aplicaciones foliares de urea al 2%, mostraron un aumento en la resistencia a las bajas temperaturas en el palto al ser aplicado sobre su follaje durante períodos previos a la exposición a temperaturas de heladas, esto es -2°C por 4 horas (ZILKAH et al., 1996).

Por su parte, RABE 1990, citado por ANDERSEN, BRODDECK y MIZELL, 1995, reconoce la influencia de numerosos estrés bióticos y abióticos sobre la composición de los derivados nitrogenados en la planta, al exponer a dos especies vegetales como son Prunus Salicina y Lagerstroemia indica, a un estrés inducido por sequía. La suma de concentraciones de aminoácidos, ácidos orgánicos y azúcares en fluido xilemático aumentan de un 10 y 12 %, respectivamente, a un 22 y 25 %, siendo compuestos nitrogenados como los ácidos orgánicos los que más se incrementan en el fluido xilemático para Prunus salicina, sin embargo, en L. indica los compuestos que más aumentan en su concentración, al sumar al efecto del estrés hídrico una fertilización con una solución nutritivas al suelo, fueron los aminoácidos y el nitrógeno orgánico (ANDERSEN, BRODDECK y MIZELL, 1995).

De esta forma, además de los requerimientos de temperatura que demanda la floración se estaría brindando exógenamente parte de los compuestos nitrogenados, que junto con los fotosintatos, son muy necesarios para el buen establecimiento de las flores (FAUST, 1989).

El aporte de las aplicaciones exógenas de aminoácidos favorecería aspectos relacionados con el proceso mismo de la polinización. BAKER et al. (1973), CALDWELD et al. (1986) y RAYNER et al. (1985), citados por ESCAICH et al., (1990), observaron la presencia de aminoácidos en los atrayentes de agentes polinizadores (néctares,etc.), constituyendo un nutriente esencial para el desarrollo de estos (ESCAICH et al. 1991).

La prolina tiene un efecto de protección del polen (ZHANG, 1983, citado por MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989) y se constituiría en precursor de distintas enzimas en la planta (PALEG et al. ,1981, citado por MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989), además durante la elongación del tubo polínico, la prolina junto a otros

aminoácidos es requerida para la síntesis de hidroxiprolina, la cual es incorporada al interior de las paredes celulares del tubo polínico (DASHEK y HARWOOD, 1973).

Sobre el 50% de la prolina citoplasmática es usada para la síntesis de proteínas durante la elongación del tubo polínico (ZHANG y CROES, 1983; ZHANG et al., 1982, citados por MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989).

Por otro lado, bajo condiciones específicas, las plantas generan proteínas termo estables, para las cuales inducirían su síntesis situaciones de sequía, condición de salinidad, frío, calor y presencia de A.B.A. (WILEN et al., 1994, citados por GUSTA, WILEN y FU, 1996).

Estas proteínas son muy hidrofílicas y serían ricas, entre otras, en Glicina y Alanina y cargadas de aminoácidos (DURE et al., 1989, citados por GUSTA, WILEN y FU, 1996).

4.2.3. Análisis estadístico de cuaja.

Para la realización del análisis estadístico de cuaja, se procedió a hacer un análisis de las fechas de aplicación en dos bloques; el primero abarca las tres primeras fechas es decir, 20 de septiembre, 10 de octubre y 25 de octubre. Siendo el segundo bloque compuesto por las fechas de aplicación del 4 de noviembre, 10 de noviembre, 5 de diciembre y 26 de diciembre.

En el Cuadro 1 se puede apreciar los resultados obtenidos del promedio de frutos cuaja en cada fecha de aplicación, calculado entre árboles aplicados y no aplicados, para el bloque 1:

CUADRO 1. Número de frutos cuajados, Bloque 1.

FECHA	NÚMERO DE MUESTRAS	PROMEDIO FRUTOS CUAJADOS
20.9	8	101 A
10.10	8	442 B
25.10	8	709 C

Test de Tukey , con 7% de error . Letras iguales indican tratamientos iguales.

Con una probabilidad de error del 7% se determinó que los resultados obtenidos del promedio de cuaja en las diferentes fechas comprendidas entre el 20 de Sept, 10 de Oct. y 25 de Oct, difieren estadísticamente.

A la vez, del análisis se obtuvo que junto con existir un efecto significativo de la fecha de aplicación, con una probabilidad del 7% de error, se concluye que durante estas tres primeras fechas existe un efecto del producto sobre el aumento de la cuaja (Cuadro 2).

CUADRO 2 Número promedio de frutos cuajados , Bloque 1.

	No. Promedio de Frutos cuajados
Sin Frutaliv	280 A
Con Frutaliv	462 B

Test de Tukey , con 7% de error . Letras iguales indican tratamientos iguales

La relación entre la fechas de aplicación y el aumento en los niveles de cuaja pueden basarse, en que progresivamente al superar el efecto de las temperaturas mas frías, (FIGURA 1A), para las fechas a partir del 25 de octubre, podría tomarse esta situación paulatinamente favorable para un aumento en el número de frutos cuajados.

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), indican que las temperaturas diurnas de 23 a 27 °C y la incidencia de temperaturas nocturnas superiores a 10° C, favorecen una óptima sincronía sexual y cuaja. Al respecto se ha observado aún que ligeras variaciones de esta temperatura mínima pueden determinar que en un huerto cuajen flores y en sectores vecinos no.

