UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTALES

TALLER DE TITULACION

EFECTO DEL CPPU (FORCHLORFENURON) SOBRE FRUTOS DE PALTO *(Persea americana* Mill.*)* EN DOS EPOCAS, DOS FORMAS Y TRES NIVELES DE APLICACION

JUAN ANTONIO LOPEZ ENCINA

QUILLOTA CHILE
1993

INDICE DE MATERIAS

		Pag.
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1.	Antecedentes generales del palto.	5
2.2.	Sistema radicular	8
2.3.	Sistema reproductivo	9
2.4.	El fruto	10
2.5.	Caraterísticas del cv. Hass	13
2.6.	Comercialización del palto Hass	15
2.7.	Reguladores del crecimiento	16
2.8.	Las citoquininas	18
2.9.	Las citoquininas y el crecimiento de los frutos	27
2.10.	Citoquininas sintéticas	28
3.	MATERIAL Y METODO	39
3.1.	Ubicación y material vegetal	39
3.2.	El ensayo y sus tratamientos	40
3.3.	Mediciones	41
3.4.	Diseño estadístico	43
4.	RESULTADOS Y DISCUCIONES	45
4.1.	Efecto del CPPU sobre el calibre	45
4.2.	Efecto sobre la forma de aplicación	55
4.3.	Efecto sobre el contenido de aceite y apariencia de los frutos	61
5.	CONCLUSIONES	70
6.	RESUMEN	72
7.	LITERATURA CITADA	74
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

		Pag.
CUADRO 1.	Retorno promedio por calibre obtenidos por productor en la temporada 1990/1991 y 1991/1992 por kg de palta exportado al mercado norteamericano	16
CUADRO 2.	Rango de pesos expresados en gramos que el sistema de calibración de la máquina (modelo 111) considera para cada calibre.	42
CUADRO 3.	Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en el peso promedio de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass y porcentaje de incremento del peso respecto al testigo. Ensayo 1 (28 Enero 1992).	46
CUADRO 4.	Kilógramos totales y número de frutos totales obtenidos a la cosecha por cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron) en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, y peso promedio de los frutos por tratamiento. Ensayo 1.	46
CUADRO 5.	Efecto de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron), diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 1.	48
CUADRO 6.	Efecto de los tratamiento de CPPU (forchlorfenuron) en el peso promedio de los frutos de palto(Persea americana Mill.) cv. Hass y porcentaje de incremento del peso respecto al testigo. Ensayo 2 (6 Abril 1992).	49
CUADRO 7.	Kilógramos totales y número de frutos totales obtenidos a la cosecha por cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron) en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass y peso promedio de los frutos por tratamiento. Ensayo 2 (6 Abril 1992).	49
CUADRO 8.	Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) sobre el peso y diámetro	50

polar y ecuatorial de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 2 (6 Abril 1992).

CUADRO 9. Efecto de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron) en la estimación del contenido de aceite a partir del contenido de humedad de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass . Ensayo 2. 62

CUADRO 10. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en la estimación del contenido de aceite a partir del contenido de humedad de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 1. 62

CUADRO 11. Distribución de calibres de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass obtenidos a la cosecha de cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 1. 65

CUADRO 12. Distribución de calibres de palta (Persea americana Mill.) cv. Hass, obtenidos a la cosecha de cada uno de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 2. 65

CUADRO 13. Porcentaje de kilos de palta (Persea americana Mill.) cv. Hass en los calibres 40 y 50 entregados para cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 1. 67

CUADRO 14. Distribución de calibres de palta (Persea americana Mill.) cv. Hass en los calibres 40 y 50 obtenidos a la cosecha de cada uno de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 2. 69

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
FIGURA 1.	Estructura química de la Benziladenina.	29
FIGURA 2.	Estructura química de la Piridil-urea (urea-derivado).	30
FIGURA 3.	Estructura química del N-Phenyl-N'-(2-cloro-4pyrydyl) urea (CPPU).	31

1. INTRODUCCION

Durante la última temporada el negocio de las exportaciones fruticolas se ha enfrentado a una sostenida baja en el retorno por sus productos.

Es frecuente leer en publicaciones agricolas la opinión de especialistas respecto al momento económico que vive el sector: "El aumento de productos y la adición de empresas medianas y pequeñas al proceso de exportación, obligarán a los chilenos a volverse cada vez más responsables ante los consumidores y usuarios. A juicio de técnicos y analistas, ahora cobra singular importancia el concepto de calidad, que en el futuro deberá involucrar a toda la empresa productora". Más adelante continúa " el tema calidad es clave no sólo porque hay más exigencias de los mercados, sino porque abre un conjunto de oportunidades para que el pais logre ubicarse en "nichos" de mercados más atrayentes" (REVISTA DEL CAMPO , 1992).

En otras publicaciones se puede leer respecto a las prevenciones que deben adoptar los chilenos en la temporada que ya se inició: " Los productores deben considerar que la calidad y condición son tremendamente importantes y que la primera incluye apariencia, color, calibre." (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

Un relator del Cuarto Congreso Internacional de la Fruta fue quien dio la pauta sobre el punto en cuestión "...se deben poner en juego un conjunto de factores: Tecnología, diseño, contactos y conocimientos comerciales. Se obtienen, puntualizó, cuando se emplean " superiores métodos de investigación y desarrollo, ingeneria, producción, comercialización, etc." (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

Así como se ha planteado la situación, alguna de las claves para continuar confiando en el futuro del sector como han indicado los especialistas, es el desarrollo inteligente de tecnología, investigación y desarrollo, de forma de aumentar los parámetros de calidad y productividad necesarios para sostener la presencia de la fruta chilena en los mercados externos a precios convenientes para los productores nacionales.

Los reguladores del crecimiento constituyen una de las innovaciones tecnológicas más relevantes de la últimas décadas en el campo agrícola y han iluminado la imaginación de investigadores y científicos por mucho tiempo.

En el transcurso de estos últimos 25 años, el desarrollo de las investigaciones de reguladores del crecimiento ha pasado por diversas etapas, desde los modelos optimistas de los tempranos '70 de incrementar económicamente la producción de biomasa usando sustancias reguladores del crecimiento de las

plantas hasta el escepticismo de los '80. La falta de éxitos tangibles de ensayos de campo y las inclinaciones personales de cada individuo que dejaron temas y herramientas a los fisiólogos de éxito y que se tradujeron en un nivel mayor de publicaciones exitosas. Más y más, los investigadores de reguladores del crecimiento se fueron alejando de la horticultura hacia la fisiología de las plantas (CUTTING, 1990).

La tarea pendiente, entonces, en la década de los '90 es encontrar una utilidad práctica en la producción agrícola a un sin número de sustancias con actividad hormonal sintetizadas hasta hoy mediante el trabajo abnegado de los investigadores de campo.

Recientemente un nuevo producto de síntesis, el CPPU, un derivado de la fenil-urea con actividad citoquininica, ha manifestado la capacidad de influir positivamente en el desarrollo del fruto de diversas especies (vid, manzana, kiwi), determinando por otra parte efectos colaterales indeseables, así como deformaciones en los frutos (GIULIANI et al., 1992).

En consideración al hecho de que un aumento en el calibre de cualquier tipo de fruta es un factor apreciado en el aspecto comercial y que puede llegar a determinar el éxito económico de una plantación, se ha pensado oportuno cumplir una específica investigación sobre la posibilidad ofrecida por

dicho producto de síntesis para el fruto de palto (*Persea americana* Mill.) de la variedad Hass.

Los objetivos propuestos son los siguientes:

- Incrementar el calibre de los frutos a la cosecha con aspersiones de CPPU.

- Determinar qué dosis, época y forma de aplicación de las ensayadas resultan más eficaces para el logro del objetivo anterior.

- Determinar efectos de los tratamientos de CPPU sobre el contenido de aceite de los frutos a la cosecha.

- Mejorar la distribución de calibres de los frutos tratados hacia los calibres más comerciales.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Antecedentes generales del palto:

El palto (*Persea americana* Mill.) es una especie de hoja persistente nativa de México. Al parecer este árbol tiene una amplia zona de crecimiento y 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 y seleccionando naturalmente. Es posible incluso que se hayan cruzado con otras especies del género Persea (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Es así como los paltos se agrupan en tres razas según el lugar de origen : mexicana, guatemalteca y antillana. La variedad Hass pertenece a la raza guatemalteca (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Los paltos presentan dos crecimientos vegetativos en una temporada completa. Cada brotación es seguida por un periodo de aumento en el crecimiento radicular. La primera brotación comienza en primavera hacia el final de la floración, mientras que la segunda lo hace en los meses de verano. El crecimiento reproductivo comienza después de un corto periodo de semi-inactividad en el árbol, con el desarrollo de la yema floral seguido de la floración y fructificación. La

floración es uno de los mayores eventos en el ciclo de crecimiento en el palto, contribuyendo con el 8% de la materia seca total del árbol en el máximo período de crecimiento. Los órganos florales incrementan el potencial de pérdida de agua en el árbol en un 90% y demanda las reservas de carbohidratos y nutrientes que tiene el árbol (WHILEY et al., 1988).

Inmediatamente después de la cuaja, hay una caída de frutos que han sido pobremente polinizados, con una alta proporción de fruta que parece bastante normal. Esta caída de frutas coincide con el crecimiento vegetativo de primavera, cuando ambos están compitiendo por la fuente limitada de recursos, ya reducidos por la floración (WHILEY et al., 1988).

El hecho más importante del crecimiento reproductivo, es la segunda caída de frutas que se produce temprano. Igualmente está asociada con el mayor crecimiento vegetativo que ocurre en esta época donde ambos compiten por los recursos del árbol. Estos hechos identifican a los dos períodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afecta directamente a la productividad (WHILEY et al., 1988).

HERNANDEZ (1991) en un estudio de la fenología del palto Hass realizado bajo las condiciones de Quillota, V región, reportó la caída de frutos desde el 20 de noviembre hasta el 15 de abril. Se observó una caída de frutos bien definida, entre el 20 de noviembre y 8 de enero con un valor peak el 18 de

diciembre, y hasta el 15 de abril se produce una caída de frutos de baja intensidad respecto al peak, pero persistente en el tiempo.

Mientras estos dos periodos vegetativos, el de primavera y el de verano, son competitivos con la retención y crecimiento de los frutos, son esenciales al largo plazo para la productividad de los árboles. Sin embargo, controlando el vigor de los brotes, es mayor la oportunidad de tener mayor rendimiento y además de controlar el tamaño de los árboles (WHILEY et al., 1988.

Hay que considerar que el palto es originario de la selva tropical de centro américa, donde la competencia por la luz se hace imprescindible. Esto conlleva a que el palto, en su medio natural, favorezca el crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo para poder competir con las demás especies.

El crecimiento de brotes esporádicos se produce en una canopia compuesta de hojas de edades y eficiencia variable. Las hojas pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante el periodo de demanda (WHILEY, 1990, citado por HERNANDEZ, 1991).

SHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER et al. (1985) indicaron que los componentes estructurales del árbol tienen la capacidad de almacenar el exceso de carbohidratos en forma de almidón.

Las producciones alternadas en palto parecen estar estrechamente relacionadas con los niveles de carbohidratos en el árbol. Altas productividades seguidas de una alta acumulación de carbohidratos durante el invierno, resulta en bajos niveles de carbohidratos durante el año siguiente. Los máximos niveles de carbohidratos ocurren a principio de primavera, declinando durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos, para llegar a un mínimo en otoño. La acumulación comienza aproximadamente en el momento que cesa la actividad vegetativa y continúa durante el invierno hasta que los niveles máximos estén alcanzados en primavera.

El vigor del flash del crecimiento de primavera puede ser físicamente manipulado, despuntándolo (BLUMENFIELD, GAZIT y ARGAMAN, 1983) o por medio de la realización de un anillado, reduciendo temporalmente la fuerza del crecimiento vegetativo o alterando la fuerza del zink por nutrientes dentro de la planta, permitiendo una mejor distribución de los elementos asimilados, contribuyendo también de esta forma al crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, formación y crecimiento de la fruta.

2.2. Sistema radicular:

En relación al sistema radical de los paltos, WOLSTERHOLME (1987) señaló que esta especie posee un sistema de raíces superficial, extensamente suberizado, relativamente

ineficiente, con una baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radicales.

