

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE TITULACION

**APLICACION DE CPPU EN PALTOS (*Persea americana* Mill.) HASS.
FUERTE Y EDRANOL PARA FAVORECER
LA RETENCION DE FRUTOS Y PRODUCCION DE LOS ARBOLES**

CLAUDIO LUIS URBINA ZAMORA

QUILLOTA CHILE

1994

INDICE DE MATERIAS

1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	7
2.1	Antecedentes generales	7
2.2	Fenología del palto	8
2.3	Sistema radicular	12
2.4	Sistema vegetativo	14
2.5	Sistema reproductivo	15
2.6	Desarrollo de los frutos	16
2.7	Caracterización de los cultivares	19
2.7.1	Características del cv. Hass	19
2.7.2	Características del cv. Fuerte	20
2.7.3	Características del cv. Edranol	22
2.8	Citoquininas	22
2.8.1	Aspectos generales	22
2.8.2	Síntesis de las citoquininas	23
2.8.3	Transporte de las citoquininas	25
2.8.4	Formas activas de las citoquininas	26
2.8.5	Metabolismo e inactivación de las citoquininas	28
2.9	Citoquininas sintéticas	29
2.10	Usos del CPPU	33
3.	MATERIAL Y METODO	40
3.1	Descripción del ensayo	40
3.2	Evaluaciones	42
3.3	Características del producto	44
3.4	Análisis estadístico	45
4.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	48
4.1	Ensayo 1, variedad Hass	48

4.1.1	Efecto sobre el peso de los frutos	51
4.1.2	Efecto sobre el diámetro polar y ecuatorial de los frutos	58
4.1.3	Efecto sobre el contenido de aceite y apariencia de los frutos	62
4.1.4	Efecto en los kilos totales y la relación kg/mt^3 de canopia	64
4.1.5	Efecto de una aplicación versus dos aplicaciones	68
4.2	Ensayo 2, variedad Edranol	71
4.2.1	Efecto en la retención de frutos	71
4.2.2	Efecto sobre la caída de frutos	75
4.2.3	Efecto en el peso de los frutos	78
4.2.4	Efecto sobre el diámetro polar y ecuatorial de los frutos	80
4.2.5	Efecto en el número total de frutos por tratamiento	82
4.2.6	Efecto sobre los kilos promedios cosechados	84
4.2.7	Efectos del CPPU en el contenido de aceite de los frutos	85
4.3	Ensayo 3, variedad Fuerte	87
4.3.1	Efecto en la retención frutos	87
4.3.2	Efecto sobre la caída de fruta	88
4.3.3	Efecto sobre el peso promedio de los frutos	90
4.3.4	Efecto sobre el diámetro polar y ecuatorial promedio de los frutos	92
4.3.5	Efecto sobre los kilos promedio cosechados	93
4.3.6	Efecto en el contenido de aceite	95
5.	CONCLUSIONES	97
6.	RESUMEN	101
7.	LITERATURA CITADA	103

INDICE DE CUADROS

	pag.
CUADRO 1. Evolución de la superficie plantada con palto (<u>Persea americana</u> Mill.) en Chile.	2
CUADRO 2. Exportaciones de frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) en las últimas cinco temporadas, expresado en cajas.	3
CUADRO 3. Mercados de destino de las exportaciones de palta realizadas en la temporada 1992/93, expresado en cajas.	4
CUADRO 4. Proyección de producción para las próximas cuatro temporadas y distribución entre los principales mercados consumidores.	5
CUADRO 5. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass.	48
CUADRO 6. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass comparados con un testigo.	59
CUADRO 7. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass. cosechados entre el 22 y 26 de Nov. de 1993.	63
CUADRO 8. Efecto del CPPU en la producción expresado como kilos totales de frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass, cosechados entre el 22 y 26 de Nov de 1993.	64
CUADRO 9. Efecto del CPPU en los kilos por mt ³ de canopia producidos en árboles de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass, cosechados entre el 22 y 26 de Nov. de 1993.	65

CUADRO 10.	Comparación de efectos de la aplicación en una fecha o en dos parcialidades del CPPU sobre frutos de (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass, en el diámetro polar, ecuatorial y peso.	69
CUADRO 11.	Efecto del CPPU en el porcentaje de frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Edranol, considerando la dosis aplicada y la orientación de la ramilla marcada.	71
CUADRO 12.	Efecto del CPPU sobre la prevención de la caída de frutos de palto (<u>Persea americana</u> MILL.) cv. Edranol, medido entre el 16 del noviembre de 1992 y el 25 de enero de 1993.	75
CUADRO 13.	Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Edranol.	78
CUADRO 14.	Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill) cv. Edranol.	80
CUADRO 15.	Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el número promedio de frutos por tratamiento en palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Edranol.	83
CUADRO 16.	Efecto del CPPU en los kilos totales promedio cosechados en árboles de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Edranol.	84
CUADRO 17.	Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Edranol.	86
CUADRO 18.	Efecto del CPPU en el porcentaje de retención de frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte .	87
CUADRO 19.	Efecto del CPPU sobre la prevención de la caída de frutos de palto (<u>Persea americana</u> MILL.) cv. Fuerte , medido entre el 16 del noviembre de 1992 y el 25 de enero de 1993.	89
CUADRO 20.	Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte.	91
CUADRO 21.	Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill) cv. Fuerte.	92

CUADRO 22.	Efecto del CPPU en los kilos totales promedio cosechados en árboles de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte.	93
CUADRO 23.	Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el número promedio de frutos por tratamiento en palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte.	94
CUADRO 24.	Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte.	95

1. INTRODUCCION

Resulta indiscutido el gran crecimiento que ha experimentado la superficie dedicada al cultivo del paltos en las distintas zonas agroclimáticas que permiten su establecimiento, de tal modo que en la actualidad existe una amplia distribución de esta especie en Chile, como se puede apreciar en el Cuadro 1. De las 9042.7 ha de paltos existentes hasta 1993, cerca de 5772.8 ha se ubican en la V Región, constituyendo un 63.8% del total (CIREN-CORFO, 1993).

Dentro de este contexto, el cultivar que ha presentado la mayor expansión ha sido Hass, el cual actualmente representa el 70.2 % de la superficie dedicada a paltos en la V Región, lo que equivale a unas 4053 ha. En segundo lugar se encuentra el cv. Fuerte, que ocupa unas 745 ha en la región y ha presentado una disminución de cerca de 145 ha en las últimas temporadas. Por otro lado, la variedad Edranol ocupa unas 218 ha, y también se ha observado una reducción de casi 108 ha, lo cual se relaciona con las mejores expectativas de rentabilidad presentada por el cv. Hass (CIREN-CORFO, 1993).

Así, desde el año 1984 hasta ahora ésta se ha incrementado en casi un 32 %, pasando desde una superficie estimada de

6924 ha, a una superficie actual de 9376 ha, de las cuales cerca del 28 %, equivalentes a 2970 ha, corresponden a huertos nuevos, distribuidos principalmente entre la V y Región Metropolitana, como se puede apreciar en el Cuadro 1, que señala la evolución de la superficie plantada de paltos, a través del tiempo (ODEPA, 1992; ANUARIO DEL CAMPO, 1993).

CUADRO 1. Evolución de la superficie plantada con paltos (Persea americana Mill.) en Chile.

Temporada	Superficie (ha)
1984 / 85	6924
1985 / 86	7000
1986 / 87	6500
1987 / 88	6950
1988 / 89	7431
1989 / 90	7800
1990 / 91	8250
1991 / 92	8600
1992 / 93	9376

Fuente : Catastro Fruticola 1993, elaborado por CIREN CORFO.

Este crecimiento tan importante, se justifica principalmente por la gran participación que ha presentado esta especie en las exportaciones de productos hortofrutícolas nacionales, la que ha mostrado una clara tendencia ascendente durante las 5 últimas temporadas, pasando de 104 mil cajas en la temporada 87/88, a 1.7 millones de cajas en el período 92/93, como se puede ver

en el Cuadro 2 (FEDEFRUTA, 1993 ; ANUARIO DEL CAMPO, 1993).

Entre los principales mercados consumidores de palta, se destaca el norteamericano, como se puede ver en el Cuadro 3, el que en la última temporada registró una leve disminución en la cantidad de cajas importadas de este producto, pasando de una participación de un 93 % en la temporada 91/92 a un 85% en la temporada 92/93. Sin embargo, los volúmenes comparativos de exportaciones entre estas dos últimas temporadas, han experimentado un incremento de un 25.3 %, lo que se explica por una mayor participación en otros mercados no tradicionales, como ha sido el de America Latina y Europa.

CUADRO 2. Exportaciones de frutos de palto (Persea americana Mill.) en la ultimas cinco temporadas, expresado en cajas.

Temporadas	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
Cajas exportadas	442265	559181	1049596	1342070	1694640

Fuente : Servicio Agrícola y Ganadero, elaborado por ASOEXPOERT y publicado por Anuario del Campo 1993/1994.

CUADRO 3. Mercados de destino de las exportaciones de palta realizadas en la temporada 1992/93, expresado en cajas.

Mercado destino	Cajas exportadas

USA y Canada	
costa este	106 129
costa oeste	1 325 791
total Norteamerica	1 431 920
Europa	251 051
America Latina	11 669

Fuente : Servicio Agrícola y Ganadero, elaborado por ASOEXPOERT y publicado por Anuario del Campo 1993/1994.

En base a estos antecedentes es posible realizar estimaciones sobre la producción esperada en las próximas cuatro temporadas, como también acerca del destino de ésta, ya sea como exportaciones o mercado interno, como se puede apreciar en el Cuadro 4, el cual indica que esta variedad mantendrá una tendencia ascendente en cuanto a la producción y exportaciones.

CUADRO 4. Proyección de producción para las próximas cuatro temporadas y distribución entre los principales mercados consumidores.

Temporadas	93 / 94	94 / 95	95 / 96	96 / 97
Producción total (ton)	73418	80713	88211	96424
Exportaciones (miles de cajas)	2570	2935	3208	3506
Mercado interno (ton)	45152	48428	59297	57854

Fuente : Servicio Agrícola y Ganadero,
elaborado por ASOEXPOERT y publicado por
Anuario del Campo 1993/1994.