Sin embargo, al analizar el aumento de los frutos cuajados al comparar los árboles tratados con los testigos en las diferentes fechas de aplicación, se detecta que aún en presencia de otro sink nutricional fuerte en el palto, como lo es el crecimiento vegetativo desde un período previo a la primera aplicación, su efecto se ve reducido en el tiempo, permitiendo ante la paulatina mejora de las condiciones de temperatura observada, y ante la aplicación exógena de derivados aminoacídicos, pueda expresarse en forma mas marcada una mayor cuaja en los árboles.

CALVERT (1993) al cuantificar el primer flush vegetativo del palto, lo reportó como un desarrollo explosivo que se inició desde el 31 de Agosto hasta fines de Octubre.

Al considerar que los brotes jóvenes pasan un largo tiempo importando carbohidratos hasta llegar a la fase de exportación, demorando aproximadamente 42 días en tener una tasa de asimilación de anhídrido carbónico neta positiva y empezar la exportación de carbohidratos para su crecimiento, antes de eso solo siguen demandando asimilados (CAMERÓN, MILLER y WALLACE , 1952; WHILEY,1990), el efecto nutricional antes mencionado se ve confirmado.

BLUM y EBERCON, (1976), al explicarse el por qué del aumento del nivel de prolina luego de un período de estrés confieren a ésta, junto con un efecto en la anulación en los contenidos de amonio libre generados, una función evidentemente energética, como

sustrato para la respiración de la planta y como fuente de energía para el período posterior a ocurrido el estrés.

Además, se puede indicar que a partir del 10 de Oct, con un creciente vegetativo iniciado en agosto, y una menor cantidad de puntos sink provenientes de brotes en desarrollo, éstos dejan de competir, procediendo a aportar nutrientes todos los brotes que ya cumplieron el período de importación.

Esta situación se hace gradual mientras transcurre el período de floración, mejorando las temperaturas, procediendo a aportar puntos en el árbol que antes fueron "sink".

Lo anterior confirma lo señalado, en cuanto a que el efecto más marcado de la aplicación de aminoácidos es la promoción de la cuaja (ESCAICH et al., 1991), si bien no puede olvidarse que la respuesta a la acumulación de productos nitrogenados en las plantas es variable, según la especie, luego de un período de estrés (ANDERSEN, BROODBECK y MIZZELL, 1995).

De la misma forma, la mayor cuaja de los árboles tratados con aminoácidos, respecto a los no tratados, puede encontrarse en los efectos que los aminoácidos presentan tanto en la mantención de la viabilidad del polen (PALFI et al., 1981, citados por MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989), en la composición y formación del tubo polínico (DASHEK y HARWOOD, 1974 citados por MUTTERS, FERREIRA y HALL, 1989), y en su participación en los continuos procesos de renovación de la célula, ya sea como productos de degradación o como componentes de otras proteínas o enzimas generadas (RICHTER, 1972).

CUADRO 3. Número promedio de frutos cuajados por fecha de aplicación Bloque 2.

Fecha de aplicación	Número promedio de frutos cuajados
4.11	820 C
19.11	179 B
5.12	59 A
26.12	74 A

Test de Tukey , con 7% de error . Letras iguales indican tratamientos iguales

Del análisis del Cuadro 3, con una probabilidad de error del 7% , se determinó un efecto de la fecha en el número de frutos cuajados. A la vez se detecta una disminución de los frutos cuajados a medida que transcurre el período, no existiendo diferencias .entre el promedio de frutos cuajados el 5 de Dic. y 26 de Dic., sin embargo, a este mismo nivel de significancia se detecta diferencias estadísticas en los promedios de cuaja logrados el 4 de Nov. y el 19 de Nov., y además entre ellos.

Entre las razones de esta situación estaría la disminución marcada del efecto del fuerte sink nutricional producto del crecimiento vegetativo de primavera, que a partir de noviembre no debería influir mayormente, lo que permitiría ante las condiciones de temperatura incidentes la mayor expresión de la cuaja.

A partir de la medición del 19 de noviembre no se observa, un aumento en el número de frutos cuajados, sino una notoria disminución en su promedio. Esto podría deberse al efecto de la sequía que sufría el valle de Quillota, que se tradujo en una disminución de la frecuencia de riego a partir de este mes, situación que se agudizó durante el período de diciembre, sumado al cambio del sistema de riego, que atrasó en cerca de tres semanas el aporte normal de riego, debiéndose suplir el requerimiento hídrico mediante el riego localizado por planta.

En cuanto al efecto exposición, éste no presentó efecto diferenciado con una probabilidad de error del 7%, posiblemente debido a que como se detectó en las primeras mediciones comparativas de temperatura por cara, los niveles de diferencia entre ellas no sobrepasaron sobre los 0.7 °C, comportándose el árbol en el proceso de cuaja de forma muy similar en ambos lados de exposición. No así durante el período invernal, en que podría haber diferencias que afectarían a otros procesos en la cara sur, que es más fría (CAUTÍN, 1997)*.

CAUTÍN, R. Ing. Agr.. 1997. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación Personal.

4.3. Número de frutos retenidos:

4.3.1 Número de frutos retenidos, sector Norte.

CUADRO 4. Comparación en el número promedio de frutos retenidos, según fecha aplicación, exposición Norte.