El sistema radical está en un estrecho balance con el crecimiento vegetativo del árbol. El mayor volumen de raíces está distribuido en los primeros 45 cm del suelo, donde las raíces son vulnerables a los rápidos cambios del medio ambiente (WHILEY et al., 1987).

2.3. Sistema reproductivo :

Auque el palto florece profusamente, tiene un ciclo floral completo, que resulta comparativamente de poca cuaja. Sin embargo, si el 0.1% de las flores termina como fruta madura, entonces el árbol produce una cosecha abundante (WHILEY et al., 1988).

El racimo floral que presenta corresponde a una panicula y según donde esté ubicada la flor que cuaja será la longitud del pedúnculo del fruto que ella originará. Una de las características de esta especie es su dicogamia protoginea y presenta un hábit de floración tipo A o B, según sea el cultivar y las horas del día en que ellas abren (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

WHILEY et al. (1988) señala que otro problema anexo para la fructificación del palto es la sensibilidad del ciclo floral a la temperatura, siendo los cultivares del tipo B más

sensibles que del tipo A.

2.4. El fruto:

Los botánicos describen el fruto del palto como una baya monocarpelar con una semilla. En el fruto se puede distinguir: exocarpio, mesocarpio y endocarpio que en su conjunto constituyen el pericarpio. El exocarpio consiste en una epidermis simple, una a tres capas de células parenquimáticas y una capa de esclerenquima o células pétreas, limitando la superficie interna de la piel (CUMMING Y SCHOLDER, 1942).

La palta contiene una gran semilla central que puede constituir hasta un 25% del total del peso de la fruta; posee dos cotiledones, plúmula , hipocotilo, radícula y dos finas cubiertas seminales adheridas una a la otra (LEWIS, 1978).

SCHOLDER (1953), señala que requiere de polinización, fertilización y formación del embrión para que se desarrolle el fruto del palto.

La curva de crecimiento del fruto en el árbol es del tipo simple sigmoidea. Durante toda la temporada hay un proceso de división y elongación célular, a diferencia de otras especies donde la división celular cesa en un cierto punto y el crecimiento adicional es por elongación celular (LEWIS, 1978).

Según CHANDLER (1962), la división celular de un fruto continúa hasta la maduración completa. En secciones de pulpa cortada de una palta madura y mantenida en un medio nutritivo de agar, puede seguir mostrando división celular durante cinco o más meses.

BEAN (1958) señala que el crecimiento de la fruta está en gran parte basado en el transporte de material desde los órganos fotosintéticos de la planta. Este material está en su mayor parte compuesto por azúcares y sus derivados. Estos son metabolizados en la fruta a productos de almacenaje, a materiales de estructura celular a la vez que proveen de energía para el desarrollo celular.

BLUMENFELD, ADATO y GAZIT (1970) extrajeron reguladores del crecimiento en diferentes etapas del desarrollo del fruto de palto, encontrando que en los primeros estados de crecimiento los niveles de giberelinas eran muy bajos y los de auxinas eran bastante elevados, pero no estableció relación entre la actividad de las auxinas y la tasa de crecimiento del fruto. En cambio, los niveles de citoquininas eran muy elevados y su actividad tuvo una alta correlación en la tasa de crecimiento del fruto. Además, se observó una gran actividad de citoquininas durante los primeros estados de desarrollo del fruto. La actividad de este biorregulador disminuye durante la maduración y desaparece al mismo tiempo que la testa se arruga. Como consecuencia, el sistema vas-

cular se seca y no es capaz de transportar materiales, por lo que puede limitar el intercambio entre el embrión y el pericarpio.

Respecto al desarrollo de los frutos en el árbol, se ha acumulado bastante evidencia respecto de los sinks competitivos vegetativos y reproductivos durante el crecimiento primaveral. WHILEY (1990) señala que el éxito de la formación de frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y da la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano) y del tiempo de transición de sink a fuente de los brotes que se renuevan en primavera. El desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con la raíz y los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles, por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes, bajan las reservas de los árboles.

La magnitud de la segunda caída de frutos parece no estar relacionada al crecimiento del verano. WOLSTERHOLME, WHILEY y SARANDH (1990) han demostrado que las condiciones ambientales desfavorables durante el período aumentan las tasas de caída de fruta. Sin embargo, es posible que el mayor impacto de esta pérdida sea la limitación de reservas que se presente antes de finalizar la madurez repentina de primavera. El

brote de verano es sin duda alguna, importante para el período final del fruto, como también lo es para la fuente de fotosintatos y nutrientes de los años venideros (WHILEY, 1990).

2.5. Características del cv. Hass:

Esta variedad ocupa el primer lugar entre los paltos plantados en Chile. Según antecedentes de CIREN-CORFO la superficie plantada, estaría en torno a las 9.043 ha. de las cuales 5.408 se ubican en la V Región (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

Es la variedad que más rápido ha incrementado su superficie después de ser introducida al país, hace aproximadamente 40 años (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

La productividad es más regular que otras variedades. Es gran productor, además de ser precoz, encontrándose frutos en árboles de 2 y 3 años (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

La variedad Hass, es muy sensible a las bajas temperaturas, resistiendo sólo -1.1 °C. Su floración principal se produce mayoritariamente desde octubre a noviembre y el fruto se puede cosechar durante 8 meses en una misma zona, desde septiembre a abril en Quillota (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

El árbol tiene un desarrollo mediano, crecimiento erecto no

piramidal, frutos piriformes a ovoide y su peso fluctúa entre 180 a 360 g. La cáscara es cueruda algo rugosa, de color verde, ligeramente negruzca cuando están en el árbol, pero cosechada se torna negra a medida que la fruta se ablanda al madurar. De semilla pequeña, de contenido de aceite de 15 % a 20 % (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Los paltos tienen baja producción en relación a otros frutales, debido al alto costo de energía al fruto en relación a la acumulación de aceite y la formación de la semilla rica en nutrientes (WOLSTERHOLME, 1986).

Según HERNANDEZ (1991) en su estudio de la fenología del palto Hass en Quillota observó que la competencia sexual durante la floración no se ajustó al patrón de floración tipo A. Así fue como, de las mediciones realizadas a las 9:00 h, el 25% de ellas mostraba un traslape de estados sexuales; de las realizadas a las 16:00 h el 41.6 %, es decir, el traslape fue más frecuente en la medición de las 16:00 h. Además, se encontró que la floración se concentró entre el 23 de octubre y el 5 de noviembre y el peak de caída de frutos se extiende entre el 20 de noviembre y el 8 de enero, un mes después de la antesis. Se apreció que la floración y por tanto la cuaja, coinciden con el flash de crecimiento vegetativo de primavera, es decir, estos eventos ocurren en forma simultánea y por lo tanto compiten por una fuerte limitada de recursos.

2.6. Comercialización del palto Hass:

Desde 1989, la oferta ha mostrado un aumento sostenido a nivel nacional. Así, en la temporada 1989/90 creció en 51.1 % y 28.9 % en 1990/91. A su vez, hasta agosto del año 1992 se observaba un crecimiento de 8.5 % respecto al mismo lapso de 1991. Aparentemente los volúmenes comercializados seguirán incrementándose, a pesar de los envios al exterior, que absorben una buena de la parte de la producción (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

En 1991/92 nuevamente hubo un aumento en los volúmenes exportados. Se pasó de 1.049.596 a 1.342.070 cajas entre 1990/91 y 1991/92, un crecimiento del 27.8%. De ese total, la mayor parte se destinó a E.E.U.U, que acaparó 1.242.800 unidades, de manera que constituye el principal mercado para la especie (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

En cuanto a las cotizaciones en el mercado norteamericano, hasta mediados de octubre de 1992 se observaban relativamente más bajos en relación al año pasado. Es así como los valores fluctúan entre US$ 28 y US$ 32 / Kg, en circunstancias que en igual periodo del año anterior las mismas se situaban entre US$ 35 y US$ 40 / Kg. De esta forma, aparentemente están disminuyendo los retornos por el producto aunque aún se mantiene en niveles atractivos para seguir exportando (REVISTA DEL CAMPO, 1992).

En los retornos por kg de palta según distribución de calibres a productor obtenidos en la temporada 1990/91 y 1991/92 por Allende (1993)*, se aprecia que en estas dos últimas temporadas el mejor precio fue obtenido por los calibres 40 y 50. Se observa además, una baja en los precios promedios por calibre en alrededor de US$ 0.20 por kg de palta entre una temporada y otra (Cuadro 1).

CUADRO 1. Retorno promedio por calibre obtenidos a productor en la temporada 1990/91 y 1991/92 por kg de palta exportada al mercado norteamericano (US$/kg.).

Temporada Calibres	1990/91	1991/92
40	1.63**	1.46
50	1.59	1.25
60	1.25	0.92
70	1.03	0.63
80	n.i.*	0.64
84	1.01	0.81

* n.i. : no hay información.
** Retorno a productor expresado en US$/kg.
++ Valores obtenidos por Pedro T. Allende, productor en cuyo huerto se realizó el ensayo.

2.3. Reguladores del crecimiento:

Se reconoce actualmente que la mayoría, si no la totalidad de la actividad fisiológica de las plantas, está regulada por un conjunto de sustancias químicas llamadas hormonas.

* Allende, P.T. Ing. Agr. 1993. Productor Quinta Covadonga. Quillota, V región. Comunicación Personal.

Algunas de las funciones de regulación fisiológica y biológica que se le atribuyen a las hormonas vegetales se encuentra división y elongación celular, sintesis de RNA y proteinas especificas, dominancia apical, iniciación radicular, partenocarpia, abcisión, crecimiento de frutos, etc. (DEVLIN, s.f.).

La presencia en las plantas de hormonas reguladoras del crecimiento fue sugerida por primera vez por Julios Von Sachs en la segunda mitad del siglo XIX, cuando indicó que debian existir en las plantas "sustancias formadoras de órganos" que debian ser producidas en las hojas y transportadas hacia abajo al resto de la planta. Las ingeniosas observaciones de este famoso cientifico prefiguraron en forma notable el estudio intensivo de la regulación del crecimiento en las plantas realizado durante el siglo XX (DEVLIN, s.f.).

Desde el descubrimiento y caracterización quimica de la auxina por KöGL, HAAGEN-SWIT y ERXLEBEN, citados por DEVLIN, (s.f.) se ha llevado a cabo un enorme número de investigaciones en el campo de la regulación del crecimiento vegetal.

Apenas, se consiguió el aislamiento y la caracterización de la molécula de auxina, se empezó la búsqueda intensiva de compuestos parecidos al AIA y con análoga actividad (DEVLIN, s.f.)

En 1938, Yabuda y Sumiki aislaron la giberelina en forma

cristalina a partir de filtraciones de un hongo denominado Fusarium moriliforma Shel. (Gibberella fujikuroi (Sou) Wr.). De aquel tiempo a esta parte, se han ido descubriendo giberelinas y sustancias del tipo de la giberelinas en las plantas superiores (MITCHELL et al, 1951; SUMIKI Y KAWARADA, 1961; WEST Y PHINNEY, 1957, citados por DEVLIN, s. f.).

En 1941 observaron que la leche de coco es un estimulante muy activo de la división celular (OVERBEEK et al., citados por DEVLIN, s.f.). En 1951 en búsqueda de nuevos compuestos que provocan división celular, aislaron cinetina a partir del DNA de la levadura. Posterior a este descubrimiento se han sintetizado muchas sustancias análogas a la cinetina, con actividad estimulante sobre la división celular. A fin de agrupar este tipo de sustancias bajo una denominación común, se ha dado el término genérico citoquinina a todos los compuestos con actividad biológica parecida a la cinetina (SKOOG et al., 1965, citados por DEVLIN, s.f.).

Paralelo y posterior al descubrimiento de estos reguladores del crecimiento, se han encontrado y caracterizado otras sustancias con actividad hormonal como etileno o inhibidores del crecimiento como ácido absícico y otros sintéticos como el CCC, paclobutrazol, fosfon-d, etc.