Sin embargo, este desarrollo observado en el cultivo del palto involucra un gran desafío, al considerar la gran competencia que se establece en los mercados internacionales, haciendo cada vez más necesario llegar a ellos con un producto de mejor calidad para mantener la participación de esta especie en dichos mercados y, que signifique un buen retorno económico al productor que invierte sus recursos en su producción. Bajo estas condiciones se están realizando grandes esfuerzos para lograr técnicas de manejo orientadas a mejorar la eficiencia de producción en los huertos comerciales que involucran el manejo integral de los factores que condicionan la producción, siendo el uso de reguladores

de crecimiento uno de los más promisorios para lograr superar los factores limitantes para la producción, como son la disponibilidad de recursos energéticos dentro de la planta y favoreciendo la redistribución de éstos hacia los frutos, de tal forma de conseguir mayores rendimientos y calibres.

Como respuesta al trabajo de varios investigadores, ha aparecido en el mercado un nuevo producto de síntesis, CPPU, que corresponde a un derivado de Fenil-urea, el que posee una alta actividad citoquinínica, demostrando una gran influencia sobre el desarrollo de una amplia gama de frutales como el kiwi, vides, manzanos, perales, etc..La influencia que puede ejercer este producto sobre la cuaja y el calibre de la fruta, se presenta muy interesante de probar en paltos, dada la relación que se establece entre el calibre de la fruta y el nivel de precio que puede obtener por concepto de un tamaño más homogéneo.

Los objetivos propuestos para este ensayo son los siguientes:

- Determinar el efecto del CPPU (Forchlorfenuron), sobre la productividad de las variedades Hass, Fuerte y Edranol.
- Determinar el efecto del producto sobre el calibre y contenido de aceite de estas variedades.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Antecedentes generales:

El palto (Persea americana Mill.) es una especie de hoja persistente, originaria de la selva tropical de Centroamérica (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

En relación a su clasificación botánica, pertenece a la familia de las Lauráceas, suborden Magnolíneas, Orden Ranales, clase dicotiledóneas (ENGLER'S, 1964).

El desarrollo evolutivo del palto como árbol tropical ha predispuesto a la especie hacia una tendencia al crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo, debido a la alta competencia por luz que prevalece en el ecosistema de selvas tropicales. Esta característica se ha conservado en los diferentes cultivares durante su adaptación a huertos comerciales modernos (WOLSTENHOLME, 1986).

Durante el período inicial de la evolución de esta especie, el clima parece haber sido más húmedo y con temperaturas medias más altas que en la actualidad. Por esto, la mayoría de las variedades rústicas e incluso los paltos mexicanos, son susceptibles a temperaturas menores

a 0° C que se prolonguen por varias horas. Asimismo sufren decaimientos con temperaturas superiores a 40° C y humedades relativas menores al 30% (MALO, 1986).

Los paltos se agrupan en tres razas que según su lugar de origen son: Antillana, Mexicana y Guatemalteca. La variedad Hass pertenece a esta última, la cual se caracteriza por presentar un buen nivel de producción y una productividad regular en el tiempo. Este cultivar es bastante precoz, siendo posible encontrar fruta en árboles de dos y tres años (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.2. Fenología del palto:

En relación al hábito de crecimiento del palto, se puede decir que presenta dos crecimientos vegetativos en la temporada, que corresponden al período de extensión de los brotes, de los cuales la primera brotación ocurre en primavera cercana al final de la floración, mientras que la segunda sucede en los meses de verano (WHILEY, 1990).

Posteriormente a cada ciclo de brotación, se produce un período de desarrollo radicular, lo que hace que exista una interdependencia entre las raíces y los brotes, produciéndose un patrón cíclico, característico del

crecimiento de la especie. De este modo, cuando la relación entre los brotes nuevos y las raíces aumenta a favor de los brotes, el crecimiento vegetativo declina y el radicular aumenta, recuperándose el balance. Así el ciclo se repite sucesivamente (WHILEY et al., 1988).

En un estudio sobre la fenología del palto Hass realizada por HERNANDEZ (1991) en la zona de Quillota, V Región, determinó que la fecha en que ocurría la primera brotación correspondía al período entre el 8 de octubre y 25 de diciembre; para la segunda brotación el período se prolongó entre el 29 de enero y el 5 de junio. Por otro lado, en otro estudio similar realizado por TAPIA (1993) en la misma variedad, determinó que la primera brotación se producía desde el 7 de septiembre hasta el 21 de diciembre, mientras que la segunda brotación sucedía entre el 29 de marzo y el 7 de mayo, siendo de menor intensidad que la primera.

Este mismo autor señala que en relación al crecimiento radicular, que éste presentó aparentemente dos flushes , ocurriendo el primero desde el 28 de octubre al 3 de febrero. El segundo flush de crecimiento se desarrolló posteriormente a un período de estabilización entre el 17 de marzo y 13 de mayo.

En trabajos realizados por WHILEY et al. (1988), las raíces de los paltos también registran dos crecimientos en la temporada, produciéndose el primero a mediados de septiembre, en forma paralela al descenso del primer flush de crecimiento vegetativo. El máximo desarrollo se produce a fines de noviembre, momento en que la actividad vegetativa es baja, y finaliza en los últimos días de diciembre, ocurriendo inmediatamente después el segundo crecimiento radicular. Este último se extiende desde febrero hasta abril, con un máximo de crecimiento a fines de marzo.

Sin embargo, estas observaciones son contradictorias a los resultados obtenidos por HERNANDEZ (1991), quien determinó que el crecimiento radicular en el cv. Hass se produjo entre el 31 de octubre y el 16 de junio, con un notable aumento de las raicillas entre el 31 de octubre y el 20 de diciembre, observando sólo un flush de crecimiento radicular, a diferencia de WHILEY et al. (1988), quienes describen dos flush de crecimiento de raíces.

TAPIA (1993), en su mismo estudio señala que la floración de los paltos Hass se concentró en el período del 21 de octubre al 13 de noviembre, coincidiendo plenamente con los flush de crecimiento vegetativos de primavera y el menor desarrollo radicular.

Este mismo autor determinó además que la dicogamia protogínea tipo A característica de esta variedad no se cumple bajo las condiciones agroclimáticas de Quillota.

Otras conclusiones interesantes reportadas por TAPIA (1993), son que el ciclo floral completo demora 62.2 horas, con una cuaja estimada en un 0.2 por ciento, lo que resulta superior a la descrita por WHILEY et al. (1988), quien señala que es de un 0.1 por ciento.

La caída de frutos observada por el autor se concentró en un período comprendido entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre.

En otro estudio de fenología realizado por CALVERT (1993), en el cv. Fuerte determinó que el crecimiento vegetativo presentaba dos flushes de desarrollo, ocurriendo el primero entre el 24 de agosto y el 4 de enero, siendo de mayor intensidad que el registrado entre el 8 de marzo y 12 de abril.

Este mismo autor señala en relación al desarrollo radicular, que éste también se presenta en dos flush, donde el primero tuvo lugar en el período del 2 de noviembre hasta el 11 de enero, mientras que el segundo ocurre desde el 8 de febrero hasta el 17 de marzo.

CALVERT (1993) señala además que la curva de desarrollo floral tuvo su máxima expresión el 9 de octubre. Sin embargo en este cultivar tampoco se cumple la dicogamia protogínea tipo B descrita en la bibliografía, encontrándose ambos estados sexuales funcionales en el transcurso del día e incluso durante la noche, y que la mayor proporción de flores femeninas sucedía a las 13:00 horas, mientras que las masculinas se encuentran principalmente a las 17:00 horas. La duración del ciclo floral completo es en promedio de 52.2 horas.

El mismo autor indica en su investigación que el peak de caída de frutos se concentra entre la tercera semana de noviembre y la segunda semana de diciembre.

2.3. Sistema radicular:

El sistema radical de los paltos, según WOLSTENHOLME (1986), se caracteriza por distribuirse en forma superficial de tal forma, que es posible encontrar el 60% de éstas en los primeros 45 cm de suelo además presenta raíces bastantes suberizadas y relativamente ineficientes en la absorción de agua. También posee una baja frecuencia de pelos radicales, lo que le confiere una reducida conductividad hidráulica.

Debido a esta característica de distribución radicular, las raíces están expuestas a los cambios que se producen en el medio ambiente y a la acción de bioantagonistas, siendo el principal el hongo Phytophthora cinnamomi (Mill), el cual afecta severamente a las raíces, provocando una merma importante en los rendimientos, debido a la estrecha relación que existe entre el sistema radicular y el desarrollo vegetativo (WHILEY et al., 1987).

En estudios realizados por SALAZAR y CORTEZ (1986) sobre la distribución de las raíces de árboles adultos de la variedad Fuerte, encontraron que en aquellos establecidos en suelos arenosos éstas se encontraban mejor distribuidas tanto horizontal como verticalmente que en aquellos árboles plantados en suelos arcillosos, donde el sistema radicular estaba más limitado en el perfil. En ambos suelos la mayoría de las raíces finas están localizadas entre los primeros 60 cm de profundidad.

2.4. Sistema vegetativo:

En relación a la morfología de las hojas, éstas son alternadas persistentes, coriáceas, de forma elíptica o elíptica lanceoladas, glabras en el haz, y con un tamaño relativo de 40 cm de largo (PARODI, 1959).

Según WHILEY et al. (1988), la hoja del palto posee una alta densidad estomática, variando de 40.000 a 60.000 estomas por cm^3 , pero con una red vascular restringida (SCHOLEFIELD, 1982).

Resulta característico de esta especie el presentar un desarrollo vegetativo en base a dos brotaciones en la temporada, las que se relacionan directamente con la productividad del árbol, es así como las hojas de la brotación de primavera, pese a que presentan una fuerte competencia por las reservas de carbohidratos y nutrientes disponibles en la floración, son las mismas que luego comenzarán a nutrir a los frutos que hayan cuajado en la panícula adyacente a ellas (WHILEY et al., 1988).

Por otro lado, el brote de verano posee también una gran importancia, ya que es el responsable no sólo de proveer los carbohidratos para el adecuado desarrollo de los frutos hasta su madurez, sino que también se encarga de la acumulación de reservas para la floración y cuaja de la próxima primavera (WHILEY et al., 1988).

2.5. Sistema reproductivo:

Los paltos poseen una floración en que se impide la autopolinización a través de un mecanismo llamado dicogamia protogínea, en el cual se distinguen dos ciclos de apertura floral, los que se explican por la sensibilidad diferenciada que presentan las flores a la temperatura y a la hora del día (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985; WHILEY et al., 1987).

Según esto, los cultivares se clasifican por su hábito de floración en dos grupos: A y B, siendo los cultivares pertenecientes al grupo B los más sensibles a los rangos térmicos necesarios para la floración exitosa (WHILEY et al., 1988).