Fecha de aplicación	Testigo	Tratamiento
20.9	26.6	51.3
10.10	65	79.3
25.10	24.3	59.6
4.11	60.3	83.6
19.11	22	69.3
5.12	51.6	46.3
26.12	49.6	69.6

Del análisis de la Figura 4 , y observando el Cuadro 4, se puede deducir que la retención de frutos en los testigos es bastante variable durante todo el período de medición no presentando un comportamiento muy relacionada entre sí, sin embargo, se detecta que salvo la medición, de la aplicación del 5 de Dic., todos los testigos se ven superados por el número total de frutos retenidos por las plantas tratadas.

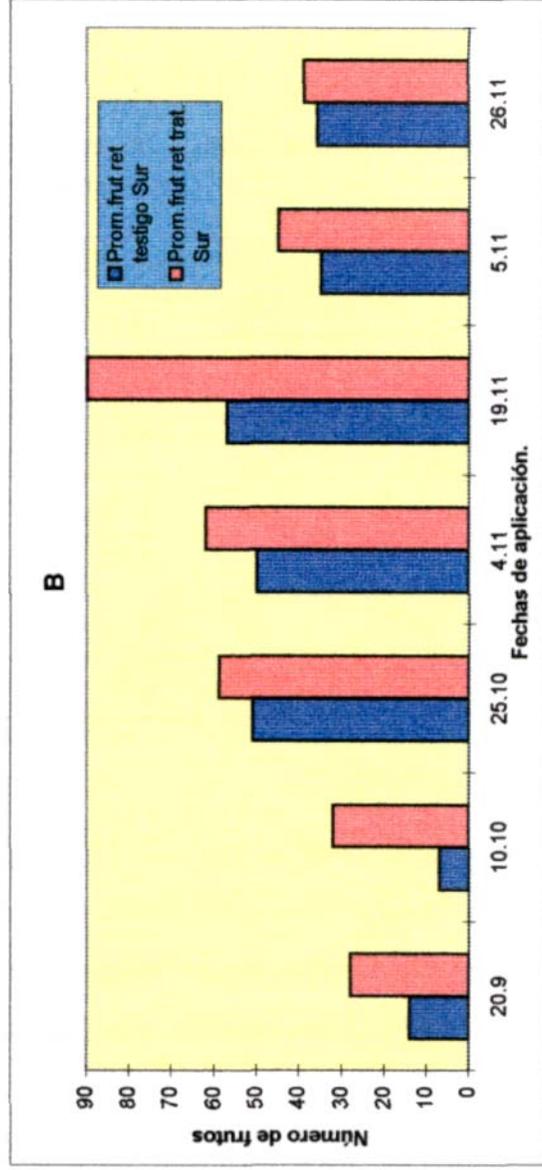
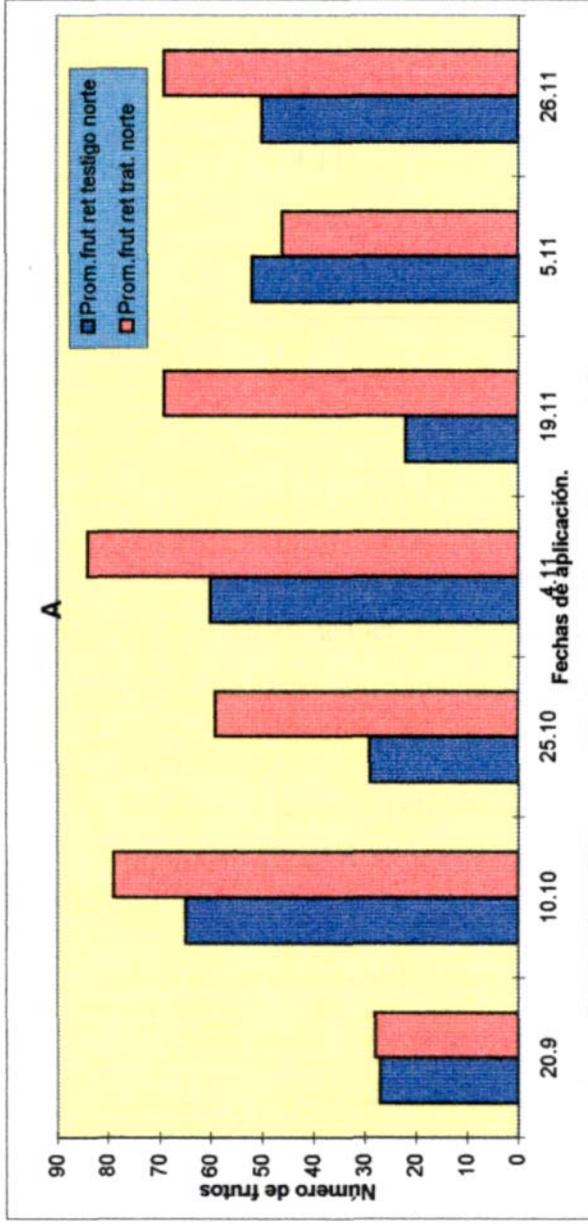


FIGURA 4. Número de frutos retenidos: A; Exposición norte, B; Exposición sur.

4.3.2. Número de frutos retenidos, sector sur.

CUADRO 5. Comparación de promedios de frutos retenidos, según fecha de aplicación, entre testigos y tratamientos.