2.8. Las citoquininas:

Profundizando en el conocimiento de las citoquininas se puede

agregar que ninguna de éstas son constituyentes del DNA, pero algunas se encuentran como bases ocacionales en ciertas moléculas de RNAt de plantas superiores, bacterias y aún de primates y, algunas asisten como citoquininas libres. Sólo alrededor de un décimo de los RNAt (los que tienen los correspondientes codones mensajeros de RNA que se inician con una base uracil) tienen citoquininas y en tal caso sólo una base citoquinina se halla presente en cada molécula RNAt, está colocada siempre junto a la tercera extremidad de un codón. Las citoquininas asisten al RNAt como nucleótidos (base + ribos + fosfato). Las bases citoquininicas incluyen zeatina, isopenteno adenina, 2-metiltiozeatina y 2-metiltio-isopentenil adenina (HALL, 1973; BURROWS, 1975, citados por JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Los metiltioderivados no se han hallado como citoquininas libres, pero si todas las demás que se han mencionado. Estas citoquininas enlazadas a RNAt pueden ser necesarias para el enlace normal del RNAt, a mensajeros de RNA por la interacción anticodón durante la síntesis de las proteínas en ribosomas, pero son estas citoquininas libres no atadas en RNAt, las que aparentemente causan las respuestas fisiológicas conocidas (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Una media docena de otras citoquininas libres que son derivados de adeninas con una cadena lateral en la posición Nº 6, han sido desde entonces identificadas en angiospermas y

seguramente se encontraran más. Se cree que todas pueden asistir como la base libre, el nucléosido o aun como nucleótido, tal como acontece con la adenina. Más aún, citoquininas libres se han identificado en sólo algunas gimnospermas y aparentemente no en musgos y helechos, pero probablemte si se encuentren en todas las plantas y más en forma libre o como RNAt. Ciertas bacterias y hongos contienen citoquininas que pueden influir en los procesos patológicos causados por estos microbios (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Varios cientos de citoquininas han sido probadas por SKOOG, LETHAM y otros, citados por JENSEN Y SALISBURY (1988), en varios bioexperimentos. Muchas se han demostrado activas, pero las más comúnmente usadas por los fisiólogos incluyen quinetina y benziladenina.

Las citoquininas son relativamente abundantes en frutos inmaduros (jóvenes), en semillas y en las hojas nuevas. Parece lógico suponer que son sintetizadas o elaboradas ahí mismo, pero no se puede descartar la posibilidad de que sean transportadas desde otro sitio. De lo que sí se tiene seguridad es que las extremidades de las raíces sintetizan citoquininas y a través del xilema la transportan a todas las parte de las plantas. Esto puede explicar la acumulación en hojas nuevas, en frutos y semillas , en los que hay un activo transporte del xilema. Existe muy poca evidencia de formación de citoquininas en otros órganos de la planta, excepto en las

raíces (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

El transporte de estas hormanas fuera de las hojas nuevas, semillas y frutos es muy restringido y el movimiento a través de las partes no vasculares de los tallos es también muy lento. Si por ejemplo, se agrega una citoquinina a un brote lateral que está sujeto a dominancia apical por AIA u otra sustancia proveniente del ápice de las ramas, casi nada de la citoquinina se mueve fuera de donde se puso. Las citoquininas, especialmente como glucósidos, pueden ser removidos desde las hojas a través de los tallos si caen dentro del sistema del floema. Esto implica que las hojas maduras aportan normalmente citoquininas a las hojas nuevas, pero ésto aún es incierto. Como el transporte de soluciones desde las hojas nuevas a los frutos o hacia las hojas viejas es mínimo o no existe, la citoquininas formadas en células jóvenes usualmente quedan ahí (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Una de las funciones principales de las citoquininas es estimular la citoquinesis. Si al callo de tabaco formado por acción de auxinas se le añade una citoquinina se promueve, como se ha dicho, una gran citoquinesis. Si la razón citoquinina-auxina es elevada se favorece la formación de ciertas células que posteriormente se desarrollan como brotes, hojas y tallos. Si los tejidos se mantienen a la luz, se promueve el desarrollo de hojas, pero si la relación citoquinina-auxina es baja, se favorece la formación de raíces (JENSEN Y

SALISBURY, 1988).

Las citoquininas retardan el envejecimiento. Hay algo que aparentemente es proporcionado por las raices a las hojas que las mantiene fisiólogicamente jóvenes. Esto, seguramente sea alguna citoquinina provista a través del xilema. El retardo de la senescencia por las citoquininas parece ser un fenómeno natural parcialmente controlado por las raices y asociado otros interesantes fenómenos. La citoquinesis provoca el transporte de muchas soluciones desde las partes viejas de las hojas y aún hacia partes tratadas de hojas envejecidas. Una dramática ilustración lo constituye el tratamiento con benziladenina a hojas viejas de porotos. Las hojas tratadas con la impregnación aparentemente extrajeron nutrientes de las hojas trifoliadas nuevas adyacentes (ubicadas en posiciones más altas). Normalmente las hojas nuevas extraen nutrientes desde las más viejas debido en parte a que son más ricas en citoquininas. Otra interesante hipótesis es que las citoquininas de las estructuras reproductivas pueden tener importancia para la supervivencia al estimular el movimiento de azúcares, y otras disoluciones desde las hojas adultas hacia las semillas, flores y frutos. Las citoquininas estimulan el desarrollo de los brotes laterales. Si se coloca una citoquinina a una yema lateral que está dominada por la yema de la punta del eje central de una rama, esta yema lateral por lo general comienza a crecer, aunque no en todas

las especies ocurre. La capacidad de las citoquininas para anular la dominancia apical probablemente implica el estímulo de la división celular de la yema y la capacidad de la yema para comportarse como un sumidero hacia el cual son atraídos nutrientes de otras partes de la planta (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

En cuanto a estimular el crecimiento de las hojas se puede observar ciertos efectos estimulantes en hojas intactas de dicotiledóneas de ciertas especies después de repetidas aplicaciones, pero son habitualmente pequeñas y tal vez se produzcan indirectamente por la atracción de metabolitos desde otros órganos. Si se cortan rodajas de hojas de dicotiledoneas y se mantienen húmedas, las citoquininas estimulan la expansión (por estimulo del crecimiento de las células) sugeriendo así una función normal de las citoquininas en el crecimiento de las hojas (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Si se mantienen callos de tabaco a la luz y se proporcionan citoquininas se promoverá la formación de cloroplastos. Este hecho sugiere que las citoquininas presentes en las hojas son importantes para el desarrollo de cloroplastos durante el crecimiento normal de las hojas (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Se analizará a continuación, el efecto de las citoquininas en el crecimiento total de las plantas. El crecimiento normal

sin duda requiere citoquininas libres, pero el abastecimiento endógeno es rara vez limitante. Por lo tanto, el tratamiento de las plantas con citoquininas falla en estimular el crecimiento total. En plantas de soyas a las cuales se les detuvo el suministro de citoquininas y giberelinas eliminando la raíz, se obtuvo un reestablecimiento de su crecimiento por un período de 24 horas mediante la aplicación de GA3 más una giberelina sintética. El principal efecto de las citoquininas es promover la división celular en las células más nuevas del extremo superior del hipocotiledón, mientras que el principal efecto del GA3 es aumentar el alargamiento de las células del crecimiento de la parte inferior. Estos resultados sugieren que las citoquininas y giberelinas son necesarias para el alargamiento normal del tallo, pero que otras sustancias pueden actuar como condicionantes (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Las citoquininas además pueden reestablecer el crecimiento de tallos de las plantas que han estado en el agua y de algunas plantas a las que se les cortó la raíz. También ha demostrado ser un potente inhibidor del alargamiento en algunos tallos cortados y en secciones de raíces. En efecto, kinetina, zeatina y benziladenina son inhibidores tan potentes del crecimiento estimulado por auxina en secciones de hipocotiledones de soya, como la actirnomicina D o la ciclo-hexamina (VANDERHOLF Y STAHL, 1975, citados por JENSEN Y SALISBURY, 1988).

En tallos y raíces el agregado o suministro de citoquininas eventualmente aumenta la tasa de agrandamiento de las células. Esto ocasiona raíces gruesas y tallos que pueden cambiar la orientación de las microfibrillas frecuentemente sintetizadas en las paredes en una dirección más paralela en el eje longitudinal de las células (o el eje más largo de las células). Esto inhibirá el crecimiento longitudinal pero permitira la expansión radial (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

¿Cómo actúan las citoquininas?. La variabilidad de los efectos de las citoquininas sugiere que posee diferentes mecanismos de acción para diferentes tejidos, pero a primera vista se observa que un efecto primario común es seguido de numerosos efectos secundarios, dependiendo del estado fisiológico de las células observadas. Como sucede con otras hormonas, puede ocurrrir una amplificación del efecto inicial ya que las citoquininas se encuentran presentes en muy bajas concentraciones. Se sospecha cierto efecto sobre el RNA y la síntesis de enzimas, en parte porque sus efectos son bloqueados por inhibidores de la síntesis de proteínas. La hormonas pueden estimular la formación de ciertas proteínas necesarias para la citoquinisis, pero no para la síntesis de DNA, ya que este último proceso ocurre sin impedimento en los tejidos de callos sin añadirle citoquinina (JENSEN y SALISBURY, 1988).

Numerosas enzimas aumentan la actividad después del

tratamiento con citoquinina, incluyendo enzimas fotosintéticas características de plástidos bien desarrollados. En hojas desarrolladas en que se retrasó el envejecimiento de un sector dado, la tasa de síntesis de proteínas aumenta, pero la pérdida más lenta de proteína y RNA parece deberse principalmente a una disminución en la tasa de la hidrólisis por las proteasas y ribonucleasas (KENDE, 1971, citado por JENSEN Y SALISBURY, 1988).

En el aumento de volumen que experimenta la célula por efecto de las citoquininas no se ha visto efecto de ésta sobre las paredes de las células. Se piensa que el mecanismo de acción de las citoquininas en el aumento de volumen de la célula es debido a un incremento de los solutos, principalmente azúcares reducidores (glucosa, fructosa o ambos). En ensayos realizados en aplicación de citoquininas sobre rábano ha existido una alta correlación entre el crecimiento medido por aumento del peso fresco y la cantidad de azúcares reducidores presentes. Esto justifica probablemente que las citoquininas promuevan en parte el crecimiento porque ellas aumentan la cantidad de moléculas de azúcar en las células provocando la absorción de agua para equilibrar las concentraciones osmóticas dentro y fuera de la célula (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

Recientes descubrimientos han encontrado que las citoquininas se adhieren fuertemente y casi en forma específica a ciertas proteínas ribosómicas (FOSC, ERION, 1975; ZAKEGAMI Y YOSHIDA,

1975, citados por JENSEN Y SALISBURY, 1988). Esto significa que el lugar primario de acción está en la síntesis de proteínas en el ribosoma, y que los cambios en las características de las enzimas depende de este efecto. Desde que el crecimiento y desarrollo depende de las enzimas, la clase de respuesta depende en parte en la naturaleza de los receptores de proteínas ribosomales en las células elegidas (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

2.9. Las citoquininas y el crecimiento de los frutos:

Los frutos en desarrollo son ricas fuentes de citoquinina que se encuentran en los tejidos donde se produce divisiones celulares rápidas. Las más altas concentraciones se han encontrado en frutos jóvenes, sobre todo en sus semillas. Se obtuvieron extractos, a partir de frutos pequeños de manzano, membrillo, pera, ciruelo, durazno y tomate. Las citoquininas desempeñan una función importante en la regulación de la división celular de los frutos de manzano y ciruelo y quizá también en la mayoría de los demás frutos (WEAVER, 1976).

El movimiento de los nutrientes hacia las flores, frutos, tubérculos y bulbos se ha reconocido durante muchos años. La observación de esos movimientos, ha llevado a la conclusión de que los materiales orgánicos e inorgánicos se desplazan desde sus ubicaciones de origen en las plantas, como son las hojas maduras, hacia varios puntos de absorción,

tales como los frutos y ápices de esos brotes. Se ha demostrado (MOTHES, 1960, citado por WEAVER, 1976) que las citoquininas exógenas son agentes potentes de movilización en las hojas. KRIEDEMAN (1968) citado por WEAVER (1976), demostró que las citoquininas provocan el desplazamiento de fotosintatos hacia los frutos de los cítricos. El hecho que los tejidos vegetales que actúan como absorbentes son ricos en hormonas, respalda la teoría de que éstas desempeñan una función importante en la movilización de los nutrientes e incluso, que pueden constituir una fuerza de control.