En términos generales, el palto florece abundantemente, no siendo limitante para la producción el número de flores. Sin embargo, de esta abundante floración la cuaja resultante es muy baja, estimándose que menos de 1% de las flores logra cuajar. De esta manera, se ha determinado que si sólo el 0,1% de las flores logra llegar a la cosecha como fruto maduro, se obtendrán altas producciones (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Uno de los factores más importantes en el proceso de

floración de los paltos, es sin lugar a dudas el régimen de temperaturas, tanto diurnas como nocturnas, establaciéndose así que para los cultivares del tipo B, como es el caso de Fuerte y Edranol, el rango óptimo de temperaturas para floración, polinización y cuaja debe variar entre los 25° C en el día y hasta los 10° C en la noche (WHILEY, 1990) .

SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985) determinaron que la iniciación floral ocurre al momento de mínimo contenido de carbohidratos de las ramas principales, lo cual descarta la posibilidad de que éstos sean responsables de la iniciación floral. Sin embargo, un bajo nivel de carbohidratos sí limita la actividad vegetativa, afectándose así la iniciación floral.

2.6. Desarrollo de los frutos:

La producción de frutos por la planta se puede considerar como el resultado final de todos los procesos fisiológicos que se realizan al interior de un vegetal, con el fin de asegurar la continuidad de las especies.

En el caso del palto, la clasificación botánica del fruto, lo describe como una baya monocarpelar, la cual contiene una sólo semilla, siendo fácilmente distinguible el

exocarpo, mesocarpo y endocarpo, constituyendo estos dos últimos el pericarpo. El exocarpo consiste en una epidermis simple, de una a tres capas de células parenquimáticas y una capa de esclerénquima, la cual limita la superficie interna de la piel (CUMMING y SCHRÖEDER, 1942).

La semilla que contiene el fruto alcanza un gran tamaño, pudiendo abarcar hasta un 25% del peso total de éste. En relación a los componentes anatómicos de la semilla, éstos corresponden a cotiledones, plúmula, hipocólito y radícula, además de dos finas cubiertas seminales adheridas entre sí (LEWIS, 1978).

Trabajos realizados por LEWIS (1978), señalan que los frutos de palto presentan una curva de crecimiento de tipo simple sigmoidea, en un proceso continuo de división y elongación celular a lo largo de la temporada de crecimiento. Esto también está corroborado por investigaciones de CHANDLER (1961), quien al mantener secciones de frutos en un medio nutritivo de agar, comprobó que la división celular se prolongaba por cinco o más meses.

El proceso de crecimiento de los frutos está sustentado principalmente por el aporte de fotosintatos provenientes de las hojas, ya que la capacidad fotosintética propia del

fruto es muy baja, consistiendo éste básicamente en azúcares y derivados. Estas sustancias pueden tener distintas utilidades en los frutos, ya sea como productos de almacenaje y elementos estructurales, además de proveer energía para la actividad celular (BEAN, 1958).

Uno de los períodos críticos durante el desarrollo del fruto, es la competencia que se establece entre éste y el desarrollo vegetativo por los fotosintatos en las primeras etapas de crecimiento. Durante primavera es cuando se registran las mayores demandas de estos productos por parte del fruto y los crecimientos vegetativos, ya que se encuentran en un período de óptimas condiciones de temperaturas para su desarrollo (WHILEY, 1990; GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

A este respecto, WHILEY (1990) señala que la producción exitosa de frutos, durante los 60 días posteriores a la floración, depende de la adecuada disponibilidad de carbohidratos.

En estudios realizados por SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER (1985), las producciones alternadas en palto, parecieran estar estrechamente ligadas al contenido de carbohidratos de reservas que posee el árbol. Así, altas productividades seguidas por una baja acumulación de carbohidratos durante el invierno, resulta en una menor

disponibilidad de éstos para la temporada siguiente. Por otro lado, la acumulación de reservas comienza aproximadamente cuando cesa la actividad vegetativa, continuando durante el invierno hasta lograr el máximo en la primavera.

Estos mismos autores indican además que los niveles de carbohidratos aumentan al mismo tiempo que los azúcares. Asimismo, durante el año, los azúcares varían en menor proporción que los carbohidratos, deduciéndose de este modo que los azúcares no son la principal fuente de reservas de carbohidratos, pero que sí constituyen la fuente energética inmediata para el árbol.

2.7. Caracterización de los cultivares:

2.7.1. Características del cultivar Hass:

Las primeras referencias que se tienen de la variedad Hass, se remontan a 1926, año en el cual Rudolph G. Hass, obtuvo plantas de esta variedad a partir de semillas en un huerto al sur de California (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol posee un desarrollo mediano, con crecimiento erecto pero no piramidal. Este cultivar presenta índices

de homogeneidad aceptables, sin una tendencia marcada a las producciones bianuales como el cv. Fuerte, y sin una gran heterogeneidad física entre los ejemplares a nivel de huerto. Como corresponde a una variedad Guatemalteca, es más sensible a heladas que Fuerte, resistiendo hasta -1.1°C (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

En cuanto a sus frutos, éstos poseen una forma piriforme a ovoide, con un peso que puede oscilar entre los 180 y 360 gr. La cáscara es cueruda, rugosa y toma una coloración oscura al madurar. Posee una semilla pequeña, lo cual resulta muy atractivo al consumidor. Los frutos maduran entre septiembre y marzo, con un contenido de aceite que puede variar entre un 15 a 20 % , y la fruta que se deja en la planta puede permanecer un largo período sin que se caiga (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.7.2. Características del cultivar Fuerte:

El cultivar Fuerte fue introducido a California en 1911 por Carl Schmidt, quien seleccionó material desde un jardín de West Indian en Atlixco, Mexico. Posee características intermedias entre las razas mexicanas y guatemaltecas, por lo cual se considera un híbrido natural entre éstas dos razas.

El árbol es muy vigoroso y tiene tendencia a formar ramas

horizontales cercanas al suelo, por lo que su copa se extiende generalmente en forma lateral. Su resistencia al frío es de -2.7° C. Los frutos se cosechan desde agosto a octubre, nueve a trece meses después de la floración.

El fruto de este cultivar es piriforme a oblongo, y tiende a darse más alargado en las zonas de clima más caluroso y seco, como es Peumo y San Vicente de Tagua-Tagua, en comparación a las zonas con más influencia costera, como es Quillota. El peso promedio de los frutos varía entre los 180 y 420 gr, con el extremo distal del fruto algo aplanado y el pedúnculo insertado oblicuamente. Su cascara es delgada, levemente áspera, algo cueruda y se separa fácilmente de la pulpa. En Chile se cosecha entre agosto y octubre, donde su contenido de aceite puede alcanzar entre 18 y 22 % (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Los mismos autores señalan además, que los frutos de este cultivar no son posibles de dejar colgados en la planta por mucho tiempo, ya que éstos rápidamente se reblandecen y se manchan.

El comportamiento de esta especie en Chile ha sido errático, aún en zonas donde se han obtenido buenas producciones, como lo son La Ligua y Quillota, en las que presenta una marcada tendencia a las producciones

bianuales, incluso dentro del huerto (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.7.3. Características del cultivar Edranol:

Las primeras referencias que se tienen de este cultivar, proceden de Vista, California, donde fue introducida comercialmente por Er Mullen en 1932. Deriva de una raza guatemalteca denominada Lyon, y se caracteriza por ser un árbol de crecimiento erecto y vigoroso de abundante floración y una marcada tendencia al añerismo. Sus frutos tienen una forma alargada, con una piel gruesa y de un color verde intenso con buenas características organolépticas, además de una semilla pequeña. Sus frutos maduran desde diciembre a febrero (ABASCAL, 1985).

2.8. Citoquininas:

2.8.1. Aspectos generales:

Las citoquininas son fitohormonas que fueron descubiertas como resultado de una serie de esfuerzos orientados a encontrar factores que pudieran estimular a las células vegetales a dividirse (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Esta hormona vegetal posee un amplio espectro de acción que afecta la morfogénesis de las plantas. Además de estimular la división celular (FOSKET, VOLK y GOLDSMITH,

1977), las citoquininas están involucradas en los procesos de elongación y diferenciación celular (NARAIN y LALORAYA, 1974; ALONI, 1982), maduración de cloroplastos, movilización de nutrientes y en el retraso de la senescencia de algunos órganos (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Las citoquininas de los tejidos vegetales se encuentran generalmente como moléculas libres, es decir, no están unidas covalentemente a otra molécula. También es posible encontrarlas como bases modificadas en ciertos RNA de transferencia en las células vegetales, hongos, bacterias e incluso en bases modificadas de células de mamíferos (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Los tres aspectos básicos del crecimiento celular, división, diferenciación y elongación están regulados por las citoquininas, razón por la cual los investigadores han estudiado con bastante énfasis esta interrelación. Estos estudios han sido orientados a determinar cómo las citoquininas influyen en la distribución de fotosintatos en los distintos órganos de una planta (VAN STADEN y COOK, 1986).

2.8.2. Síntesis de citoquininas:

En la actualidad existe bastante evidencia experimental que señala a los meristemas de los ápices de las raíces

como el principal tejido de síntesis de las citoquininas (VAN STADEN y DAVEY, 1979).

Otro hecho que indica la importancia del sistema radicular, es el uso actual de portainjertos que confieren alta productividad, lo que está asociado a una alta producción de citoquininas endógenas (STEVENS y WESTWOOD, 1984).

Sin embargo, de los trabajos realizados por STENLIND (1982), se desprende una observación aparentemente contradictoria en relación a que las raíces son el principal sitio de síntesis de las citoquininas, debido a que aplicaciones exógenas de estas sustancias resultan ser inhibitorias para la extensión radicular, como también para el desarrollo lateral de éstas.

Trabajos posteriores, utilizando cultivos de trozos de raíz, permiten dilucidar la contradicción que se establece entre las citoquininas y el sistema radicular, ya que la respuesta a estos compuestos depende directamente de la concentración a que son expuestos los tejidos, es así como la inhibición se produce a altas concentraciones de esta hormona y la respuesta promotora se daba a bajas concentraciones de citoquininas (FINNIE y VAN STADEN, 1985).

2.8.3. Transporte de las citoquininas:

Una vez que son sintetizadas las citoquininas en los meristemas apicales de las raíces, éstas se mueven en forma pasiva a través del xilema debido a la corriente transpiratoria, al igual que el agua y los nutrientes (LETHAM y PALNI, 1983).