FECHA	TESTIGO	TRATAMIENTO
20.9	13.6	28
10.10	7	31.6
25.10	51.2	59.3
4.11	50.6	61.5
19.11	56.6	90.6
5.12	35.6	44.6
26.12	36.3	38.6

Del análisis de la retención de los testigos, en el Cuadro 5 se puede observar que existen dos niveles o rangos de comportamiento, por un lado en las aplicaciones del 20 de Sept. y del 10 de Oct., los testigos son sustancialmente menores que la retención de fruta reflejada en las cinco mediciones realizadas posteriormente (FIGURA 4B).

Durante el primer período (20. de Sept.), el número de frutos retenidos alcanzó un promedio de 13.6 , y de tan solo siete frutos para la aplicación del 10 de octubre.

Por su parte, las mediciones de los testigos del 25 de Oct.; 4 de Nov.; 19 de Nov.; 5 de Dic.; 26 de Dic. presentaron entre sí alta semejanza, variando de 36.3 frutos retenidos para la medición del 26 de Dic., a 56.6 como máximo en la aplicación correspondiente al 19 de noviembre.

A partir de las aplicaciones del 5 de diciembre, los testigos acusan una disminución en los registros de retención. Paralelamente, los árboles tratados presentan un mayor número de frutos retenidos comparativos durante todas las mediciones, que es más marcado para las dos primeras aplicaciones el día 20 de Sept. y el 10 de Oct, siendo para el caso de las siguientes aplicaciones mayor el número de frutos retenidos, pero las diferencias en magnitud con su testigo menos importantes.

4.3.3 Relación entre frutos retenidos en ambas caras.

Como lo indica la figura Figura 5, en general los niveles de retención en los árboles tienden a ser mayores desde las aplicaciones del 25 de Oct. en adelante, en ambas exposiciones, manteniéndose en niveles similares hasta la aplicación del 19 de noviembre, donde a posterior nuevamente tiende a bajar.

La menor retención de frutos producida durante el primer tercio de la floración, que coincide con las dos primeras aplicaciones, podría deberse a la alta competencia ejercida entre el crecimiento vegetativo que presenta el palto en esta etapa, y el rápido proceso de división celular dentro de los frutos, ambas funciones altamente demandantes en energía.

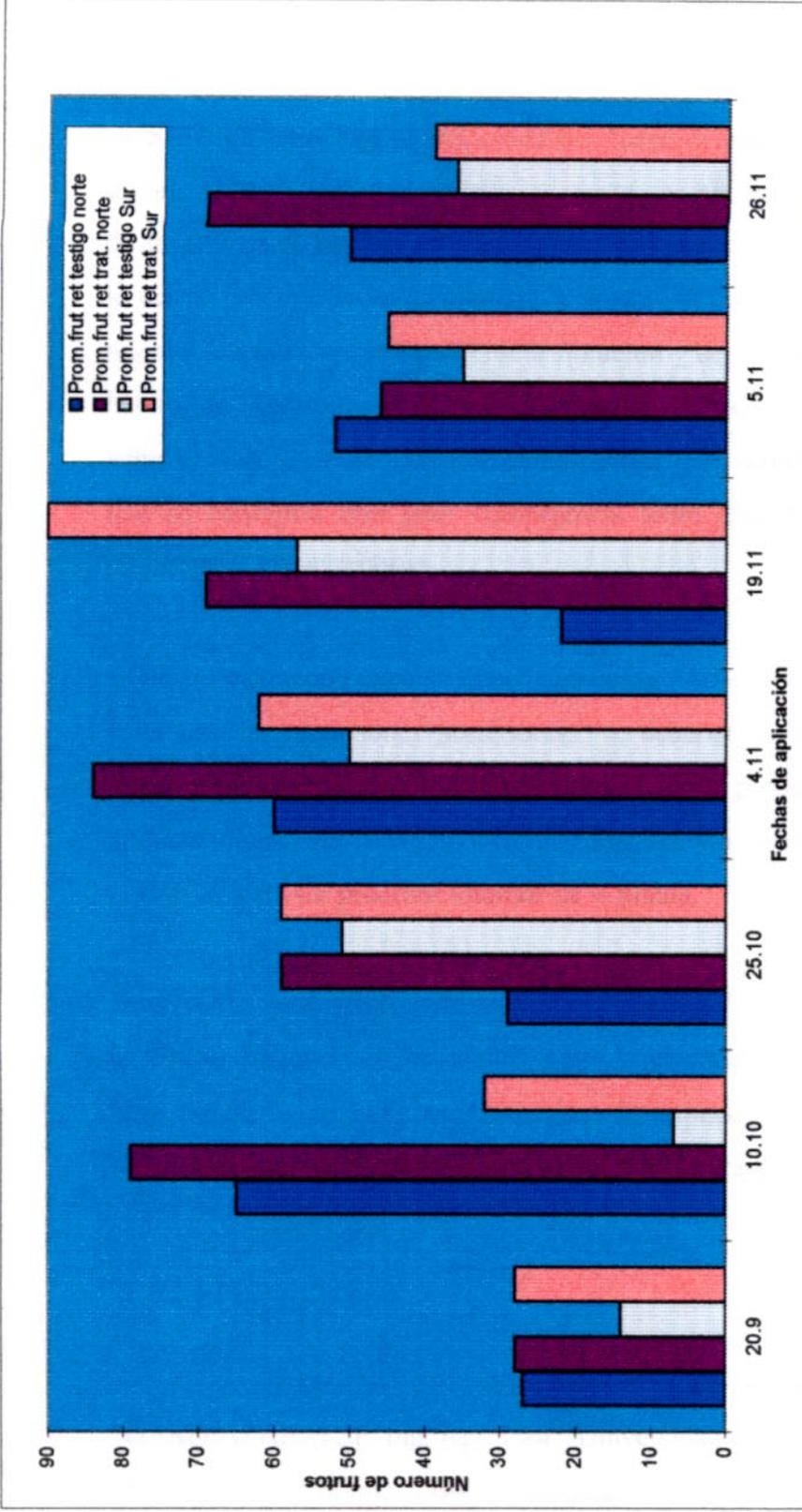


FIGURA 5. Comparación de frutos retenidos entre ambas caras de exposición.