2.10. Citoquininas sintéticas:

Compuestos sintéticos con actividad citoquinínica con una variedad de estructuras han sido bien estudiados en relación a su actividad. Casi la totalidad de estas sustancias son derivados del tipo purina o modificaciones de la estructura de las pirimidinas. Pero a mediados de la década de los '60 se encontró que algunos de los derivados de la fenil-urea mostraban una alta actividad citoquinínica sobre callos de tabaco y fue más fuerte que la actividad de la 6-Benzilaminopurina (6-BA, Fig. 1) o Kinetina (una citoquinina sintética derivadas de adenina de mayor actividad) (TAKAHASHI et al., 1978).

Entre los primeros derivados de urea que mostraron un alto rango de actividad citoquinínica esta la N-fenil-N-(4-

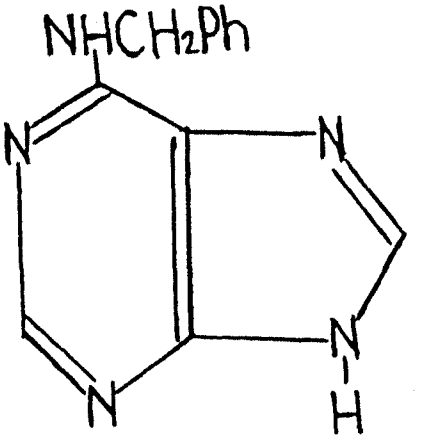

FIGURA 1. Estructura quimica de la Benziladenina.

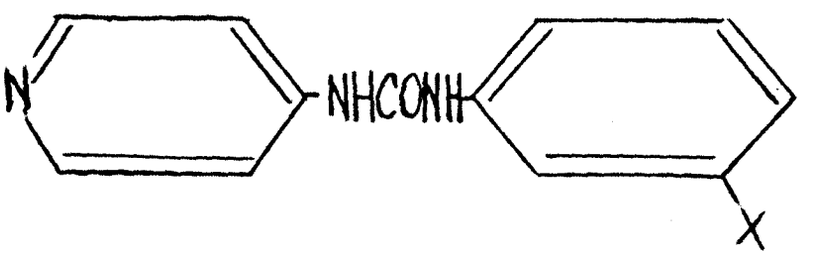

FIGURA 2. Estructura química de la Piridil-urea (urea-derivado).

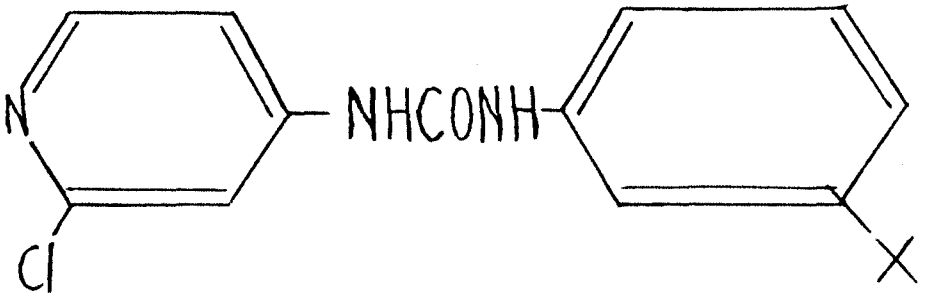

FIGURA 3. Estructura química del N-Phenyl-N'-(2-cloro-4pyrydyl) urea (CPPU).

piridil) urea (4pu, Fig. 2). Este compuesto fue sintetizado por BRUDE y ZWAR, entre las 500 especies de ureas sustituidas y tioureas que fueron reportadas por iniciar división celular a 0.1 ppm en los bioensayos efectuados por BOTTOMLEY et al., utilizando bloques de ápice de tabaco en 1 ml de medio nutricional líquido más AIA y el compuesto a ensayar (TAKAHASHI et al., 1978).

En ensayos posteriores se intentó sintetizar derivados de 4pu con una mayor actividad citoquinínica para lo cual se analizó la interrelación estructura-actividad de los derivados de urea sustituidos reportados por BRUCE Y ZEWAR. Producto de estos ensayos se encontró que la introducción de un grupo Cl electronegativo en la posición alfa del anillo piridil, causa un fuerte efecto de incremento en la actividad citoquinínica, como lo muestra la Figura 3 (TAKAHASHI et al., 1978).

Una molécula de N-Phenil-N'-(2-cloro-4-pyridil) urea (CPPU) muestra una relevante actividad, promoviendo un crecimiento vigoroso del tejido de callo y proporciona un rendimiento de callo similar a Benziladenina (B.A.) a una concentración menor que $4*10^{n}$ (n=-9) M (0.001 ppm) lo cual significa tener una actividad 10 veces mayor que la Benziladenina. Por tanto, se puede decir que existen en el presente 2 compuestos citoquinicos activos, es decir, los "tipo Purina" y los "tipo Urea" (TAKAHASHI et al., 1978).

Pero a pesar de su diferencia estructural estas clases de citoquininas (una derivada de fenil-urea y otra de adenina) tienen una actividad biológica similar. Tanto división celular, formación de brotes, retención de clorofila, inhibición de crecimiento radicular e inhibición en floración fueron similares; la principal diferencia entre éstos estuvo en la concentración requerida para tal actividad (KUROSAKI et al., 1981).

Mediante el empleo de inhibición de citoqininas se intentó establecer si el sitio de acción de estos compuestos, citoquininas purinas y úricas, son iguales o tienen sitios diferentes. De los ensayos realizados se concluyó que el sitio de actividad de la benziladenina es competitivamente ocupado por el CPPU y que el sitio de actividad del CPPU es competitivamente ocupado por compuestos purínicos, por tanto los resultados están a favor de la idea que las citoquininas úricas y purínicas tienen un sitio común de actividad (KUROSAKI et al., 1981).

En ensayos de campo con CPPU, se han obtenido diversos compuestos dependiendo principalmente de cual sea la especie tratada y la época de aplicación. Con aplicaciones después de floración incrementó la cuaja de uvas y el calibre de berries, también incrementó la producción de melones, kiwi, papas, tomates y pepinillos (GREENE, 1989).

También se ha visto incrementar el crecimiento del fruto de especies como uva de mesa (NICKELL, 1985): kiwi (IWAHARI et al., 1988); COSTA et al., 1990); manzana (GREENE, 1989; NICKELL, 1989, citados por TANTARINI, SANSAVINI Y VENTURA, 1991).

En aspersiones foliares de CPPU en manzano cv. "McIntosh" en dosis de 10 y 100 ppm aplicada en dos épocas: la primera asperjada a caida de pétalos de la flor principal y la segunda aplicación 18 días después de la primera, aumentaron el raleo de frutos. El peso de los frutos fue incrementado en un 21 % y 67 % en la dosis de 10 y 100 ppm, respectivamente y la primera fecha de aplicación fue más efectiva que la segunda. Aparentemente el CPPU retarda la madurez y por tanto la fecha de cosecha. A la cosecha los frutos se presentaban firmes, escaso desarrollo de color y se atrasó la degradación de glucosa, esto para ambas dosis y fechas de aplicación. La dosis más alta presentó el mayor efecto. Además, la dosis de 10 ppm en la primera fecha de aspersión mostró deformaciones del cáliz y formación de fruta asimétrica (GREENE, 1989).

Además, todos los tratamientos incrementaron el crecimiento total vegetativo por sobre el testigo. El crecimiento fue de mayor largo en las terminales que las laterales. También, los tratamientos incrementaron el diámetro de la base del tallo casi al doble. Se afectó negativamente la floración de la siguiente temporada, en especial la dosis de 100 ppm aplicada

en ambas fechas (GREENE, 1989).

En otros ensayos en manzano cv. "Golden Delicius" se ha obtenido que en aspersiones en toda la planta de 10 y 20 ppm aplicados 20 días después de plena flor ha aumentado el peso final de los frutos entre un 5 % y un 14 %, en función de la cantidad de principio activo suministrado. Este incremento ha sido acompañado de una modificación de la forma del fruto que se ha desarrollado más en sentido longitudinal y por un desarrollo asimétrico de los lóbulos. El mayor efecto fue observado durante la fase de división celular, 4 a 5 semanas después de plena flor (TANTARINI, SANSAVINI Y VENTURA, 1991).

Se observó que la acción del regulador del crecimiento es de tipo local. Esto se determinó mediante la aplicación localizada de CPPU sólo a la mitad de la superficie del fruto que resultó en un mayor desarrollo de aquella zona tratada. Esto pareciera aumentar la hipótesis de una escasa movilidad del CPPU al interior del fruto y a una reducción de la misma por debajo de la zona de activación (TANTARINI, SANSAVINI Y VENTURA, 1991).

Por ahora se dispone de la información relativa a la uva cv. "Realice", donde se observó una ausencia de traslocación de los frutos a las hojas y viceversa, además de una disminución de un 50 % de la radioactividad del producto marcado en apenas 5 días del tratamiento (MORRIS et al., 1986, citado

por TANTARINI, SANSAVINI Y VENTURA, 1991).

Ensayos realizados en kiwi por HENZELL Y BRISCOL (1990), en Nueva Zelandia, en la temporada 1989/90 muestran que 5 ppm aplicados después de la cuaja sobre los brotes fructiferos, fue suficiente para obtener alrededor de un 20 % de incremento en el tamaño de fruta a la cosecha. El calibre de la fruta de plantas tratadas pesó alrededor de 120 g y entre el 40 % y 50 % de los frutos se distribuyeron entre los calibres 25 y 27.

Las aplicaciones simples aparentemente son preferibles a las aplicaciones dobles. Tanto en aplicaciones simples como en aplicaciones dobles no se detectaron residuos del producto a la cosecha. Tampoco se observó caida de frutos en ninguno de los tratamientos, si se detecto frutos de color más verde y ciertas manchas en la parte superior del fruto al parecer provenientes del cáliz y los sepalos. En este ensayo, las cañas fueron asperjadas con CPPU por debajo de la canopia y dirigidos principalmente a la zona donde se encuentran los frutos y en la base de los brotes (HENZELL Y BRISCOL, 1991).

En otros ensayos realizados en Nueva Zelandia, en dosis de 10 ppm asperjado 21 dias después de plena flor redujo la firmeza de la pulpa en el periodo del 21 de marzo al 11 de mayo. Durante este periodo, los sólidos solubles totales del fruto se incrementaron desde un 4.5 % a 6.6 % llegando a ser 0.8 %

más alto en los frutos tratados (LEWES, WOOLLEY Y CRUZ, 1990).

El CPPU aplicado a los frutos de kiwi en dosis de 2.5 a 40.0 ppm incrementaron significativamente el tamaño de los frutos tratados. La cantidades más altas son efectivas, no obstante las respuestas para concentraciones aproximadas a 2.5 ppm fueron también muy aceptables y además dieron una mejor forma de fruto (LEWES, WOOLLEY Y CRUZ, 1990).

CPPU asperjado en kiwi cv. "Hayward" en dosis de 10 y 20 ppm aplicado 14 dias después de plena flor en condiciones de polinización libre y manual, han aumentado el peso promedio de los frutos comparándolos con el control. El incremento del peso resultó mayor en aquellos frutos de polinización manual y resultado directamente correlacionado con la concentración del producto utilizado. Otro efecto de este ensayo ha sido la modificación en la relación largo y diámetro de los frutos. Esta relación ha disminuido en comparación con el control debido a un mayor diámetro de los frutos. Una aplicación de 20 ppm de CPPU 14 dias después de plena flor sobre las yema de los brotes, produjo un aumento productivo del 28 %. Tal aumento se debió al incremento de los pesos de los frutos inducido por el CPPU en cuanto a mayor porcentaje de brotación, el número de brotes fértiles y la fertilidad del brote (GIULIANI et al., 1992).

GIULIANI et al. (1992) señalaron además, que la clasificación comercial de los frutos tratados se han ubicado en una distribución de calibre más elevado, pero también un mayor porcentaje de frutos ha sido clasificado como de segunda calidad debido a la forma no típica del fruto perteneciente al cultivar "Hayward".