Este tipo de translocación se sugiere al realizar experimentos con plantas decapitadas, a las que se les muestreó exudados de tallo, encontrando que presentaban un contenido constante de citoquininas en las muestras. Debido a que no poseían otro meristema activo, se dedujo que este contenido hormonal sólo podría provenir de las raíces. Sin embargo, al someter las plantas a un estrés hídrico, o cualquier otro factor que afectara el funcionamiento de las raíces, se reducía la concentración de citoquininas del exudado (TORREY, 1976).

Por otro lado, existen evidencias que indican que la translocación de las citoquininas también puede ocurrir vía floema, lo cual es muy importante con respecto a los frutos, dado que ésta es la principal forma de transporte de sustancias a estos órganos (VAN STADEN y COOK, 1986).

Considerando que las citoquininas encontradas en los

exudados del xilema principalmente corresponden a nucleótidos, se piensa que éstos podrían ser la forma de transporte de esta hormona (TAIZ y ZEIGER, 1991).

2.8.4. Formas activas de las citoquininas:

En la actualidad la forma activa de las citoquininas resulta desconocida, pero existen bastantes pruebas que indican que ésta correspondería a una base nitrogenada libre (ESASHI y LEOPOLD, 1969, citado por TAIZ y ZEIGER, 1991).

En general, se puede decir que el componente estructural que debe poseer una citoquinina natural es un grupo -N6- sustituido. Sin embargo, existe una amplia gama de sustancias capaces de promover actividad citoquinínica, entre los que destacan los derivados de fenil-úrea que no poseen dicho grupo (SKOOG y ARMSTRONG, 1970, citado por TAIZ y ZEIGER, 1991).

En experiencias realizadas por ESASHI y LEOPOLD (1969), citado por TAIZ y ZEIGER (1991), con trozos de cotiledones de rábano (Raphanus sativus) cultivados en un medio que contenía la citoquinina sintética Benzilaminopurina (BAP), se observó que estos rápidamente asimilaban este compuesto y lo transformaban en varios derivados tales como BAP-

glucósido, BAP-ribonucleósido y BAP-ribonucleótido. Posteriormente, cuando los cotiledones se cambiaban a un medio carente de BAP, su tasa de crecimiento decreció al igual que la concentración endógena de BAP, BAP-ribonucleósido y BAP-ribonucleóticos. Por otro lado, se observó que la concentración del BAP-glucósido permaneció constante, deduciéndose así que las formas glucosiladas de las citoquininas no son activas.

Otra forma de encontrar sustancias con actividad citoquinínica es como bases modificadas de ciertos RNA de transferencia, los cuales están distribuidos en un gran número de especies (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Estos RNA de transferencia, además de contener los cuatro nucleótidos comunes, presentan nucleótidos modificados en los cuales la base presenta alguna alteración, denominándose bases hipermodificadas, en las que se ha demostrado actividad citoquinínica al ser hidrolizados y testeados en cultivo de tejido (TAIZ y ZEIGER, 1991).

En las plantas superiores se ha identificado varios compuestos que estarían actuando como bases hipermodificadas, los que incluyen zeatina y derivados de zeatina, tales como 2-Metiltiozeatina, Isopenteniladenosina y 2-Metiltio-isopenteniladenosina entre otros

(HALL, 1973; BURROWS, 1975, citados por JENSEN y SALISBURY, 1988).

2.8.5. Metabolismo e inactivación de las citoquininas:

Las diferentes formas químicas de las citoquininas, son rápidamente metabolizadas en distintos tejidos de las plantas. Es así que cuando se aplican bases con actividad citoquinínica en forma exógena, son transformadas en sus respectivos nucleótidos y/o glucósidos. Estos glucósidos se acumulan en altos niveles en las hojas, encontrándose cantidades importantes aún en hojas senescentes. Los glucósidos, aunque presentan actividad citoquinínica, parecen reducir su capacidad hormonal cuando son formados en células de las hojas debido, posiblemente, a que corresponden a compuestos de almacenaje, de tal forma que no se encuentran disponibles. Este fenómeno podría explicar el hecho que pese a la rápida movilización de las citoquininas por el xilema, la aplicación foliar de esta hormona marcada radiactivamente presentó un bajo movimiento desde el punto de aplicación (TAIZ y ZEIGER, 1991).

Otra forma de inactivación de las citoquininas está asociada a una serie de enzimas que han sido caracterizadas y denominadas Citoquinina-oxidasa,

Citoquinin-7-glucosil-transferasa y la B-(9-citoquinia) - alanina-sintetasa, las cuales son capaces de inactivar los distintos tipos de citoquininas, tanto naturales como sintéticas (TAIZ y ZEIGER, 1991; LETHAM y PALNI, 1983).

La Citoquinina-oxidasa corresponde a una enzima con un peso molecular de 88.000 MW, cuya función está asociada a la escisión de la cadena lateral isopentenil de los compuestos derivados de la isopentenil-adenina, obteniendo adenina y adenosina. Por otro lado, pese a que esta enzima es capaz de degradar la zeatina y derivados de este compuesto, no se ha visto que actúe sobre la N-6-isopeneniladonosina cuya cadena lateral este saturada, al igual que sobre la benzilaminopurina (BAP) y Kinetina (LETHAM y PALNI, 1983).

2.9. Citoquininas sintéticas:

En la actualidad son conocidos muchos derivados de Adenina con actividad citoquinínica, destacándose entre estos la kinetina, benziladenina y zeatina. También se han encontrado varios compuestos similares a la purina que muestran una alta actividad promotora de la división celular (LEONARD, 1974, citado por TAIZ y ZEIGER, 1991).

En los tejidos de algunas plantas se ha determinado que los principales metabolitos de la zeatina corresponden a

adenina (ADE), adenosina (ADOS) y ADE-nucleótidos, de lo cual se deduce que la formación de estos compuestos responde a vías metabólicas simples, pero en otras plantas, los mecanismos metabólicos resultan muy complejos, identificándose más de 16 compuestos (ENTSCH et al., 1980 y PARKER et al., 1973; citados por LETHAM y PALNI, 1983).

Sin embargo, existen muchos otros compuestos que poseen una actividad citoquinínica, cuya naturaleza es distinta a la de las bases nitrogenadas mencionadas anteriormente, entre las cuales se destaca la N-N'-Difenilurea (DPU), la que se reportó como responsable de la capacidad inductora de división celular que posee la leche de coco en cultivo de callos de tabaco in vitro (SHANZ y STEWARS, 1955, citados por TAIZ y ZEIGER, 1991).

La N-N'-Difenilúrea muestra una baja actividad citoquinínica, lo que se asocia a que este compuesto presenta una estructura que difiere notablemente de la purina, por lo cual se ha postulado que la urea no es activa como hormona, por lo cual debería ser transformada a un derivado activo purínico (BURROWS y LEWORTHY, 1976).

Trabajos realizados por BRUCE y ZWAR (1966), citados por KUROSAKI et al. (1988) para descubrir otros compuestos

similares a las difenilúreas reportaron la actividad de las ureas aromáticas sustituidas con un grupo fenil, como promotoras del desarrollo en yemas de frejol y además de retardar el proceso de senescencia de éstas.

A partir de estas numerosas experiencias bioquímicas de investigadores que buscaban encontrar compuestos con una mayor actividad citoquinica, TAKAHASHI et al. (1978), trabajando con estructuras sustituidas de la N-N'-Difenilurea encontró que una de éstas, la N-(14-Piridil)-N'-Fenilurea, poseía una gran actividad promotora en la división celular de cultivos de callo de tabaco, siendo su concentración efectiva diez veces más eficiente que la benziladenina.

Posteriormente TAKAHASHI et al. (1981), trabajando con el mismo compuesto original, pero realizando sustituciones en la posición -2- del grupo piridil con elementos electronegativos, descubrió que al utilizar Cl, el producto resultante presentaba una actividad promotora mucho mayor que la benziladenina y la kinetina, siendo capaz de estimular la formación de brotes vigorosos en callos de tabaco a concentraciones de 10 a 7 m. El compuesto en cuestión correspondía al N-(2-cloro-4-piridil-N'-Fenilurea (CPPU).

Cómo estos compuestos pueden promover una respuesta similar a la producida por las citoquininas naturales, actualmente no está bien establecido. Sin embargo, una teoría bastante aceptada postula que estos compuestos podrían estimular la biosíntesis de citoquininas endógenas (MOK et al., 1979).

Una hipótesis más reciente desarrollada por KUROSAKI et al. (1988), sugiere que las citoquininas de tipo ureicas y purínicas actúan en forma independiente, pero comparten los mismos receptores celulares que inducen una respuesta fisiológica, variando sólo las concentraciones requeridas para dicho estímulo.

Esto estaría respaldado por trabajos realizados por el mismo autor, en los cuales utilizó productos inhibidores de ambos tipos de citoquininas, como lo son el 4-ciclobutilamino-2-metilpirrolo-pirimidina (CP), el cual es un inhibidor competitivo de la benziladenina y el N-benzil-N'-(4-bromo fenil)-urea (BP), el que resulta ser inhibitorio de los compuestos derivados de la benziladenina y de la fenilúrea. Ambos compuestos fueron evaluados en ensayos de rendimiento de callos de tabaco, cuyo objetivo fue demostrar si el sitio activo de ambos resultaba ser el mismo. El CP debería inhibir la actividad de las citoquininas de tipo ureicas como también las del

tipo benziladenina; por otro lado, el BP también debería inhibir las citoquininas de tipo ureicas al igual que las de tipo purínicas.

De este ensayo, el autor pudo concluir que el sitio activo de la benziladenina fue ocupado por un compuesto derivado de la urea. Por otro lado, el sitio activo de la fenilúrea fue ocupado por un compuesto purínico, lo cual respalda la hipótesis de que ambos compuestos con actividad citoquinínica poseen un sitio activo común.

2.10. Usos del CPPU:

La utilización del CPPU en forma comercial, se ha extendido a numerosas especies hortofrutícolas, en las cuales sus efectos han variado notablemente, en relación a la concentración de ingrediente activo, como también en relación a la época de aplicación, ésto último relacionado directamente con el estado fenológico del tejido vegetal, es decir, que la respuesta que se obtendrá de la aplicación del regulador de crecimiento, dependerá de la susceptibilidad del tejido, la cual variará en forma notable en la medida que ocurren los distintos estados fenológicos durante la temporada de crecimiento (LETHAM y PALNI, 1983).