Este primer flush de primavera es el más intenso y compite fuertemente por reservas y nutrientes de la floración (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988). Sobre el respecto, SCHROEDER (1954) menciona que luego de cuajado los frutos 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, a la vez, la gran competencia que ejerce el crecimiento vegetativo primaveral con la floración y desarrollo del frutito, más su complejo hábito de floración y alto costo energético que demanda el fruto debido a la acumulación de aceite y la formación de una gran semilla abundante en nutrientes, es que se configura esta gran competencia entre crecimiento vegetativo y los frutos (GARDIAZABAL, 1996)*

El mayor efecto de retención observado en los árboles tratados el 20 de Sept, 10 de Oct. y durante las mediciones posteriores, se deberían ya que las necesidades nutritivas serían mayormente satisfechas por la adición de productos que contienen derivados aminoacídicos, que mediante su degradación y/o acumulación servirían de aportes nutritivos para los procesos internos de la planta.

Esto puede verse justificado, por RICHTER (1972), quién señala que el estado de equilibrio dinámico en las células, entre la degradación y la síntesis de las proteínas, hace necesario un suministro constante de aminoácidos sintetizados de nuevo y una rápida elaboración de los compuestos "viejos" liberados como productos de la degradación.

*GARDIAZABAL, F. Ing. Agr. Prof. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1994. Comunicación Personal

Por otro lado, se ha detectado que la concentración de aminoácidos libres (particular - mente prolina), frecuentemente se ve aumentada marcadamente en hojas u otros tejidos de plantas con la exposición a muchos estreses bióticos y abióticos (BOOGGES et al., 1976, citados por ISH-AM y EISIKOWITCH. 1991).

Al realizar experimentaciones con sorgo, bajo estrés hídrico, BLUM y EBERCON (1976), al explicarse el por qué del gran aumento en las concentraciones del aminoácido prolina, indican que la posible asociación entre la acumulación de prolina y la resis -tencia a estrés por sequía, podría basarse en el rol de la prolina en:

- Neutralizar el amonio libre tóxico producido en hojas hídricamente estresadas.
- Servir como sustrato para la respiración y como fuente de energía para la recuperación de la planta, finalizado el período de estrés.

Los aminoácidos entran en parte, después de haber sufrido previamente transformaciones, en otros procesos de síntesis o son degradados completamente hasta anhídrido carbónico y agua para la obtención de energía mediante los procesos de desanimación (RICHTER, 1972).

Este aminoácido (la prolina) tendría dentro de sus roles además, la estabilización de proteínas (WYNJONES y STOREY, 1978) y la conservación de nitrógeno para la energía después del período de stress (BARNETT y NAYLOR., 1966).

De esta forma la aplicación exógena de aminoácidos puede constituirse en aportes para la planta de doble manera, ya sea como sustrato energético inmediato, y como depósito energético para el período posterior.

4.3.4. Análisis estadístico de retención.

Del análisis estadístico a la retención de frutos, realizada al final del mes de abril, se puede determinar que existen diferencias significativas del producto, pero no existen diferencias estadísticas entre las interacciones fecha con producto, exposición con producto, así como tampoco entre fecha con exposición con producto.

Del Cuadro 6, se determina que al comparar los promedios de retención de los árboles, entre los aplicados y los no aplicados existiría, con un 5 % de error, diferencias significativas entre ambos.

CUADRO 6. Comparación en el promedio de retención de frutos.

Tratamiento	No. promedio de frutos retenidos
Sin Frutaliv	40 A
Con Frutaliv	56 B

Tratamientos comparados según test de Tukey, al 5% de error. Letras iguales equivalen a tratamientos iguales.

Este resultado corrobora la señalado por BLUM y EBERCON (1976) al señalar que el aumento de concentración de compuestos aminoacídicos en la planta, fundamentalmente de prolina, al estar sometida a condiciones de estrés, presentarían una relación bastante significativa con la recuperación post-estrés, posiblemente constituyéndose en una fuente de energía respiratoria en estas plantas recuperadas o en proceso de superación de este período.

A continuación se presenta el Cuadro 7, en el cual se relaciona los promedios de retención sobre la interacción por fecha y exposición.

CUADRO 7 Comparación entre los promedios de retención de frutos retenidos, en la interacción de fecha y exposición.