Aplicaciones foliares de CPPU en palto Hass, realizados en Sudáfrica, en dosis de 10 ppm aplicado cuando el fruto tenía el tamaño de una cabeza de fósforo y una segunda aplicación con fruto del tamaño de arveja, dio como resultado un 20 % más de producción, pero resultó con una distribución de calibres semejante al testigo, es decir, la aplicación mejoró la cuaja dando más frutos con igual calibre. Al repetir la experiencia en la temporada siguiente, en igual dosis y época de aplicación, obtuvieron menor producción en los tratamientos que el testigo (Kohne, 1992)*.

* Kohne, S. 1992. Merensky Technological Services. Comunicación personal.

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Ubicación y material vegetal:

Este ensayo se realizó en un huerto de paltos de la variedad Hass. Se encuentra ubicado en la quinta Covadonga, Parcela Esmeralda, sector Santa Olivia de Quillota, V región, perteneciente al señor Pedro Tomas Allende.

La superficie de la quinta Covadonga es de 1.8 ha.. Fue plantada en septiembre de 1986 a una distancia de 6x6 m. En ese momento los árboles habian cubierto totalmente el espacio asignado . La variedad es Hass y el portainjerto es franco proveniente de semilla del cv. Mexicola. El huerto cuenta con riego por goteo.

Se seleccionaron 56 árboles de tamaño y carga frutal semejante. Se ensayaron dos épocas y dos formas de aplicación, una dirigida sólo al fruto y otra al follaje y fruto.

Las fechas de la realización de las aspersiones fueron :

- Ensayo 1 : 28 de enero de 1992 cuando el fruto tenia un diámetro polar y ecuatorial promedio de 3.7 y 2.4 cm, respectivamente.

- Ensayo 2 : 6 de abril de 1992 cuando el fruto tenia un diámetro polar promedio de 7.6 cm y diámetro ecuatorial

promedio de 4.9 cm.

3.2. El ensayo y sus tratamientos:

En cada una de las fechas se ensayaron los siguientes tratamientos :

- Aplicación dirigida al follaje y fruto :

Ensayo 1			Ensayo 2		
T1	2.5	ppm	T1'	2.5	ppm
T2	5.0	ppm	T2'	5.0	ppm
T3	10.0	ppm	T3'	10.0	ppm

- Aplicación dirigida sólo al fruto :

Ensayo 1			Ensayo 2		
T4	2.5	ppm	T4'	2.5	ppm
T5	5.0	ppm	T5'	5.0	ppm
T6	10.0	ppm	T6'	10.0	ppm

Cada fecha de aplicación contó con tratamientos testigos (To) asperjados sólo con agua.

Las aspersiones al follaje y fruto y sólo al fruto en el ensayo 1 se realizarón con una pulverizadora de espalda marca SOLO de 15 lt de capacidad. En el ensayo 2 la aspersiones sólo al fruto se realizó con una pulverizadora manual ANASAC de 0.650 lt de capacidad. La aplicación al follaje y fruto se realizó con la pulverizadora de espalda.

Los árboles se asperjaron hasta que las hojas se encontraban a punto de goteo, para tener de esta forma un punto de referencia para que existiera igualdad en las aspersiones de los tratamientos.

3.3. Medicione:

Al momento de la cosecha se evaluó :

- Peso de la cosecha total de cada árbol.

- Número total de frutos por árbol. Con estos dos datos se podrá estimar un peso promedio de los frutos por tratamiento.

- Se realizó un muestreo al azar de 80 frutos por tratamiento para medir peso exacto, diámetro polar y ecuatorial de los frutos.

- Se tomaron 16 frutos por tratamiento para estimar el contenido de aceite de acuerdo a la siguiente ecuación de regresión :

$$\% \text{ de aceite} = 48.428 - 0.520 \ (\% \text{ de humedad})$$

$$R^2 = -0.9750$$

En donde se relaciona el porcentaje de humedad de los frutos con su contenido de aceite (MARTINEZ, 1986).

- Se analizó la distribución de calibres de cada uno de los tratamientos. Esto se llevó a cabo en el packing de Propal,

Panamericana Norte Km. 107 Hijuelas, V Región Chile. La máquina calibradora posee las siguientes caracteristicas :

- Marca : F.M.C
- Modelo : 611
- Año de fabricación : 1978
- Caracteristicas : Dos cuerpos de calibraje, cuatro vias por cuerpo.

El sistema de calibraje de la máqina fue modificado de un sistema mecánico (resorte), a uno electrónico. Esto se realizó en abril-mayo de 1992.

En el Cuadro 2 se observa el rango de pesos que considera el sistema de calibraje de la máquina para la distribución de los calibres.

CUADRO 2. Rango de pesos expresados en gramos que el sistema de calibraje de la máquina (Modelo 111) considera para cada calibre.

Calibre	36	40	50	60	70	80	84
Peso (g)	303	250	199	160	134	112	111

- El producto utilizado (CPPU), esta registrado bajo el nombre comercial de SKW 20-010, y corresponde a un concentrado emulsionable cuyo ingrediente áctivo es Forchlorfenurón 25 g/lt, y fue facilitado por BASF Chile .

3.4. Diseño estadístico:

En cada ensayo se analizaron las siguientes variables :

- Variación de diámetro polar y ecuatorial : se analizó mediante un Diseño Completamente Aleatorizado a un Factor. En caso de diferencias, y una vez rechazada la hipótesis de igualdad de efecto de los tratamientos, se utilizó el test de Comparaciones Múltiples de Duncan para detectar aquellas diferencias. El nivel de significancia es de un 5%.

- La variable peso : se analizó mediante un diseño completamente aleatorizado a dos factores con un grupo control:

  Factor Dosis con tres niveles : 2.5, 5.0 y 10.0 ppm
  Factor Aplicación con dos niveles : Frutos y Follaje.
  Grupo Control (testigos).

También se analizó la dócima que compara el grupo control con respecto a todos los demás tratamientos. Para las diferencias que resultaron significativas, se utilizó el test de comparaciones múltiples de Duncan.

Para cada caso se evaluaron los supuestos de distribución normal para las variables Peso, Diámetro polar y ecuatorial de los frutos y la homogeneidad de varianza entre los tratamientos.

- La distribución de calibres se analizó mediante modelos Loy lineales (Tablas de Contingencia), utilizando GLIM.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Efecto del CPPU sobre el calibre:

Los ensayos con CCPU arrojaron resultados positivos en el incremento del tamaño de los frutos. Considerando el peso promedio de los frutos, en el ensayo 1 (aspersión realizada el 28 de enero de 1992) se observa en todos los tratamientos diferencias significativas respecto al control (Cuadro 3). El incremento en el peso promedio fluctúa entre un 5,5 y 16,8 % entre los tratamientos y el control.

Los mayores incrementos corresponden a las aspersiones realizadas sólo al fruto en dosis de 10.0 ppm con un 16.86 % de incremento (T6); 2.5 ppm con un 14.53 % (T4); 5.0 ppm con un 13.58 % (T5) y la aspersión al follaje y fruto en dosis de 2.5 ppm con un 11.84 % (T1) de aumento respecto al control. No se encontraron diferencias estadísticas entre dichos valores. El menor aumento, 5.53 %, resultó la dosis de 10.0 ppm asperjado al follaje y fruto (T3).

Al considerar, además, el peso promedio ponderado de los frutos obtenidos al dividir los kilos totales a la cosecha por el número total de frutos cosechados, como lo indica el Cuadro 4, se observa que todos los tratamientos logran claramente pesos superiores al control , exceptuando nuevamente el T3 (2.5 ppm al follaje y fruto) que arroja un

CUADRO 3. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en el peso promedio de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass y porcentaje de incremento del peso respecto al testigo. Ensayo 1 (28 Enero 1992).

Tratamientos	Follaje y Fruto			Solo al fruto			Testigo
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T0
Dosis (ppm)	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	-
Peso promedio frutos (gr.)	203.27 abc	196.34 bc	191.80 c	208.16 ab	206.44 ab	212.41 a	181.75 d
Desv. stand.	27.78	27.32	28.16	28.30	30.72	34.76	27.90
Porcentaje incremento	11.84%	8.02%	5.53%	14.53%	13.58%	16.86%	-

* Promedios con igual letra son estadísticamente iguales para una probabilidad del 5%, según test de Duncan.

CUADRO 4. Kilogramos totales y número de frutos totales obtenidos a la cosecha por cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron) en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, y peso promedio de los frutos por tratamiento. Ensayo 1.

E N S A Y O 1

Tratamiento	Follaje y fruto			Solo al fruto			Testigo
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T0
Dosis (ppm)	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	-
Kg.totales a la cosecha	604.10	535.65	509.70	602.20	593.10	539.38	572.45
Total frutos a la cosecha	2.896	2.763	2.743	2.965	3.073	2.678	3.089
Peso promedio por fruto(g.)*	208.60	193.86	185.82	203.10	193.00	201.41	185.32

* El peso promedio de los frutos se obtuvo dividiendo los kilogramo totales por el número de frutos totales a la cosecha.

resultado muy similar al testigo (185.82 g para el T3 y 185.32 g para el T0). Los mayores incrementos los obtuvieron el T1 y el T4, ambos con pesos de frutos superiores a los 200 g. Lamentablemente, en estos valores no es posible establecer diferencias estadísticas, pues es un promedio general por tratamiento y no existe distribución de los pesos por tratamiento y por repetición, por tanto no se puede realizar un análisis de varianza. En todo caso este peso promedio es un parámetro que entrega un cierto indicio respecto a los efectos del CPPU sobre todo los frutos del tratamiento y no sólo sobre una muestra.

Analizando las otras variables evaluadas, diámetro ecuatorial y polar de los frutos (Cuadro 5), se aprecia que en diámetro ecuatorial, a excepción del T3, todos los tratamientos muestran diferencias significativas respecto al control, obteniendo los mayores diámetros ecuatoriales los mismos tratamientos que obtuvieron los mayores pesos en los frutos, evaluados estadisticamente (T6, T4, T5 y T1).

En diámetro polar sólo el T6 (10 ppm solo al fruto)y el T5 (5.0 ppm solo al fruto) lograron diferencias estadisticas. Según estos resultados, en el ensayo 1, el incremento en el peso de los frutos se debió principalmente a un aumento en el diámetro ecuatorial, siendo los tratamientos sólo al fruto los que muestran los mayores incrementos (T4, T5 y T6), como también el T1, que fue aplicado al follaje y fruto.

El T3 además de registrar el menor incremento en peso, no obtuvo diferencias respecto al control en los diámetros polar y ecuatorial.

CUADRO 5. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron), diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 1.

ENSAYO 1

Dosis (ppm)	Forma de aplicación	Tratam.	Peso (g)	diámetro ecuat.(cm)	diámetro polar(cm)
2.5	Foll.y frut.	T1	203.27 abc	5.98 ab	9.05 b
	Sólo fruto	T4	208.16 ab	6.11 a	9.07 b
5.0	Foll.y frut.	T2	196.34 bc	5.87 bc	8.94 b
	Sólo fruto	T5	206.44 ab	5.89 bc	9.34 a
10.0	Foll.y frut.	T3	191.80 c	5.80 cd	9.00 b
	Sólo fruto	T6	212.41 a	5.98 ab	9.40 a
	Testigo	T0	181.75 d	5.69 d	8.78 b

* Letras iguales son estadísticamente iguales para una probabilidad del 5%, según test de Duncan.

En el ensayo 2 (aspersión realizada el 6 de abril de 1992) sólo un tratamiento muestra diferencias significativas en el peso promedio de los frutos, la dosis de 2.5 ppm aplicada al follaje y un fruto (T1'). Se observó un incremento de un 10.1 % respecto al tratamiento control (Cuadro 6). Considerando los pesos promedios obtenidos como se indica en el Cuadro 7,

CUADRO 6. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en el peso promedio de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass y porcentaje de incremento del peso respecto al testigo. Ensayo 2 (6 Abril 1992).

Tratamiento	Follaje y fruto			Solo al fruto			Testigo
	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'	T0'
Dosis (ppm)	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	-
Peso promedio frutos (gr.)	204.23 a	195.50 ab	186.76 bc	195.56 ab	176.73 c	181.57 c	185.44 bc
Desv.stand.	32.31	30.43	28.14	27.16	30.75	27.86	28.45
Porcentaje incremento	10.10%	n.s.**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-

* Promedios con iguales letras son estadisticamente iguales para una probabilidad del 5% , según test de Duncan.
**n.s. : no significativo.