Interesantes trabajos con este regulador de crecimiento fueron realizados por NICKELL (1985 ; 1986), aplicándolo en Cucurbitáceas, Solanáceas y distintos frutales, obteniendo en todos ellos incrementos en la producción y peso individual de los frutos. Destacable es el trabajo realizado en vides, en las cuales el autor aplicó el CPPU inmediatamente en postfloración, obteniendo como resultado un incremento de la cuaja en los racimos y un aumento en el calibre de las bayas.

Por otro lado, éste mismo autor describe que aplicaciones de CPPU aplicadas en floración de manzanos de las cvs. " Golden Delicious" y " Granny Smith" incrementaron el peso de los frutos y la relación diámetro polar / diámetro ecuatorial.

Resultados notables se obtuvieron con aplicaciones foliares de CPPU en manzanos del cv. " McIntoch" , con dosis de 10 y 100 ppm de i.a., asperjados después de caída de pétalos de la flor principal, y 18 días después de este evento. Se observó una correlación positiva entre el peso promedio de los frutos y la concentración del CPPU, con un incremento por sobre los testigos de 21% y 67% con las dosis de 10 y 100 ppm respectivamente. En la aplicación más tardía (18 d.d. de caída de pétalos), se observó un notorio efecto raleador del producto,

concluyendo finalmente que la primera fecha de aplicación es la más efectiva (GREENE, 1989).

Otro efecto interesante de mencionar, se determinó al momento de la recolección de la fruta, donde aparentemente el CPPU es capaz de retardar la madurez, como también el desarrollo del color, y por otro lado conservando una mayor firmeza de la pulpa que los testigos en ambas dosis y fechas de aplicación.

El mismo autor señala por otro lado, que la dosis de 10 ppm asperjada en la primera fecha de aplicación, mostraba deformaciones en el cáliz, con formas asimétricas de los frutos.

Observaciones realizadas por el autor en la temporada siguiente, señalan que la floración fue afectada negativamente, especialmente con la dosis de 100 ppm aplicadas en ambas fechas.

TANTARINI, SANSANINI y VENTURA (1991), trabajando con CPPU en manzanos del cv "Golden Delicious", con dosis de 10 y 20 ppm aplicados 20 d.d. de plena flor, tuvieron como resultado, un incremento de los pesos de los frutos de un 5% y 10% respectivamente. En éste caso también los autores señalan que se produjo una alteración de la forma de los

frutos, presentando un mayor desarrollo longitudinal con respecto a los testigos y una asimetría en la forma de los lóbulos de los frutos.

En aspersiones foliares manuales de CPPU en kiwi (Actinidia deliciosa Planch), realizadas por HENZELL y BRISCOL (1990), en Nueva Zelanda, observaron que dosis de 5.0 ppm de i. a., aplicados después de cuaja fueron suficientes para obtener alrededor de 20% de incremento en el calibre de los frutos al momento de la cosecha, con un peso promedio de los mismos de 120 gr y entre un 40% y 50% de los frutos se distribuyeron entre los calibres 25 a 27.

Otros ensayos realizados en Nueva Zelanda, en plantas de kiwi del cv. Hayward (Actinidia deliciosa Planch) asperjados 21 días después de plena flor con dosis de 10 ppm, tuvieron como resultado una reducción de la firmeza de la pulpa de los frutos recolectados. Durante el período de evaluación, los sólidos solubles totales mostraron un incremento de entre un 4.5% y un 6.6%, sobrepasando a los testigos en un 0.8% como promedio (LAWES, WOOLEY y CRUZ, 1990).

Estos mismos autores indican además, que las dosis de 2.5 y 40.0 ppm de CPPU, también mostraron un incremento en el calibre, al comparalos con los testigos. Como conclusión

de sus trabajos, se puede inferir que la respuesta de las plantas al aplicarle el CPPU en esa fecha, es efectiva a cualquier dosis de producto, pero que sin embargo, las dosis menores son recomendables para obtener buenos rendimientos sin alterar la forma de los frutos y con una distribución de calibres similares a las obtenidas con dosis mayores.

Otra experiencia realizada en kiwi (Actinidia deliciosa Planch) por IWAHORI, TOMINAGA y YAMASAKI (1988), con aplicaciones de CPPU tres días antes de la antesis, observaron que se produjo un incremento en el tamaño de los frutos. Por otro lado, aquellos frutos tratados durante la antesis, con igual dosis de i.a., resultaron con una marcada protuberancia en el cáliz, y finalmente al aplicar éste producto tres semanas después de la antesis, dicha protuberancia resultó apenas perceptible.

En un ensayo realizado por CAROCA (1993) con aspersiones de CPPU en níspero (Eriobotrya japonica Lindl) cv Golden Nugget, en el cual evaluaron las dosis 2.5 y 5.0 ppm de i.a., con dos niveles de carga, con cuatro y seis frutos/racimo, determinó que se produjo un aumento del diámetro ecuatorial de los frutos tratados, siendo la dosis de 5.0 ppm en ambos niveles de carga la que obtuvo los mayores incrementos en relación al testigo.

En un ensayo realizado en palto de la variedad Hass por LOPEZ (1993), en el cual se probó el efecto del CPPU en dos épocas de aplicación, correspondientes al 28 de enero y al 6 de abril, y dos formas de aplicación, una al follaje completo, es decir, asperjando el follaje además de los frutitos cuajados, y la otra dirigida sólo a los frutos. Las dosis evaluadas para ambos ensayos fueron de 2.5 ppm , 5.0 ppm y 10.0 ppm de CPPU.

Este autor determinó que el CPPU influye positivamente sobre el calibre de los frutos, siendo la primera fecha de aplicación la que registró los mayores incrementos, entre un 5 y 16% por sobre el testigo, en todas las dosis evaluadas. Por otro lado, en la segunda fecha sólo la dosis de 2.5 ppm de i.a. mostró un aumento por sobre el testigo de un 10.0%.

El análisis de la estimación del contenido de aceite, indica que sólo un tratamiento mostró diferencias significativas en relación al testigo, siendo la dosis de 10.0 ppm de CPPU aplicada en la primera fecha (28 de enero de 1992) la de mejores resultados, logrando una mayor acumulación de aceite al momento de la cosecha, permitiendo así adelantarla.

En relación al efecto de la forma de aplicación, no

existen diferencias estadísticas entre los dos métodos probados, pero el autor recomienda las aplicaciones completas al follaje y frutos, por resultar más práctico y homogéneo.

Otro trabajo no publicado realizado por KHONE (1991) citado por LOPEZ (1993) en paltos Hass, a los que se aplicó una dosis de 10 ppm de CPPU, al momento que el fruto presentaba un tamaño de 3 a 5 mm, dio como resultado un 20% más de producción, pero con una distribución de calibres similar al testigo. De estos resultados el autor concluyó que el producto aumentaba la capacidad de atracción de nutrientes por los frutos además de mejorar la retención de los mismos, y por lo tanto los kilos producidos a la cosecha.

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Descripción del ensayo:

Esta experiencia se realizó en los huertos de paltos de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en el sector de La Palma en Quillota, V Región.

Para el ensayo 1 se seleccionaron 36 árboles adultos de 20 años de la variedad Hass plantados en 1973, con un marco de plantación de 10 X 10 m y con riego por microaspersores. Los árboles se encuentran ubicados en un sector que presenta características homogéneas de suelo y de manejo, cubriendo totalmente el marco de plantación asignado.

A éstos, se les distribuyeron los distintos tratamientos, en grupos de a seis según :

T0	=	Control (sólo agua)
T1	=	1.25 ppm de CPPU
T2	=	2.5 ppm de CPPU
T3	=	5.0 ppm de CPPU
T4	=	2.5 ppm de CPPU (dos fechas, 1.25 ppm c/u)
T5	=	5.0 ppm de CPPU (dos fechas, 2.50 ppm c/u)

La primera fecha de aplicación correspondió al 29 de enero de 1993, mientras que la segunda se realizó aproximadamente un mes más tarde, es decir, el 27 de febrero del mismo año.

Para realizar ésto se asperjaron los árboles con una bomba manual de espalda marca SOLO de 15 l de capacidad, con un gasto promedio de solución de 10 l a cada uno.

Para el caso de los ensayos dos y tres, correspondientes a las variedades Fuerte y Edranol respectivamente, se seleccionaron 16 árboles de cada una, agrupándose en grupos de cuatro, distribuyendo los tratamientos según :

T0	=	Control (sólo agua)
T1	=	2.5 ppm de CPPU
T2	=	5.0 ppm de CPPU
T3	=	10. ppm de CPPU

Para ambos ensayos las aplicaciones fueron realizadas en una sola fecha, correspondientes al período desde el 12 de noviembre hasta el 10 de diciembre de 1992 , cuando los frutitos estaban recién cuajados.

En este caso, también se utilizó una bomba de espalda de iguales características, con un gasto medio de 6 l de solución por árbol.

3.2. Evaluaciones:

Para el ensayo uno en la variedad Hass, se procedió a marcar 30 frutos por árbol, a los que se les realizó un seguimiento para confeccionar una curva de crecimiento de tipo descriptiva, midiéndose el diámetro polar y ecuatorial cada 15 días.

Posteriormente, en el período de cosecha, efectuada el 22 de noviembre de 1993, se pesó la producción individual de cada árbol, contando además el número de frutos para poder determinar el peso promedio de los mismos, por tratamiento. Para poder evaluar diferencias en diámetro polar, ecuatorial y peso de los frutos en forma exacta, se tomó una muestra de 100 frutos por árbol.

Para determinar diferencias en el contenido de aceite, entre los tratamientos se procedió a tomar una muestra de 10 frutos por árbol, a las cuales se aplicó la metodología diseñada por MARTINEZ (1984), para estimar el contenido de aceite a través del contenido de humedad, el cual es ingresado en la siguiente ecuación de regresión:

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

Otro aspecto interesante de medir en el ensayo uno, fue el de evaluar si existían diferencias estadísticas en relación a la productividad, expresada como kg / m^3 de canopia del árbol. Por otro lado, también se evaluó los kg totales por tratamiento.

Para los ensayos dos y tres, correspondientes a las variedades Fuerte y Edranol, se procedió a marcar cuatro ramas terciarias, orientadas al norte, sur, este y oeste, a las cuales se les contaron todos los frutos recién cuajados inmediatamente después de realizar la aplicación de CPPU.