Fecha de aplicación	Exposición	Promedio de frutos retenidos
20.9	Norte	27 AB
20.9	Sur	21 A
10.10	Norte	72 DE
10.10	Sur	19 A
25.10	Norte	44 ABCD
25.10	Sur	56 CDE
4.11	Norte	72 DE
4.11	Sur	56 CDE
19.11	Norte	46 ABCD
19.11	Sur	74 E
5.12	Norte	49 BCDE
5.12	Sur	40 ABC
26.12	Norte	60 CDE
26.12	Sur	38 ABC

Letras iguales indican tratamientos iguales con un 5 % de error según Test de Tukey.

Del análisis de estos resultados, puede señalarse que al comparar todas las fechas promediando según exposición, árboles tratados con testigos, se detecta que no se determina una relación significativa entre la exposición y un grado variable de retención.

Además, estos resultados no presentan gran claridad, pudiendo indicarse que a partir de ellos solo se visualiza diferencia significativa entre los tratamientos del 20 de Sept. Sur (A), 10 de Oct. sur (A) con la medición del 19 de Nov. sur (E), presentando todas las demás aplicaciones alguna semejanza entre ellas.

5. CONCLUSIONES

Con la aplicación de un producto de origen aminoacídico (Frutaliv), se determinó un aumento de los niveles de cuaja registrada durante el período inicial de aplicación, es decir, durante las aplicaciones del 20 de Sept., 10 de Oct. y 25 de Oct. de 1996, efecto que se vio incrementado mientras se fue avanzando en esas fechas. Durante las aplicaciones sucesivas que continuaron, no se evidenció efecto estadístico del producto sobre la cuaja, solamente verificándose un efecto de la fecha sobre el número de frutos cuajados.

En cuanto a la retención de frutos medida el día 30 de abril de 1997, se determinó un efecto de la aplicación del producto sobre un mayor número de frutos, durante todo el período del ensayo con un 5 % de error.

Se determinó que existe efecto de la fecha sobre el número de frutos cuajados, siendo mayor éste mientras más va avanzando el período de floración.

6. RESUMEN

Debido a la gran rentabilidad económica que hoy presenta el palto en Chile, y a los problemas derivados de su bajo porcentaje de cuaja y retención de frutos, traducido en variables niveles de productividad, se probó durante la temporada de 1996-97, el uso de un producto bioestimulante basado en aminoácidos de denominación comercial Frutaliv, sobre árboles de cultivar Hass, de 5 años de edad, en el fundo de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en el sector de La Palma, localidad de Quillota, Chile.

El producto se aplicó en árboles que venían de un año de baja producción, por medio de una bomba de espalda, en dosis de 400 cc./100 l., sobre las panículas durante el período de floración, en siete fechas, a partir del día 20 de septiembre hasta el 26 de Diciembre de 1996, eligiéndose en cada fecha por lado de exposición, árboles testigo, a los cuales no se le aplicó ningún producto y tres tratados. En ambos casos se contabilizó dentro de un cuadrante de un metro cuadrado, transcurrido 15 días de la fecha de aplicación, el número de frutos cuajados y el día 30 de abril de 1997 los frutos retenidos.

Además, se registró la temperatura por medio de un instrumento, con una frecuencia de registro cada 15 minutos

De la aplicación se detectó un efecto estadístico del producto sobre la cuaja, en las aplicaciones del 20 de Sept., 10 de Oct. y 25 de Oct. durante la primera parte del período de floración, no detectándose el mismo efecto sobre las etapas posteriores.

En cuanto a la retención, también se detectó un efecto de la aplicación del producto en los árboles tratados con respecto a los testigos durante todo el período de experimentación.

7. UTERATURA CITADA

- ALONI, B. and ROSHENSHTAIN, G. 1984. Proline accumulation ; A parameter for evaluation of sensitivity of tomato varieties to drought stress?. *Physiologia Plantarum* 61:231-235.
- ANDERSEN, P. BRODBECK, B. and MIZELL, R. 1995. Water stress and nutrient solution- mediated changes in water relations and amino acids, organic acids, and sugar in xylem of *Prunus salicina* and *Lagerstroemia indica*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120(1): 36-42.
- ARAYA, G. 1996. Caracterización de la floración del palto (*Persea americana* Mill.) en los cultivares Bacon, Edranol, Hass, Negra de la Cruz y Zutano, para la zona de Quillota. Taller de titulación . Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77 p.
- BERGH, B.O. and WHITSELL, R.H. 1974. Self- pollinated Hass seedlings. *California Avocado Society Yearbook* 1973/74:118-126.
- BERRIOS, M. 1995. Efecto del anillado, doble incisión anular y aplicaciones de paclobutrazol (Cultar) en paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Negra de la Cruz. Taller de titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 96 p.
- BLUM, A. and EBERCON, A. 1976. Free Proline accumulation and drought resistance. *Crop Science* 16:428-429.
- BOSHINKY, R. 1991, *Bioquímica*. 5ª. Ed. Wilmington, Addison Wesley, Iberoamericana 739 p.
- BOWMAN, D. and PAUL, J. 1992. Foliar absorption of urea, ammonium, and nitrate by perennial ryegrass turf. *J. Am. Soc. Hort.* 117(1): 75- 79.
- BRINGHURST, R.S. 1952. Sexual reproduction in the avocado. *California Avocado Society Yearbook*, pp. 210-214.
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.