CUADRO 7. Kilogramos totales y número de frutos totales obtenidos a la cosecha por cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron) en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass y peso promedio de los frutos tratamiento. Ensayo 2.

E N S A Y O 2

Tratamiento	Follaje y fruto			Sólo al fruto			
	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'	T0'
Dosis	2.5	5.0	10.0	2.5	5.0	10.0	-
Kg. totales a la cosecha	582.70	506.35	548.55	570.48	537.77	464.98	556.20
Total frutos a la cosecha	2.716	2.693	3.070	2.733	2.874	2.433	2.935
Peso promedio por fruto(g.)*	214.54	188.02	178.68	208.73	183.63	191.11	189.50

* El peso promedio por fruto se obtuvo dividiendo los kilogramos totales por el número de frutos totales a la cosecha.

kilos totales dividido por frutos totales obtenidos a la cosecha, se obtuvo que los mayores pesos, por sobre el testigo, se lograron con el T1' y T4', siendo la mayor diferencia nuevamente para el T1'(2.5 ppm al follaje y fruto), 214.54 g versus 189.50 del testigo.

Al analizar el Cuadro 8, efecto de los tratamientos de CPPU sobre el peso, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, no se obtuvo diferencias estadísticas en el diámetro ecuatorial para ninguna de las dosis ensayadas. Respecto al diámetro polar, sólo el T1'resultó con un incremento significativo

CUADRO 8. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) sobre el peso y diámetro polar y ecuatorial de los fruto de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 2.

ENSAYO 2

Dosis (ppm)	Forma de aplicación	Tratam.	Peso (g)	diámetro ecuat.(cm)	diámetro polar (cm)
2.5	Foll.y frut.	T1'	204.23 a	5.94 a	9.47 a
	Sólo fruto	T4'	195.56 ab	5.95 a	9.05 b
5.0	Foll.y frut.	T2'	195.50 ab	5.80 b	9.02 b
	Sólo fruto	T5'	176.73 c	5.77 b	8.55 c
10.0	Foll.y frut.	T3'	186.76 bc	5.79 b	8.84 b
	Sólo fruto	T6'	181.57 c	5.85 ab	8.94 b
	Testigo	T0'	185.44 bc	5.86 ab	9.04 b

* Letras iguales son estadísticamente iguales para una probabilidad del 5%, según test de Duncan.

respecto al control. Según esto, el mayor peso que arrojó el análisis estadístico para el T1' estaría explicado, para el caso del ensayo 2, por un aumento en el diámetro polar de los frutos en dicho tratamiento.

GREENE (1989) en aspersiones foliares de CCPU en manzano cv. "Mc Intoch" en dosis de 10 y 100 ppm aplicada a caída de pétalos de la flor principal y una segunda aplicación 18 días después de dicho evento incrementó el peso de la fruta en 21 y 67 % respectivamente. La primera fecha de aplicación fue más efectiva. En manzano "Golden Delicius" aplicaciones de 10 y 20 ppm 20 días después de plena flor aumentaron el peso final de los frutos entre un 5 y 14 % en función de la cantidad de principio activo suministrado (TANTARINI, SANSAVINI Y VENTURA, 1991).

LOWES, WOOLLEY Y CRUZ (1990) en aplicaciones de CCPU en kiwi en dosis de 2,5 y 40 ppm incrementaron significativamente el tamaño de los frutos tratados. Observaron que las cantidades más altas son efectivas, no obstante las respuestas para concentraciones próximas a 2,5 ppm fueron también muy aceptables.

Köhne (1992)* con aplicaciones en palto Hass en dosis de 10 ppm al follaje, cuando el fruto tenía el tamaño de una cabeza

* Kohne, S. Merensky Technological Services. Comunicación personal.

de fósforo, dió como resultado un 20 % más de producción pero con igual distribución de calibres al testigo, es decir, aumentó el número de frutos en la cosecha.

Se debe hacer notar, que para el presente ensayo, a la fecha de la primera aplicación los frutos ya tenían un diámetro polar y ecuatorial promedio de 3.7 y 2.4 cm, respectivamente.

GREENE (1989), TANTARINI, SANSAVINI y VENTURA (1991), LEWES, WOOLLEY Y CRUZ (1990), GIULIANI et al. (1992) encontraron que tanto en manzano como en kiwi, el peso de los frutos se incrementaba en relación a la concentración de principio activo utilizado.

Para el caso del ensayo 1, al considerar el peso promedio de los frutos, si bien no se obtuvo mayor peso a mayor concentración de CPPU (Cuadro 3), por lo menos todas las dosis muestran diferencias respecto al control, al igual que en las mediciones del diámetro ecuatorial, exceptuando el T3 (Cuadro 5) .

En el ensayo 2, no se aprecia un efecto de la concentración de CPPU sobre los frutos, ya que sólo un tratamiento logró un incremento estadisticamente superior al testigo en el peso promedio de los frutos (T1').

Para poder explicar la disparidad de respuestas en el caso del palto , particularmente en el ensayo 1, y las especies

citadas en la bibliografía, frente a los aumentos en las concentraciones de CPPU, es preciso referirse a los hábitos de crecimiento y fisiología de la especie.

SHOLEFIELD et al. (1985) observaron que los máximos niveles de carbohidratos ocurren a principios de primavera, declinando durante la floración, crecimiento de brote y desarrollo de frutos, para llegar a un mínimo en otoño. Por otro lado BEAN (1958) señaló que el crecimiento de la fruta está en gran parte basado en el transporte de materiales desde los órganos fotosintéticos de la planta. Este material está compuesto en gran parte por azúcares y sus derivados, éstos son metabolizados en la fruta a materiales de estructura celular a la vez que proveen de energía para el desarrollo celular. BLUMENFELD Y GAZIT (1970) extrajeron reguladores del crecimiento en diferentes etapas del desarrollo de las frutas de palto, encontrando que en los primeros estados de crecimento los niveles de giberelinas eran muy bajos y los de auxinas eran bastante elevados, pero no estableció correlación entre la actividad de las auxinas y la tasa de crecimiento del palto. En cambio, los niveles de citoquininas eran muy elevados y su actividad tuvo una alta correlación con la tasa de crecimiento del fruto. El crecimiento normal requiere citoquininas libres, pero el abastecimiento normal endógeno en la planta es rara vez limitante y como se observó en algunos ensayos con GA3 y

citoquininas, la principal función de las citoquininas es promover la división celular en las células nuevas y el principal efecto del GA3 es aumentar el alargamiento de las células más maduras, por lo tanto, se deduce que las citoquininas y giberelinas son necesarias para el alargamiento normal de los tejidos y que otras sustancias pueden actuar como limitantes.

Según lo anterior, se puede inferir que debido a que el fruto de palto es rico en citoquininas, una aplicación exógena de una sustancia sintética con actividad citoquininica, como el CPPU, puede hasta cierto punto estimular el crecimiento del fruto (por correlación positiva entre crecimiento del fruto y concentración de citoquinina). Pero, en algún momento alguna sustancia debería actuar como limitante en este desarrollo, ya sea otro regulador del crecimiento (quizás giberelina como lo sugieren BLUMENFELD Y GAZIT (1970)) o algunos sustratos nutritivos como los carbohidratos y azúcares, tan necesarios para el desarrollo del fruto como lo señaló BEAN (1958), o talvéz ambos factores. De este modo, debería existir una dosis de citoquinina sintética que al ser aplicada en forma exógena, provoque un incremento máximo en el crecimiento del fruto y cualquier aporte extra a esa dosis no debiera provocar un incremento significativo al ya estimulado, e incluso puede provocar efectos secundarios indeseables o no provocar

ningún tipo de respuesta.

Esto podría explicar que en el ensayo 1 no exista diferencias significativas en el el peso de los frutos al aumentar la concentración de CPPU (Cuadro 3). Al resultar la menor dosis aplicada estadisticamente similar a la de mayor concentración, sugiere incluso, que concentraciones menores a 2.5 ppm pueden resultar igualmente efectivas.

En el caso del ensayo 2, aspersión realizada el 6 de abril, aplicada en pleno otoño, cuando los niveles de carbohidratos llegan a ser los menores durante la temporada (SCHOLEFIELD, 1985) y por tanto este elemento puede, con mayor razón, actuar como limitante a que una concentración mayor a 2,5 ppm pueda causar algún incremento significativo. Además, a diferencia de la primera fecha, las condiciones climáticas luego de esta segunda aplicación , también llegan a ser una limitante para el crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo. La planta se encuentra en un estado fenológico distinto, con un nuevo equilibrio hormonal y nutricional que lo condicionan a un tipo de respuesta diferente frente a una aplicación exógena de citoquininas.

4.2. Efecto sobre la forma de aplicación:

El análisis estadistico realizado a la forma de aplicación, aspersión al follaje y frutos y sólo al fruto (Anéxo 1), al

considerar el peso de la fruta resultó que en la primera fecha aplicada las aspersiones sólo al fruto fueron más efectivas, en cambio en la segunda fecha la realizada al follaje y fruto resultó con mayor incremento sólo en un tratamiento (Cuadros 3 y 6).

Para comprender estos resultados se debe considerar que en la aspersión del 28 de enero, tanto la aplicación al follaje y fruto como la dirigida solo al fruto fue realizada con una pulverizadora de espalda por falta de un asperjador manual en esa fecha. La superficie de mojamiento que entrega la pulverizadora de espalda es mucho mayor que la manual y menos controlable y dirigible. Además, por delante del racimo frutal se encuentra el brote vegetativo que cubre con sus hojas la fruta, en consecuencia al realizar la primera aplicación con una máquina de espalda es inevitable mojar una gran cantidad de hojas que rodean al fruto, sobre todo en aquellos frutos que se encuentran en altura. Para la segunda fecha se dispuso de un asperjador manual que permitió una aplicación más controlada y dirigida al fruto, sin mojar las hojas cercanas.

Por tanto, la aplicación sólo al fruto realizada el 28 de enero fue tanto al fruto como al follaje cercano, aunque no comprometió igual superficie foliar que la aplicación dirigida al follaje y fruto.

Por lo expuesto se piensa que las aplicaciones al fruto y follaje cercano debieran ser más efectivas que aquellas dirigidas sólo al fruto. Dicha forma de aplicación facilitaria la labor de aspersión, pues es mucho más rápida su ejecución que aquellas dirigidas sólo al fruto.

Hay que recordar que las citoquininas son relativamente abundantes en frutos inmaduros (jóvenes), semillas y hojas nuevas. Además de la propia síntesis que puedan realizar dichos órganos, se tiene la seguridad que las extremidades de las raices sintetizan citoquininas y a través del xilema la transportan a todas las partes de la planta (JENSEN Y SALISBURY, 1988)

Una de las funciones principales de las citoquininas es estimular la citoquinesis y esto provoca el transporte de muchas soluciones desde las partes viejas de las hojas. Normalmente las hojas nuevas pueden extraer nutrientes desde las más viejas, debido en parte a que son más ricas en citoquininas . Además, las citoquininas en las estructuras reproductivas pueden tener importancia para la supervivencia al estimular el movimiento de azúcares, aminoácidos y otras disolusiones desde las hojas adultas hacia las semillas, flores y frutos (JENSEN Y SALISBURY, 1988).

MOTHER (1960), citado por JENSEN y SALISBURY (1988) encontró que las citoquininas son agentes potentes de movilización en

las hojas y son capaces de desplazar materiales orgánicos e inorgánicos desde sus ubicaciones de origen en las plantas , como son las hojas maduras, hacia varios puntos de absorción tales como los frutos y ápice de los brotes. Además, según CHANDLER (1962) la división celular de los frutos de palto continúa hasta la maduración completa .