El objetivo de estas mediciones fue determinar si existían diferencias estadísticas en la retención de frutos entre los tratamientos al ser comparados con el testigo.

Paralelamente se ubicaron cajones cosecheros bajo la canopia de cada árbol, para recolectar los frutos que fueran cayendo durante los períodos críticos de abscisión de los mismos, siendo registrados cada 15 días, en el período entre el 16 de noviembre de 1992 y el 25 de enero de 1993.

El análisis estadístico se realizó sobre el promedio acumulado de frutos caídos al final del período entre los tratamientos y el testigo.

Al momento de la cosecha de éstas variedades, la cual se efectuó entre el 8 y el 13 de noviembre de 1993, se recolectaron todos los frutos de cada árbol, midiéndose a éstos su diámetro polar, el ecuatorial y peso exacto, para determinar si existían diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto al testigo.

Por otro lado, en estos ensayos también se evaluó la productividad total, considerada en forma de promedios por árbol y como media general por tratamiento.

En estas variedades también se procedió a determinar el contenido de aceite, con el mismo método que para la variedad Hass.

3. 3. Características del producto:

El CPPU está registrado por el nombre comercial de SKW 20010, cuyo ingrediente activo es el Forchlorfenuron. Este compuesto posee un peso molecular de 247.67, una solubilidad de 65 ppm en agua a 25°C y un pH de 6.73. La formulación comercial es la de un concentrado emulsionable.

Para las aplicaciones se utilizó además un agente humectante adherente no iónico, Citowett LC cuyo

ingrediente activo corresponde al Alquil aril poliglicol éter + Alcanolamina del ácido dodecelbencenosufónico, dosificado según la recomendación del productor.

3. 4. Análisis estadístico:

Para el análisis de los resultados obtenidos para las variedades Hass, Fuerte y Edranol, al momento de la cosecha, en las variables diámetro polar, diámetro ecuatorial y peso promedio de los frutos, se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado no balanceado.

Dicho modelo se basa en que las observaciones obtenidas se pueden descomponer en una suma de efectos , que corresponden al efecto del tratamiento, una media general y un efecto llamado error aleatorio o experimental.

Para cada caso se evaluaron los supuestos de Normalidad, Independencia y Homogeneidad de la Varianza, que debe cumplir el modelo.

Todas las variables evaluadas fueron unifactoriales, y en el caso de determinar 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 con un nivel de significancia del 1 y 5 %.

En el ensayo uno, para determinar si existía efecto de las aplicaciones de CPPU en una sola fecha v/s aplicaciones parcializadas, se utilizaron contrastes ortogonales, estableciendo dichos contraste entre las dosis aplicadas en una fecha (T2-T3) y las aplicadas en dos fechas (T4-T5).

Para determinar el efecto del CPPU sobre la retención de fruta en las variedades Fuerte y Edranol, se utilizó un modelo bifactorial, cuyas variables independientes fueron dosis de cada tratamiento y ubicación de la ramilla en el árbol, de tal forma de determinar si existía un efecto por cada variable independientemente entre si o existía un efecto combinado de ambos factores.

Para este mismo propósito, también se procedió a evaluar la cuaja total en cada tratamiento, utilizando un modelo unifactorial, utilizando el test de Duncan para detectar aquellas diferencias entre los tratamientos, con un nivel de significancia del 1 y 5%.

Durante el transcurso del ensayo se produjo un período de heladas en la primera semana de agosto de 1993, en las cuales la menor temperatura fue de -4.5°C el día 2 de agosto, según los registros de la Estación Experimental La Palma.

Los árboles de las variedades Fuerte y Edranol fueron tratados con inyecciones al tronco de Acido Fosforoso al 20 %, para prevenir ataques de Phytophthora cinnamomi (Mill).

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

4.1. Ensayo 1, variedad Hass:

4.1.1. Efecto sobre el peso de los frutos:

En base a la evaluación realizada a una muestra de 600 frutos por tratamiento, se pudo determinar que existe un efecto positivo del CPPU sobre el peso promedio de los frutos, con un máximo de un 21.14% con respecto al testigo, y que correspondió al tratamiento dos (T2) de 2.5 ppm de CPPU, aplicado en una sola fecha, como se puede apreciar en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass.

Tratamiento	Peso promedio de frutos (gr)		
T1 (1.25 ppm)	199.29	b	
T2 (2.5 ppm)	222.15	a	
T3 (5.0 ppm)	183.22		d
T4 (1.25+1.25 ppm)	193.66		c
T5 (2.5 +2.5 ppm)	203.68	b	
control	183.38		d

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Por otro lado, el menor incremento observado es el del T4 con 2.5 ppm aplicadas en dos fechas, alcanzando un 5.61 % por sobre el testigo.

Los tratamientos T1 y T5, de 1.25 ppm en una sola fecha y 5,0 ppm aplicadas en dos fechas, resultaron ser estadísticamente similares, como se aprecia en el Cuadro 5, con un incremento de entre 8.68 y 11.07 % respectivamente, al compararlos con el control.

En el mismo Cuadro 5, se puede apreciar que el tratamiento T3 correspondiente a la dosis de 5.0 ppm de CPPU, no presenta diferencias significativas con respecto al testigo, con el nivel de significancia del Test de Duncan.

Los resultados obtenidos de este ensayo, muestran una gran similitud a aquellos obtenidos por LOPEZ (1993) con la aplicación de CPPU en la primera fecha correspondiente al 28 de enero, en la cual todas las dosis evaluadas resultaron con incrementos significativos al compararlas con el testigo, siendo la dosis de 10.0 ppm la de mayor aumento con un 16.88 %, seguido de la dosis de 2.5 ppm con un 14.35 % por sobre el control.

De estos resultados se puede apreciar que no existe una

relación clara entre la concentración de ingrediente activo utilizada, y el incremento en el peso promedio de los frutos como es comúnmente descrita en los ensayos realizados en otras especies.

Así, en experiencias realizadas por LAWES, WOOLLEY y CRUZ (1990), con aplicaciones de CPPU en kiwi (Actinidia chinensis Planch) en dosis de 2.5 y 40 ppm, describen aumentos significativos en el tamaño de los frutos tratados. Estos autores establecieron una alta correlación entre la concentración de ingrediente activo suministrado y la distribución de calibres de los frutos. Por otro lado señalan, que si bien existe esta relación, las respuestas alcanzadas con la dosis de 2.5 ppm de CPPU también resultan aceptables, es decir, el incremento de tamaño de los frutos tratados con CPPU es superior al testigo.

En experiencias realizadas en manzanos por GREENE (1989), TANTARINI, SANSAVINI y VENTURA (1991), quienes trabajaron con los cv. McIntoch y Golden Delicious respectivamente, concluyeron que también existía una alta correlación entre la concentración de CPPU y el aumento en el tamaño de los frutos.

Para poder analizar los resultados de este estudio,

resulta muy importante comprender qué ocurre con la distribución de los fotosintatos dentro de la planta, ya que son éstos los responsables directos del desarrollo de los frutos, tanto para la constitución de materiales de estructura, como también de proporcionar la energía necesaria para los distintos procesos fisiológicos y bioquímicos.

Interesantes investigaciones realizadas acerca de cómo es la acumulación y distribución de carbohidratos durante el ciclo anual de los paltos, señalan que es en los inicios de la primavera cuando ocurren los máximos niveles de acumulación de éstos, declinando a medida que se desarrolla la floración, hasta llegar a un mínimo en otoño. Posteriormente, las condiciones adversas del invierno limitan la producción y acumulación de los carbohidratos por parte del árbol (SCHOLEFIELD et al., 1985).

Estos mismos autores señalan además que los carbohidratos corresponden al 95 % de la materia seca de un árbol normal, y son el recurso que más limitan la producción final de fruta.

Por otro lado, existe bastante evidencia bibliográfica en relación a la fuerte competencia que se produce entre los

distintos sinks fisiológicos constituidos por los crecimientos vegetativos y reproductivos, en los cuales los carbohidratos se deben distribuir entre los frutos en desarrollo y los nuevos brotes, mientras dure el período de transición de éstos últimos de sink a fuente de fotosintatos (BIRAN, 1979 y BLUMEFELD et al., 1983, citados por TAIZ y ZEIGER, 1991; KONHE y KREMER KONHE, 1987; WOSTENHOLME et al., 1990; WHILEY, 1990; WHILEY et al., 1991).

Sin lugar a dudas, existe un gran acuerdo entre los fisiólogos que han estudiado los efectos de las citoquininas, en la característica que poseén de favorecer la asimilación de nutrientes en aquellos tejidos vegetales, especialmente en los frutos, donde se encuentran como formas metabólicas activas, es decir, de aumentar la capacidad de sink fisiológico (VAN STADEN y COOK, 1986).

Así MOTHER (1960), citado por JENSEN y SALISBURY (1988), señala que las citoquininas son potentes agentes de traslocación de elementos nutritivos desde las hojas maduras hacia los puntos de activa absorción como son los frutos. Este efecto se traduce a que en condiciones naturales, el abastecimiento endógeno de citoquininas, ya sean producidas por las raíces o bien por los propios

frutos en sus primeras etapas de desarrollo, sean las responsables de favorecer la movilización de fotosintatos, sin que actuen como un factor limitante del crecimiento (STEVENS y WESTWOOD, 1984; VAN STADEN y COOK, 1986).

Resulta interesante destacar que las mayores concentraciones de citoquininas en los frutos en desarrollo se encuentran en las primeras etapas de la elongación del mismo y no en la fase inicial de la división celular del fruto recién cuajado (TAIZ y SEIGER, 1991, y VAN STADEN y COOK, 1986).

Sin embargo, es también en este período de desarrollo temprano de los frutos donde se produce la principal competencia entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, cuyo efecto más notorio es el de la abscisión de los frutitos, según lo expresado por WHILEY et al (1988). Por otro lado, las citoquininas son rápidamente metabolizadas por los tejidos, de tal forma que su concentración relativa tiende a disminuir progresivamente a medida que se va desarrollando la semilla y comienza la acumulación de fotosintatos (LETHAM y PALNI, 1983, VAN STADEN, 1983 y TAIZ y ZEIGER, 1991).

En base a toda esta información, resulta evidente que la aplicación exógena de una citoquinina como es el CPPU,

realizada durante una fase en la cual el abastecimiento endógeno de citoquininas del fruto constituye un sink de menor intensidad en comparación a los producidos por los nuevos brotes, sería capaz de restablecer un traslocación preferencial de metabolitos al fruto. Se debe recordar que los brotes nuevos de palto, según WHILEY (1990), tardan entre 40 a 60 días en revertir su condición de importador a exportador neto de carbohidratos.