- CAMBRÓN, S. MULLER, R. and WALLACE, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36: 201-209.
- CAUTÍN, R. 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades, In: Razetto, B. y Fichet, T. ed. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp. 13-22. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas, no 45)
- CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675 p.
- CÜETZER, L. and ROBERTSE, P.J. 1987. Pollination biology of persea americana Mill Fuerte. South African Avocado Growers Association Yearbook, 10: 43-45.
- DASHEK, W. V. and HARWOOD, H. I. 1973. Proline, hidroxiproline, and lilly pollen tube elongation. Annals of Botany 38: 947-959.
- DÍAZ, R. 1994. Efecto de la aplicación al follaje de cuatro dosis de paclobutrazol (Cuitar) sobre el rendimiento, crecimiento vegetativo y características de los frutos de palto(Persea americana Mili) cv. Fuerte y Edranol. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 95p.
- ESCAICH, J. JUNCOSA, R. GOMIS, P. SOLER, F. 1989. Estudio de la influencia de los aminoácidos durante la polinización y fecundación. Horticultura 51:95-103.
- ESCAICH, J. SOLER, F. JUNCOSA, R. y GOMIS, P. 1991. Fructificación en cultivos tratados con aminoácidos de hidrólisis enzimática. Horticultura 67:47-52.
- FAUST, 1989. Physiology of temperature zone fruit trees. Wiley interscience. 338 pp.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 201 p.
- GONZÁLEZ, P. 1993. Evaluación de un bioestimulante a base de aminoácidos en Kiwi (Actinidia deliciosa), en distintas dosis, formas y épocas de aplicación en la provincia de Quillota, Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.

- GOMS, P. AVILLA, LL. RUHI, R. VILA-PAHI, A. 1987. Fertilización a base de aminoácidos. *Fruticultura Profesional* 12:56-57.
- GUSTA, L, WILEN, R.W. and FU, P. 1995. Low-temperature Stress Tolerance: The role of Abscisic Acid, Sugars, and Heat-stable Protein, *Hortscience*, 31(1), pp 39-46.
- HERNÁNDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fonológico del palto (*Persea americana* Mill.), Cultivar Hass, para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.
- IBAR, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papayo. 3ª. ed. Barcelona, Aedos. 175 p.
- LAKSO, A. 1990. Interactions of physiology with múltiple environmental stresses in horticultural crops. *Hortscience* 25(11): 1365-1368.
- LEVITT, J. 1990. Stress Interactions-back to the future. *Hortscience* 25(11) : 1363-1365.
- LOVATT, C. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. *California Avocado Society Yearbook* 74:193-199.
- MARTÍNEZ, A. R. 1981. Proyecto de implementación de un sistema de riego tecnificado en la Estación Experimental La Palma, Quillota., Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102 p.
- MIFLIN, B. and LEA, P. 1977. Amino acid metabolism. *Annual Review of Plant Physiology* 28:299-329.
- MUTTERS, R. FERREIRA, I. and HALL, A. 1989. Proline content of the anthers and pollen of Heat-tolerant and Heat-sensitive Cowpea subjected to different temperaturas. *Crop Science*. 29:1497-1500.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CAMPO, P., ROVANET, J., SIERRA, C. Y DEL POZO, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p.
- ORTUZAR, J. 1996. Situación actual y perspectivas del palto en el mundo. In: Razeto, B. y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado.

Santiago, Universidad de Chile, pp. 13-22. (Publicaciones Misceláneas Agrícolas. n°45)

PALMA, A. 1991. Aproximación al ciclo fonológico del palto. (*Persea americana* Mili.), Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 120p.

PAPADEMETRIOU, M. 1976. Some aspects of the flower behavior, pollination and fruit set of avocado (*Persea Americana* Mili.) California Avocado Society Yearbook: 106-115.

RODRÍGUEZ, F. 1982. El aguacate. México, AGT. 167 P.

RICHTER, G. 1972. Fisiología del metabolismo de las plantas. 2da. ed. (1era en español). México, Continental. 417p

SALISBURY, F. ROSS, C. 1992. Fisiología vegetal. 4ta. ed. México, Iberoamericana. 759 p.

SCHOBERT, C. KOCKENBERGER, W. and KOMOP, E. 1988. Uptake of amino acids by plañís from the soil: A comparative study with castor bea seedling grown under natural and axenic soil conditions. Plant and Soil 109:181-187.

SCHROEDER, C. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook. pp39-40.

----- 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruit. Proceeding of the American Society Horticultural Science 52:135-141.

----- 1954. Some aspect of pollination in the avocado. California Avocado Society Yearbook 1953/54,38:159-162.

SEDGLE Y, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, polen tube growth and fruit set in avocado. Journal of Horticulture Science 52:135-141.