Se deduce que una aplicación de CPPU al follaje y fruto va a provocar la citoquinesis tanto del fruto como de los elementos vegetativos . Como la división celular del fruto continúa hasta la madurez , teóricamente una aplicación exógena de citoquinina estimularía en cualquier fecha una mayor división celular de los frutos, como se observó con el incremento en el peso en todos los tratamientos del ensayo 1 (Cuadro 3) y con el T1' del ensayo 2 (Cuadro 6). Esto provocaría el transporte hacia el fruto de materiales orgánicos e inorgánicos . Además , a continuación del fruto se ubica el brote vegetativo que está en continuo crecimiento durante la temporada , con dos flash de crecimiento para la zona de Quillota según HERNANDEZ (1991), es decir , se encuentra continuamente con hojas nuevas en desarrollo ricas en citoquininas según JENSEN Y SALISBURY (1988) . Una aplicación exógena de CPPU provocaría una mayor división célular , causando también un aumento en la capacidad de sink de este tejido, atrayendo hacia él una mayor cantidad de reservas y fotosintatos desde las hojas de la temporada anterior , que

se encuentran bajo los frutos en las ramas y desde otras zonas de almacenamiento en el árbol . Este mayor flujo de elementos nutritivos , reguladores de crecimiento hacia dicho brote , indirectamente beneficiaría a los frutos que se encuentran bajo el brote , además del sink que significa el fruto por sí solo . Esto explicaría que una aplicación al fruto y follaje cercano al fruto sea más efectivo que una aspersión sólo al fruto, como se observó en los Cuadros 3 y 6.

GREENNE (1989) al hacer aspersiones foliares de CPPU en manzano cv. " McIntoch" , además de obtener frutos de mayor tamaño , encontró que todos los tratamientos incrementaron el crecimiento vegetativo total por sobre el testigo . El crecimiento total fué de mayor largo en los terminales que los laterales . También los tratamientos incrementaron el diámetro de la base del tallo casi al doble. TANTARINI , SANSAVINI y VENTURA (1991) , HENZELL y BRISCOL (1990) , GULIANI et al. (1992) en ensayos realizados en manzano el primero y Kiwi los restantes , en aspersiones foliares con CPPU , reportaron aumento de calibre en los frutos pero lamentablemente no hicieron alcances respecto al crecimiento vegetativo.

WHILEY (1990) señaló que el éxito de la formación de frutos durante los días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de fotosintatos almacenados y la fotosintesis

del momento (brotes de hojas maduras en verano) y del tiempo de transición del sink a fuente de los brotes que se renuevan en primavera . El desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con la raiz y con los brotes nuevos , demandando la mayor cantidad de reservas disponibles . Por lo tanto , en etapas críticas del crecimiento los requerimientos para el desarrollo de la fruta y el crecimiento de los brotes , bajan las reservas de los árboles .

Si es efectivo que la actividad citoquininica del CPPU estimula tanto el crecimiento del fruto como del brote y existe una fuerte competencia por los fotosintatos entre el brote, el fruto y la raiz se plantea entonces la interrogante acerca del origen de los factores del crecimiento necesarios para sustentar el mayor desarrollo de estos tejidos.

Es posible que estos provengan de reservas destinadas al crecimiento radicular, afectando su desarrollo. Otra posibilidad es que aumente la capacidad fotosintética de las hojas adultas, pues está probado que las citoquininas promueven la formación de cloroplastos durante el crecimiento normal de las hojas y retrasan la senescencia de éstos órganos, según lo indicado por JENSEN y SALISBURY (1988), supliendo así los mayores requerimientos de frutos y brotes. Tal vez disminuyan las reservas totales de la planta , afectando la floración y fructificación de la próxima temporada , aumentando el añerismo típico en esta especie. Lamentablemen-

te el huerto en que se efectuó el ensayo ya era bastante añero , y en la temporada siguiente al ensayo hubo una escasa floración en el huerto en general , no pudiéndose determinar efecto del CPPU en dicho fenómeno .

Sería interesante , en futuros ensayos , evaluar crecimiento vegetativo del brote de la temporada y en lo posible el radicular, para, determinar con certeza los efectos del CPPU en estos tejidos y en el sistema general de la planta tratada.

4.3. Efecto sobre el contenido de aceite y apariencia de los frutos:

El análisis realizado a la estimación del contenido de aceite no detectó diferencias en el ensayo 2 (Cuadro 9) . En el ensayo 1 se encontró que el tratamiento 10,0 ppm al follaje y fruto presentaba diferencias respecto al control . Dicho tratamiento registró una estimación en el porcentaje de aceite de 7,42 % (T3) y el control de 6,05% (Cuadro 10) . De estas cifras se podría concluir que dicho tratamiento aumenta el contenido de aceite , lo que permitiría adelantar la época de cosecha . Pero que sólo un tratamiento, en una determinada fecha muestre diferencia no es suficiente evidencia para asegurar tales conclusiones, sobre todo si se trata de una estimación de aceite a través de un método indirecto , como es una ecuación a partir del porcentaje de humedad. Es

CUADRO 9. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en la estimación del contenido de aceite a partir del contenido de humedad de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Ensayo 2.

Tratamiento	Follaje y fruto			Solo al fruto			Testigo
	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'	T0'
Dosis (ppm)	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	-
Porcentaje medio conten. aceite	6.642 ns	7.153 ns	7.509 ns	6.686 ns	7.478 ns	6.702 ns	7.266
Desv. standar	1.257	1.003	1.418	1.218	0.897	0.841	1.474

* No se encontraron diferencias significativas (ns), según test de Duncan.

CUADRO 10. Efecto de los tratamientos de CPPU (forchlorfenuron) en la estimación del contenido de aceite a partir del contenido de humedad de los frutos de palto (Persea americana Mill.) cv.Hass . Ensayo 1.

Tratamiento	Follaje y fruto			Solo al fruto			Testigo
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T0
Dosis (ppm)	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	-
Porcentaje medio contenido aceite	6.585 ab	6.959 ab	7.425 a	6.557 ab	6.851 ab	6.388 ab	6.051 b
Desva. standar	0.844	1.293	0.952	0.968	0.896	1.350	1.409

* Promedios con iguales letras son estadísticamente iguales para una probabilidad del 5%, según test de Duncan.

necesario realizar más investigación que comprueben dichos resultados.

En el análisis visual de los frutos en la post-cosecha no se detectó nada anormal en la semilla y pulpa . La maduración fué normal a temperatura ambiente .

En ambas fechas de aplicación y sobre todo en los tratamientos de 5,0 y 10,0 ppm realizado sólo al fruto y follaje y fruto, se observó una coloración anormal en la piel del fruto , aproximadamente desde un mes después de realizadas las aspersiones . Se apreció una leve decoloración del color verde oscuro del fruto inmaduro , sobre todo en la superficie del fruto más expuesto a la aplicación y en la zona distal al pedúnculo , donde al parecer el producto escurrió por el fruto y se concentró en dicha zona .

Esta anormalidad en la piel del fruto es bastante extraña , ya que lo normal hubiese sido que el producto intensificara el color verde del fruto , pues teóricamente las citoquininas aumentan la síntesis de cloroplastos en los tejidos (JENSEN y SALISBURY, 1988).

Además, se detectó con cierta frecuencia unas protuberancias en la parte basal del fruto , que no llegaban a alterar su forma típica y alcanzaban un tamaño de 1 a 3 mm aproximadamente .

En futuras aplicaciones se debería considerar el uso de un coadyudante que adhiera el producto al fruto y evitar un excesivo mojamiento para no producir escurrimiento hacia la base del fruto que fue el sector más afectado por dichas anomalías.

Entre los 15 y 20 días posteriores a la aplicación al follaje, las hojas nuevas mostraron pequeñas deformaciones puntuales, como si se hubiese producido un mayor crecimiento de las zonas en cuestión. Estos puntos además, conservaron un color antocianínico, más intenso que el resto de la hoja. Posteriormente, estas deformaciones terminaron siendo pequeños orificios con bordes necrosados, principalmente concentrados alrededor de los haces vasculares centrales.

En los Cuadros 11 y 12 se observa la distribución de calibres obtenidos a la cosecha por cada uno de los tratamientos, expresado en kilogramos y número de cajas por calibre. No se consideró en estas clasificaciones el descarte de exportación. Este descarte estuvo compuesto en su mayoría de frutos con excesivo russet y frutos sin color por haberse desarrollado a ras de suelo, bajo la hojarasca del árbol.

Los frutos clasificados para exportación se dividieron en dos calidades: CAT 1 y CAT 2.

El porcentaje de exportación del total de fruta ingresada al packing proveniente de los ensayos fue de un 94,58%. De este

CUADRO 11. Distribución de calibres de palto (persea americana Mill.) cv. Hass, obtenidos a la cosecha de cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 1.

Tratamiento	Follaje y fruto								Solo al fruto					
	T1		T2		T3		T0		T4		T5		T6	
Dosis (ppm)	2,5		5,0		10,0		Testigo		2,5		5,0		10,0.	
Calibre	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	2	31	1	15	1	12	1	18	7	82	4	50	5	54
50	14	217	16	186	13	143	12	139	19	223	19	216	17	204
60	19	226	21	230	20	221	21	226	18	199	19	112	15	181
70	9	51	4	53	6	69	9	97	3	38	3	44	3	36
80	0	6	0	8	1	17	3	32	0	7	0	7	0	6
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	44	531	42	492	41	462	46	512	47	551	45	429	40	481

* No se considero frutos descartados de la exportación.
** Las cajas pesan aproximadamente 11 Kg.

CUADRO 12. Distribución de calibres de palta (Persea americana Mill.) cv. Hass obtenido a la cosecha de cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 2.

Tratamiento	Follaje y fruto						Testigo		Solo al fruto					
	T1'		T2'		T3'		T0'		T4'		T5'		T6'	
dosis (ppm)	2,5		5,0		10,0		-		2,5		5,0		10,0	
Calibre	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.	Nºcaj.	Kg.
36	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
40	3	37	0	10	0	7	2	21	2	29	0	9	1	15
50	21	235	12	132	11	127	16	181	20	218	12	133	13	145
60	17	191	19	208	21	227	21	230	18	200	20	215	18	202
70	3	36	6	67	7	78	6	64	5	59	7	74	6	72
80	0	8	1	18	1	16	1	13	1	14	2	20	1	17
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	44	507	38	435	40	455	46	511	46	520	41	451	39	451

* No se considero frutos descartados de la exportación.
** Las cajas son de aproximadamente 11 Kg. netos.

porcentaje exportado un 89,0% correspondió a la calidad CAT 1. El porcentaje promedio de toda la fruta exportada por este productor en la temporada 1992/93 fue de un 85,77%, con un 82,2% de ésta en categoría CAT 1.

Es decir, los porcentajes exportados por la fruta proveniente del ensayo fueron superiores al promedio del huerto, al igual que el porcentaje de fruta catalogada como CAT 1. Se deduce que todos aquellos frutos que presentaban pequeñas protuberancias o pérdidas de color por efecto del CPPU, no ocasionaron un problema tal, para que un fruto afectado de esa forma fuera catalogado como CAT 2 o descarte.

En el futuro en una selección más rigurosa, es posible que los problemas de decoloración y protuberancias ocasionados por el CPPU al emplear dosis de 5 y 10 ppm , sea una dificultad si el daño es demasiado notorio y ocasione que el fruto sea catalogado en CAT 2 o descarte, con la consiguiente disminución en su valor.

El análisis estadístico de la distribución de calibres, se basó en el porcentaje de frutos seleccionados en los calibres 40 y 50, por ser estos calibres los que tienen el precio promedio por kilo más alto durante las dos últimas temporadas en el mercado externo (Cuadro 1).

Del ensayo 1 resultó que todos los tratamientos, exceptuando nuevamente el de 10,0 ppm al follaje y fruto (T3), presenta-

porcentaje exportado un 89,0% correspondió a la calidad CAT 1. El porcentaje promedio de toda la fruta exportada por este productor en la temporada 1992/93 fue de un 85,77%, con un 82,2% de ésta en categoría CAT 1.

Es decir, los porcentajes exportados por la fruta proveniente del ensayo fueron superiores al promedio del huerto, al igual que el porcentaje de fruta catalogada como CAT 1. Se deduce que todos aquellos frutos que presentaban pequeñas protuberancias o pérdidas de color por efecto del CPPU, no ocasionaron un problema tal, para que un fruto afectado de esa forma fuera catalogado como CAT 2 o descarte.

En el futuro en una selección más rigurosa, es posible que los problemas de decoloración y protuberancias ocasionados por el CPPU al emplear dosis de 5 y 10 ppm , sea una dificultad si el daño es demasiado notorio y ocasione que el fruto sea catalogado en CAT 2 o descarte, con la consiguiente disminución en su valor.