En relación a esto LAWES, WOOLEY y CRUZ (1990), sostienen que la respuesta inducida por el CPPU podría actuar en dos fases. La primera de ellas corresponde a la etapa de activa división celular meristemática, cuando la citoquinesis está siendo limitada por la asimilación de nutrientes, donde la aplicación de este regulador de crecimiento sería capaz de incrementar el potencial relativo del sink producido por este meristema.

El mismo autor señala que la otra etapa crítica de respuesta al producto, estaría constituida por la fase inicial de elongación del fruto, donde la reducción de la capacidad de sink se explicaría por una dilución de las concentraciones de esta fitohormona, causada por el aumento de volumen que experimenta el fruto, en relación a las concentraciones que poseen otros sinks fisiológicos como son los crecimientos vegetativos y radiculares,

incluyendo a otros frutos que se encuentran en etapas más tempranas de su desarrollo.

Al momento de iniciar este ensayo los frutitos tenían un diámetro ecuatorial de 3.4 cm, lo cual corresponde a la fase de mayor tasa de crecimiento del fruto, inducida principalmente por la elongación que experimenta, que según LAWES, WOOLEY y CRUZ (1990), sería el momento óptimo para la aplicación del CPPU.

En el trabajo realizado por LOPEZ (1993), el autor señala que la aplicación de CPPU realizada el 28 de enero de 1992 los frutos tenían un diámetro ecuatorial de 3.7 cm, obteniéndose con ésta los mejores resultados, en comparación al segundo tratamiento con aplicaciones el 6 de abril de 1992, con un diámetro ecuatorial promedio de 7.6 cm.

Sin embargo, la disponibilidad de carbohidratos se encuentran en un dinamismo constante, lo que sumado a que la intensidad de los sinks varía entre los diferentes puntos de desarrollo, éstos llegan a ser en un momento limitantes para alguno de ellos. En esta situación cualquier aporte exógeno de citoquininas no sería capaz de revertir este efecto, traduciéndose en que no habría una respuesta en la ganancia de peso por parte de los frutos.

Pero este efecto no explica por sí solo el hecho de que no se haya obtenido una respuesta al utilizar la dosis más alta de CPPU, sino que por el contrario resultó que fue semejante al control, contrariamente a lo esperado según las experiencias realizadas anteriormente.

La explicación de este fenómeno podría ser atribuida a un efecto propio de la edad de los árboles en que se han realizado estas experiencias, ya que el material vegetal utilizado para evaluar el efecto del CPPU en paltos Hass, han resultado ser notablemente distintos.

En el ensayo realizado por LOPEZ (1993), los árboles utilizados para su experimento se encontraban en su sexta temporada de crecimiento, presentando un desarrollo vegetativo vigoroso característico de este tipo de plantas, con una marcada tendencia a las producciones alternadas. Para esta experiencia se seleccionaron plantas de un huerto de 20 años, los cuales se encuentran en una situación de equilibrio entre el desarrollo vegetativo y el reproductivo.

Dicho efecto se podría traducir en una respuesta diferenciada entre la dosis máxima a la cual se produciría un efecto del regulador de crecimiento y el nivel de carbohidratos disponible por la planta al momento de

aplicación, lo cual estaría condicionado por el grado de desarrollo que posee.

En éste caso el CPPU altera la distribución endógena de carbohidratos entre los distintos puntos de desarrollo, ya sean vegetativos o fructificativos, de tal modo que en árboles vigorosos con un alto nivel de fotosintatos disponibles en las etapas iniciales de elongación de los frutos, puede ocurrir que el contenido de citoquininas endógenas resulte ser limitante en su capacidad de sink, ante lo cual un aporte exógeno de este factor aumente proporcionalmente la traslocación de nutrientes hacia los frutos.

Por otro lado, en árboles adultos, en los cuales existe un equilibrio entre el desarrollo vegetativo y la cantidad de fruta que se puede sustentar, sería el nivel de carbohidratos disponibles el que resulta limitante, o mejor dicho, existiría un rango menor entre la concentración endógena de citoquininas y la disponibilidad de fotosintatos. En esta situación bastaría con un menor aporte exógeno de esta fitohormona para provocar una respuesta positiva, mientras que con dosis mayores se provocaría un efecto contrario.

En relación a como se provoca este efecto negativo sobre

el peso promedio de los frutos, es probable que con estas dosis de CPPU se estaría favoreciendo aquellos puntos en que los niveles endógenos de citoquininas son bajos en términos relativos al fruto, es decir, a los crecimientos vegetativos de verano que se estarían produciendo en forma paralela a los frutos.

4.1.2. Efecto en el diámetro polar y ecuatorial de los frutos:

De la evaluación de la información obtenida de los parámetros de diámetro polar y ecuatorial, se puede apreciar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo a excepción del tratamiento tres (T3), de 5.0 ppm de CPPU, que resultaron semejantes con el control, como se aprecia en el Cuadro 6.

En éste mismo cuadro es posible distinguir tres diferencias evidentes, en los cuales las dosis aplicadas, tanto en una fecha como también las parceladas en dos, se agrupan en un orden en el cual coinciden las dosis aplicadas inicialmente, al momento de comenzar el ensayo.

Resulta muy interesante el hecho de que en ambos parámetros estudiados, las respuestas inducidas por el producto son similares, teniendo por un lado que la dosis

de 2.5 ppm aplicadas en una sola fecha alcanza los mayores incrementos con un diámetro polar y ecuatorial de 9.69 cm y 6.29 cm respectivamente.

CUADRO 6. Efecto del CPPU (Chlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (Persea americana. Mill) cv. Hass comparados con un testigo.

Tratamiento	Diámetro Polar promedio (cm)	Diámetro Ecuatorial promedio (cm)
T1 (1.25 ppm)	9.68 b	6.29 c
T2 (2.50 ppm)	10.03 a	6.64 a
T3 (5.0 ppm)	9.42 c	6.19 d
T4 (1.25+1.25 ppm)	9.69 b	6.28 c
T5 (2.5 +2.5 ppm)	9.97 a	6.40 b
control	9.45 c	6.19 d

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Esto estaría indicando que el incremento del peso promedio de los frutos observado con la dosis de 2.5 ppm de CPPU en relación al testigo, se explicaría por un aumento en el diámetro polar y ecuatorial, ya que en ambos casos corresponde a los mayores valores alcanzados.

Por otro lado, el segundo mayor incremento en el peso promedio de los frutos para los tratamientos T1 y T5, que

son estadísticamente iguales, como se puede apreciar en el Cuadro 5, no se relaciona con una tendencia clara en el aumento de alguno de estos parámetros.

Sin embargo, al analizar el efecto sobre el diámetro polar, se puede apreciar que el tratamiento cinco (T5), de 5.0 ppm aplicado en dos fechas (2.5 ppm c/u), resulta estadísticamente igual que el tratamiento dos (T2).

Por otro lado, al analizar la respuesta del CPPU sobre el diámetro ecuatorial se puede observar que se mantiene la misma tendencia, pero esta vez el T5 resulta estadísticamente distinto, con el segundo mayor incremento.

En ambos parámetros analizados el tratamiento uno (T1) y el cuatro (T4), correspondientes a 1.25 y 2.5 ppm de CPPU en dos fechas (1.25 ppm c/u), son iguales estadísticamente en el diámetro polar, presentando el segundo mayor rango de valores, sugiriendo que el efecto del CPPU aplicado en la primera fecha con esta concentración estimulo principalmente, la elongación del fruto.

Lo mismo se puede apreciar en relación al T3 y el control, lo que implica que la dosis de 5.0 ppm de CPPU no

presentam diferencias con el testigo, sugiriendo que esta concentración de producto no provoca un estímulo en el crecimiento del fruto.

De este análisis se puede deducir que el efecto del producto sobre el diámetro polar y ecuatorial se produjo principalmente en la primera fecha de aplicación, respondiendo en forma similar en los tratamientos T1, T2, T4 y T5. Esto implicaría que al aplicar el CPPU el 28 de enero, los frutos se encontraban en un estado de alta sensibilidad, lo cual respaldaría la hipótesis de LAWES, WOOLEY y CRUZ (1990), en relación a que durante la fase de elongación de los frutos, el CPPU muestra una gran actividad promotora del crecimiento.

Acerca del modo de acción a través del cual el CPPU es capaz de promover el crecimiento no está bien establecido, pero el mismo autor sugiere que podría ser por dos mecanismos. Por un lado sería capaz de prolongar la división celular en el tiempo y además aumentaría el potencial de sink del fruto.

Sin embargo, existen resultados contradictorios con los obtenidos por CAROCA (1993) y LOPEZ (1993), en relación a la respuesta producida con el T3 de 5.0 ppm de CPPU, en la cual dichos autores describen que en las especies

evaluadas, todas respondieron en forma positiva al producto, tanto en el diámetro polar como ecuatorial. Además se debe considerar que LOPEZ (1993) evaluó dosis de hasta 10 ppm de CPPU, con iguales resultados.

En este caso, el análisis indica que el control fue semejante al T3, y corresponden a los menores incrementos de dichos parámetros. Aquí nuevamente es posible apreciar que no existió un efecto al aplicar 5.0 ppm de CPPU, lo cual estaría relacionado con la influencia del vigor de las plantas y la disponibilidad de carbohidratos, ya que los resultados señalan claramente que con aplicaciones menores de CPPU se obtienen resultados positivos al compararlos con el testigo.

4.1.3. Efecto en el contenido de aceite y apariencia de los frutos :

De la evaluación del contenido de aceite por medio de la correlación existente con el contenido de humedad de los frutos, según el método de MARTINEZ (1984), se pudo concluir que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el control, como se puede apreciar en el Cuadro 7, presentando un contenido medio de aceite de un 8.02 por ciento.

Esto concuerda con los resultados obtenidos por LOPEZ (1993), en los cuales el autor detectó diferencias para el tratamiento de 10.0 ppm de CPPU aplicado el 28 de enero, con un contenido de aceite de 7.42%, comparado con un 6.05% del control. Por otro lado, las dosis de 2.5 y 5.0 ppm de i.a. evaluadas no presentaron diferencias estadísticas con respecto al testigo, en ambas fechas, ni tampoco para las dos formas de aplicación.

CUADRO 7. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass, cosechados entre el 22 y 26 de Nov. de 1993.