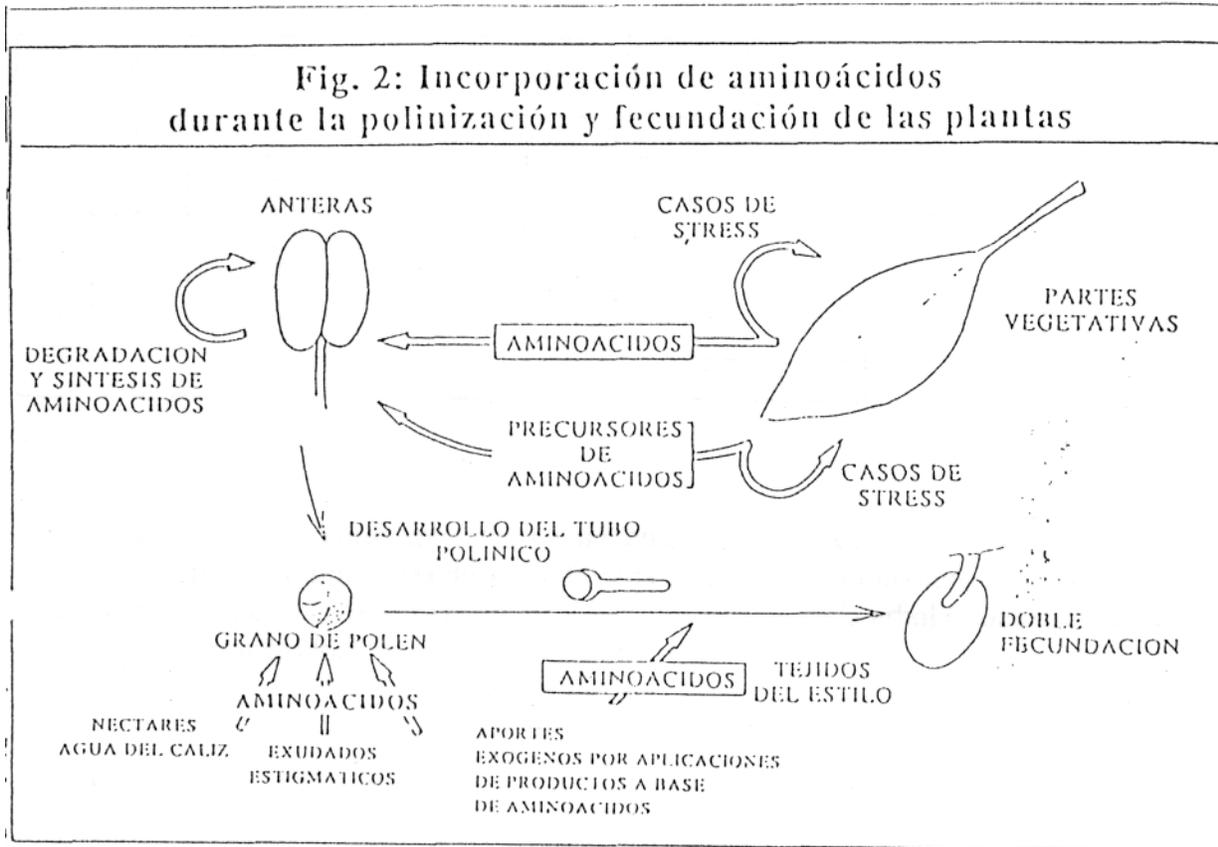
----- and ANNELS, C. .M. 1981. Flowerííng and fruit set respon se to temperature in the avocado cultivar "Hass". Scientia Horticulturae 14 (1): 27-33.

STASWISCK, P. 1994. Storage proteins of vegetative plant tissues. Annual Review of Plant Physiology 45:303- 322.

- STEWART, C. 1978. Role of carbohydrates in proline accumulation in wilted Barley Leaves. *Plant Physiology* 61:775-778.
- STOUT, A.B. 1932. Sex in avocado and pollination. *California Avocado Growers Association Yearbook* pp. 172-173.
- TAPIA, P. 1993. Aproximacion al ciclo fenologico del palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass, para la zona d Quillota, V Region. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Cat61ica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. 82p.
- VIERLING, E. 1991. The roles of heat shock proteins in plants. *Annual Review of Plant Physiology*. 42:579-620.
- WHILEY, A. WINSTON, E. 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.
- . and 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.
- . 1990. Interpretation de la fenologia y fisiologia del palto para obtener mayores producciones. Universidad Catolica de Valparaiso, Facultad de Agronomia. Curso Internacional de Production, Post-cosecha y comercializacidn de Paltas. Vifta del Mar, 2-5 de Oct. 1990. pp. E1-E25
- WOLSTENHOLME, B.N. and WHILEY, A. W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado archards. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 12:33-37.
- . and WHILEY, A.W. 1990. Prospect for vegetative- reproductive growth manipulation in avocado trees. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 13: 21-24.
- ZILKAH, S. WIESMANN, Z. KLEIN, I, and DAVID, I. 1996. Foliar applied urea improves freezing protection to avocado and peach. *Scientia Horticulturae* 66:85-92.

ANEXO 1 Incorporación de aminoácidos durante la polinización y fecundación de las plantas (FUENTE: Escaich et al.,1991).

Fig. 2: Incorporación de aminoácidos durante la polinización y fecundación de las plantas



ANEXO 2. Resumen de tratamientos

Los tratamientos realizados durante las siete fechas de aplicación, se pueden resumir de la siguiente manera, entre paréntesis se señala el número de árboles involucrados en cada condición.

Fecha	Trat. Sur	Testigo Sur	Trat. Norte	Testigo Norte.
20.09	3	1	3	1
10.10	3	1	3	1
25.10	3	1	3	1
4.11	3	1	3	1
19.11	3	1	3	1
5.12	3	1	3	1
26.12	3	1	3	1

Sobre cada una de las caras aplicadas (o no, en el caso del Testigo) se midió el número de frutos cuajados, quince días después de cada aplicación, y el número de frutos retenidos al 30 de Abril de 1997. En un área específica de cada árbol (Como se indica en materiales y métodos).

"

ANEXO 3. Relación entre las variables de temperatura y los niveles de cuaja, en ambas cras de exposición.