El análisis estadístico de la distribución de calibres, se basó en el porcentaje de frutos seleccionados en los calibres 40 y 50, por ser estos calibres los que tienen el precio promedio por kilo más alto durante las dos últimas temporadas en el mercado externo (Cuadro 1).

Del ensayo 1 resultó que todos los tratamientos, exceptuando nuevamente el de 10,0 ppm al follaje y fruto (T3), presenta-

50; el T5 logró un 13.58 % de aumento en el peso y un 62.00 % en la distribución de calibres; el T6 resultó con 16.86 % en el peso y con un 53.64 % en los calibres. El tratamiento testigo solamente logró un 30.66 % de los frutos en los calibres 40 y 50.

A pesar de que analizando estadisticamente el peso de los frutos no existe diferencias entre los tratamientos y dosis a utilizar (Cuadro 3, Anexo 1), desde el punto de vista distribución de calibres no resulta igual, siendo el tratamiento 5 (T5) la mejor dosis en este sentido (5 ppm sólo al fruto, Cuadro 13).

En el ensayo 2, solo dos tratamientos mostraron una mejor distribución respecto al testigo: 2.5 ppm aplicado al fruto y follaje y aplicado sólo al fruto (T1'y T4'), obtuvieron un porcentaje de frutos en los calibres 40 y 50 de 53% y 47%, respectivamente (Cuadro 14). El tratamientos de 2.5 ppm al follaje y fruto, además, resultó ser la única concentración que obtuvo un incremento en el peso y diámetro polar como se analizó anteriormente en el Cuadro 8.

CUADRO 14. Porcentaje de kilos de palta (Persea americana Mill.) cv. Hass en los calibres 40 y 50 para cada uno de los tratamientos con CPPU (forchlorfenuron). Ensayo 2.

ENSAYO 2

Tratamiento	Fruto y follaje			Sólo al fruto			Testigo
	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'	T0'
Dosis (ppm)	2.5	5.0	10.0	2.5	5.0	10.0	-
Porcentaje de frutos calibre 40 y 50.	53.65% a	32.64% c	29.45% c	47.50% a	31.49% c	35.48% bc	39.53% b

* Porcentajes con iguales letras son estadísticamente iguales, según tablas de contingencias mediante modelos Log lineales utilizando GLIM.

5. CONCLUSIONES

- Las aspersiones de CPPU influyen positivamente en el aumento del calibre de los frutos. La primera fecha de aplicación incrementó el peso de los frutos en todos sus tratamientos, con aumentos del orden del 5 al 16%. La segunda fecha ensayada sólo registró un tratamiento efectivo, con un aumento en el peso del 10.0%.

- En la primera fecha de aspersión todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas respecto al testigo cuando se evaluó el peso de los frutos. Con la excepción del T3, todos los tratamientos también mostraron aumento al evaluar el diámetro ecuatorial de los frutos.

- En la segunda fecha ensayada, solamente el T1' (2.5 ppm al follaje y fruto) resultó con diferencia significativa al evaluar el peso y diámetro ecuatorial de los frutos muestreados.

- No existió claridad en cuanto a la mejor forma de aplicación, aún cuando existen más evidencias a favor de la aspersión al follaje y fruto. La variabilidad en los resultados entregados se atribuyó en parte a las características heterogéneas propias del material vegetal empleado.

- La aspersión realizada el 6 de abril de 1992 no mostró diferencias en la estimación del contenido de aceite respecto al control. En la realizada el 28 de enero, el tratamiento de 10.0 ppm al follaje y fruto resulto con una estimación en el contenido de aceite superior al testigo.

- En la distribución de calibres, el ensayo 2, la aspersión 2,5 ppm al follaje y fruto resultó con un 53.65% de los frutos en los calibres 40 y 50, siendo el mejor tratamiento y respaldando las diferencias registradas por el análisis estadístico de las variables peso y diámetro polar. En el ensayo 1, 5 de los 6 tratamientos resultaron superiores al control en la distribución de calibres. Tres de ellos, T5, T4 y T6, entregaron un porcentaje de frutos en los calibres 40 y 50 superiores al 50%. El testigo resultó sólo con un 30 % en dichos calibres.

6. RESUMEN

Este ensayo se realizó en un huerto de paltos cv. Hass ubicado en la quinta Covadonga, sector Santa Olivia, Quillota, V región.

Se utilizaron 56 árboles de palto cv. Hass, de 6 años de edad y plantados a una distancia de 6*6 m. El riego era por goteo y los árboles habían cubierto toda la superficie asignada.

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de las aspersiones de CPPU sobre el fruto de palto. Se probaron dos fechas de aspersión (28 de enero y 6 de abril de 1992), dos formas de aplicación (al follaje y fruto y sólo al fruto), y 3 dosis de CPPU por fecha y forma de aplicación (2.5, 5.0 y 10.0 ppm)

Las aspersiones fueron realizadas con una pulverizadora de espalda en las dos formas de aplicación para la primera fecha ensayada y para la segunda fecha se utilizó una pulverizadora manual para las aplicaciones sólo al fruto.

A la cosecha de los frutos se evaluó : peso del fruto, estimación del contenido de aceite, distribución de calibres por tratamiento, peso y número total de frutos obtenidos por árbol.

El CPPU aplicado en la primera época incrementó el peso de

los frutos en todos los tratamientos entre un 5 % y 16%. En la segunda fecha sólo el tratamiento de 2.5 ppm aplicado al follaje y fruto aumento el peso del fruto en un 10%. La evaluación realizada a los diámetros polares y ecuatoriales se mostraron erráticas.

El tratamiento 10.0 ppm asperjado al follaje y fruto el 28 de enero resultó con una leve diferencia significativa con el control en la estimación del contenido de aceite. El resto de los tratamiento fueron semejantes al testigo.

Para la primera fecha de aplicación 5 de los 6 tratamientos resultaron con una distribución de frutos en los calibres 40 y 50 superiores al testigo. En el ensayo 2 sólo dos tratamientos resultaron efectivos. Existió cierta coincidencia entre la evaluación de la variable peso y los resultados entregados por la distribución de calibres.

7. LITERATURA CITADA

BEAN, R.C. 1958. Changes in sugars during growth and storage of avocado. California Avocado Society Yearbook. pp. 42-90

BLUMENFIELD, A., GAZIT, S. and ADATO, I 1970. Relationship between changes in abscisic acid and ethylene production during ripening of avodos fruits. Australian Journal of Plant Phisiology 3(4):555-558

BLUMENFIELD, A., GAZIT, S. and ARGAMAN, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. Israel, Bet-Dagan, Volcani Institute, Departmant of Subtropical Horticulturae, pp 84-85 (Special publ. Nº 222).

CHANDLER, W.H. 1961. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675p.

CUMMING, K., SCHRöEDER, C.A. 1942. Anatomy of the avocado fruit. California Avocado Society Yearbook 26 : 56-64.

CUTTING, J. 1990. A Horticultural Scientist's View of Growth Regulator Research. HortScience 25(12):1471

DEVLIN, P.C. s.f. Fisiología Vegetal. 3ra.ed. s.l. s. e. 517p.

EN BUSCA de lo óptimo. 1992. Revista del Campo. Nº 848. p. A13

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

GIULIANI, R., SUCCI, F., NERI, D., SANSAVINI, S., BIASI, R., COSTA, G. 1992. Effectti del CPPU sulla

fruttificazione dell' actinidia cv. "Hayward". Rivista di Frutticolturae di Ortofloricoltura 9:51-54.

GREENE, D. 1989. CPPU Influences "McIntosh" apple crop load and fruit charasteristics. HortScience 24(1):94-96.

HENZELL, R., BRISCOL, M. 1990. Effect on fruit size of CPPU applied to the fruiting canopy of mature kiwifruit vines 1989/90 season. New Zealand, Ministry of Agriculture and Fisheries. 10 p.

HERNANDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.),cultivar Hass, para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaiso. Escuela de Agronomia. 120 p.

JENSEN, W.A., SALISBURY, F.G. 1988. Botanica. Mexico, McGraw-Hill. 762p.

KUROSAKI, F., TAKAHASHI, S., SHUDO, K., OKAMOTO, T., ISOGAI, Y. 1988. Structural and Biological links between Urea-and Purine - cytokinins. Chemical and Pharmaceutical Bulletin 29(12): 3751-3753.

LA SITUACION va a ser distinta. 1992. Revista del Campo. Nº 854. p.A17.

LAWES, G., WOOLLEY, D., CRUZ-CASTILLO, J. 1990. Field responses of Kiwifruit to CPPU (citokinin) application. New Zealand, Department of Horticultural cience, Massey University Palmerston North. pp: 43-47.

LEWIS, C.E. 1978. The maturity of avocados: a general review. Journal Food. Sci. 39 : 857-866.

MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad ; en frutos de palto (Persea americana Mill) ; cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y

Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83p.

MAS TECNOLOGIA con menores costos. 1992. Revista del Campo. Nº 856. p. A13.

9.000 HECTAREAS con paltas. 1992. Revista del Campo. Nº 850. p. B1.

SHOLEFIELD, P.B., SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.M.E. 1985. Carbohydrate Cycling relation to shoot growth, floral initiation Horticulturae and development and yield in avocado. Scientia Horticulturae 25: 99-110.

SCHROEDER, C.A. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Society Yearbook pp. 39-40.

TAKAHASHI, S., YATSUNAMI, T., SHUDO, K., OKAMOTO, T., YAMADA, K., ISOGAI, Y. 1978. Cytokinin activity of pyrimidine derivatives. Chemycal and Pharmaceutical Bulletin 26(7) : 2287-2287.

_____, SHUDO, K., OKAMOTO, T., YAMADA, K., ISOGAI, I. 1978. Cytokinin activity of N-phenyl-N'-(4-pyridyl) urea derivatives. Phytochemystry 17 : 1201-1207.

TARTARINI, S., SANSAVINI, S., VENTURA, M. 1991. La citochinine nel controllo della fructtificazione del melo. Resultati di una nuova molecola : CPPU. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura 9 : 51-54.

WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas. 622p.

WHILEY, A.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and LAGDON, P.W. 1987. Influence of Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture 27 : 173-177.

_____, SARANAH, J., CULL, B., PEGG, K. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. California Grower 13(6) : 9-20.

_____. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Curso Internacional de Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas, 2-5 Octubre de 1990, Viña del Mar, Chile 216p.

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

_____. 1987. Theorical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbon partining. California Avocado Growers' Asociation Yearbook 10 : 58-61.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza a dos factores (dosis y forma aplicación) para la variable peso promedio de los frutos. Ensayo 1.

ENSAYO 1

Fuente de Var.	GL	SC	CM	F	p
Dosis	2	1719.9	859.95	0.99621	0.369938
Tratamiento	1	16897.54	16897.54	19.57499	0.000012**
Dosis*Trat.	2	5133.12	2566.56	2.97324	0.051955
Contol	1	31166.3	31166.3	36.10460	0.00 **
Error	553	477361	863		
Total	559	532278			

TABLA DE MEDIAS

Follaje y fruto	197.136	b
Sólo al fruto	209.002	a

- No hay efecto de interacción entre dosis y forma de aplicación.
- Hay efecto de forma de aplicación.
- No hay efecto de dosis, da igual que dosis usar.
- El control es destinto a todos los demás tratamientos.

ANEXO 2. Análisis de varianza a dos factores (dosis y forma de aplicación) para la variable peso promedio de los frutos. Ensayo 2.

ENSAYO 2

Fuente de Var.	GL	SC	CM	F	p	
Dosis	2	23528	1176	13.6558	0.00	**
Tratamiento	1	14196.99	14196.99	16.48007	0.00	**
Dosis*Trat.	2	3985.08	1992.54	2.31297	0.099924	
Control	1	1464.8	1464.8	1.700320	0.192789	
Error	553	476389.5	861.4639			
Total	559	519564				

TABLA DE MEDIAS

Dosis			Forma de aplicación		
2.5	199.8967	a	Follaje y fruto	195.4978	a
5.0	186.1125	b	Sólo al fruto	184.6208	b
10.0	184.1687	b			

- No hay efecto de interacción entre dosis y forma de aplicación.
- Hay efecto de la dosis.
- Hay efecto de la forma de aplicación.
- El control es igual a todos los tratamientos en promedio.