Tratamiento	Porcentaje medio de aceite
T1 (1.25 ppm)	7.56 a
T2 (2.5 ppm)	7.56 a
T3 (5.0 ppm)	7.48 a
T4 (1.25+1.25 ppm)	8.67 a
T5 (2.5 + 2.5 ppm)	8.23 a
control	7.42 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Esto se podría explicar por el hecho de que la dosis de 10.0 ppm de CPPU aplicada en esta fecha, registró el mayor peso promedio, provocado por un efecto positivo del

producto sobre el diámetro polar y ecuatorial, que se traduce finalmente en una mayor acumulación de fotosintatos. Posteriormente estos fotosintatos son transformados en los frutos a los aceites, que corresponden a formas de almacenaje.

4.1.4. Efecto en los kilos totales y la relación kg/m^3 de canopia :

Con los resultados obtenidos de los kilogramos totales cosechados por árbol no fue posible determinar diferencias entre los tratamientos y el testigo como se aprecia en el Cuadro 8.

CUADRO 8. Efecto del CPPU en la producción expresado como kilos totales de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, cosechados entre el 22 y 26 de nov. de 1993.

Tratamiento	Kilos promedios por árbol
T1 (1.25 ppm)	378.80 a
T2 (2.5 ppm)	345.70 a
T3 (5.0 ppm)	356.17 a
T4 (1.25+1.25 ppm)	389.20 a
T5 (2.5 +2.5 ppm)	339.96 a
control	354.13 a

Nota: Dos tratamientos son estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

La misma situación ocurrió al realizar la evaluación del índice kg/m^3 de canopia como parámetro de productividad, lo cual se evidencia en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Efecto del CPPU en los kilos por m^3 de canopia producidos en árboles de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. cosechados entre el 26 y 22 de Nov. de 1993.

Tratamiento	Kilos producidos por m^3 de canopia
T1 (1.25 ppm)	1.16 a
T2 (2.5 ppm)	1.04 a
T3 (5.0 ppm)	1.09 a
T4 (1.25+1.25 ppm)	1.18 a
T5 (2.5 +2.5 ppm)	0.90 a
control	1.25 a

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Sin embargo, al examinar el efecto del CPPU sobre el peso promedio, es posible observar que hubo una respuesta al producto en cuatro de las dosis evaluadas. Esta aparente contradicción se explica porque en el caso del peso, los resultados se obtuvieron de una muestra de 600 frutos por planta, en cambio el efecto sobre la productividad total expresada por kilos por tratamiento o por kg / m^3 de

canopia, se determinaban en base a toda la producción de los árboles para cada dosis evaluada.

El objetivo de un análisis de varianza es el de poder descomponer la variabilidad total de los datos en cada uno de los factores estudiados, es decir, efecto del tratamiento y del error experimental. De este modo al no poder rechazar la hipótesis de igualdad en todos los tratamientos, implica que existe una variable cuyo efecto no fue contemplado por el modelo estadístico utilizado. Sin embargo, esta variable influye sobre los resultados al aumentar el error experimental, lo que reduce el valor del estadístico (F_0) utilizado para rechazar la hipótesis de igualdad de efectos.

Bajo estas consideraciones la ocurrencia de las heladas que se presentaron en la primera semana de agosto, en las que se registraron temperaturas de hasta -4.5° C, introdujeron otro factor de variabilidad que afectó la producción de los árboles.

Al ocurrir una helada sus efectos serán más notorios en aquellos árboles que presenten una mayor carga de fruta, en comparación a uno que tenga menos fruta, provocando serios daños tanto en follaje y los brotes, como también en abscisión de frutos.

De esta manera, si efectivamente hubo una mayor producción en los árboles tratados al realizar la cosecha a fines de noviembre, la influencia del producto aplicado resultó atenuada por este fenómeno, expresándose finalmente en que no hubieran diferencias estadísticas con el control.

En relación a la apariencia de los frutos, LOPEZ (1993) describe una decoloración de la piel de los frutos tratados con CPPU, como también la presencia de pequeñas protuberancias más marcadas que la rugosidad natural de esta variedad, ubicadas principalmente en el sector que recibió directamente la aplicación. Esto concuerda con las características observadas en los frutos cosechados en este ensayo, en el que se apreciaron ambos fenómenos, además de una asimetría en la sección longitudinal de los frutos sin que ésta llegara a comprometer en forma importante la apariencia de los mismos.

La asimetría de los frutos tratados con CPPU es una respuesta característica de este regulador de crecimiento, lo cual se podría explicar por la baja movilidad que posee el compuesto, como también por la alta afinidad que presentaría con los sitios activos de los tejidos vegetales a los cuales se les aplica dicho producto (TANTARINI, SANSAVINI y VENTURA, 1991).

Por otro lado, experiencias realizadas en uvas cv. Realice a las que se les asperjó CPPU marcado radiactivamente, se observó que el producto prácticamente no fue traslocado desde el punto de aplicación. Además la concentración del producto se redujo en un 50% a los cinco días, lo cual sugiere que este producto experimenta una rápida degradación en los tejidos tratados con este compuesto (MORRIS et al., 1986, citados por TANTARINI, SANSAVINI y VENTURA, 1991).

4.1.5. Efecto de una aplicación versus dos aplicaciones:

Para evaluar si existía algún efecto al realizar las aplicaciones de CPPU en una fecha, como en el caso de los tratamientos T2 y T3 o en dos parcialidades, como en los tratamientos T4 y T5, sobre los parámetros de peso promedio de frutos, diámetro polar y ecuatorial, se procedió a efectuar un análisis de contrastes ortogonales, cuyo resultado se puede apreciar en el Cuadro 10.

En relación a la variable peso promedio de los frutos, las aplicaciones en una sola fecha presentan el mayor promedio con respecto a las aplicaciones parcializadas, con 204.77 gr contra 199.22 gr, respectivamente.

La misma tendencia se puede apreciar en relación al

diámetro ecuatorial, en el cual las aplicaciones en una fecha poseen un diámetro promedio de 6.44 cm, mientras que la aplicación en dos fechas presenta un diámetro de 6.35 centímetros.

CUADRO 10. Comparación de efectos de la aplicación en una fecha o en dos parcialidades del CPPU sobre frutos de (Persea americana Mill.) cv Hass, en diámetro polar, ecuatorial y peso.

Aplicaciones	Diámetro		Peso (gr)
	polar (cm)	ecuatorial (cm)	
T2 + T3	9.76	6.44	204.77
T4 + T5	9.85	6.35	199.22

Por otro lado, las aplicaciones en dos fechas resultaron ser mayores en diámetro polar que aquellas realizadas en una sola, con 9.85 cm y 9.76 cm respectivamente, como se puede apreciar en el Cuadro 10.

Según esto, la explicación de que las aplicaciones en una sola fecha presente un mayor peso promedio de los frutos estaría dada por un mayor efecto del diámetro ecuatorial, es decir, al momento de realizar las aplicaciones,

independientemente de la dosis utilizada, el impacto en la ganancia de peso se produjo principalmente por un aumento del grosor del fruto que por una mayor elongación de los mismos.

4.2. Ensayo dos, variedad Edranol:

4.2.1. Efecto en la retención de frutos:

En base a la información obtenida de la proporción de frutos retenidos, se puede concluir que no existe un efecto de las dosis de CPPU evaluadas ni de la exposición de los frutos en las ramillas marcadas, como tampoco de la interacción (dosis x ubicación), presentandose una media general de retención de un 43.83 % como se aprecia en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Efecto del CPPU en el porcentaje de retención de frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Edranol, considerando la dosis aplicada y la orientación de la ramilla marcada.

-- Tratamiento	Ubicación				Promedio
	N	S	E	O	
					dosis
T1 (2.5 ppm)	32.62	48.50	50.95	33.66	41.43
T2 (5.0 ppm)	61.37	36.47	28.55	52.83	44.80
T3 (10.0 ppm)	48.64	49.74	35.66	46.28	45.08
control	48.90	47.23	50.00	30.00	44.03
Promedio ubicación	47.88	45.49	41.29	40.69	43.84

Estos resultados obtenidos son claramente contradictorios

con la experiencia realizada por KOHNE (1992) citado por LOPEZ (1993), en paltos Hass con 10 ppm de CPPU aplicado en frutos recién cuajados, en los cuales la producción de fruta fue incrementada en un 20%.

Dicho incremento fue explicado por el autor debido a una mayor proporción de frutos que llegaron a la cosecha, es decir, el producto aumentó la capacidad de retención de fruta por parte del árbol.

La explicación de estos resultados podría estar dada por la gran variabilidad de los datos obtenidos debido al efecto de la orientación de la ramilla con fruta, lo cual pudo reducir un efecto real del producto sobre este parámetro.

Esta variabilidad se puede atribuir a algún factor que no fue contemplado en el diseño como sería la caída de frutos producto de una polinización imperfecta, o bien de una baja disponibilidad de carbohidratos durante las primeras fases de desarrollo de los frutos.

Durante la polinización de las flores del palto la fertilización exitosa del óvulo depende de varios factores, entre los que se destacan la temperatura y humedad relativa.

Ambos factores se relacionan directamente con la viabilidad del grano de polen (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

De este modo, si durante el período de floración existen condiciones de temperatura, distintas al rango óptimo para los cultivares tipo B, a los que pertenece esta variedad, de 25°C en el día y mayores a 10°C durante la noche, posiblemente los frutos no sean fecundados sufriendo posteriormente una caída (SEDGLEY, 1977).

Por otro lado, GARDIAZABAL Y ROSENBERG (1991) señalan que las altas temperaturas asociadas a baja humedad relativa, también pueden afectar la fructificación del palto causando la abscisión de los frutos, incluso siendo susceptibles de caer cuando alcanzan los 6 mm de diámetro.

En este sentido, las condiciones del régimen térmico en el sector donde se llevó a cabo la experiencia presenta una gran variabilidad de la temperatura entre el día y la noche en el período de floración de los paltos, con una máxima promedio diaria de 21.5°C y una mínima promedio diaria de 6.9°C para el mes de octubre. Para el mes de noviembre las temperaturas promedios diarias máximas y mínimas fueron de 24.5°C y 7.4°C, respectivamente.

Si se considera que es durante estos dos meses donde se produce la máxima expresión floral, se puede concluir que esta gran amplitud térmica observada resulta ser perjudicial para la cuaja de los frutos, según lo expresado por WHILEY (1987) quien señala que la autopolinización en los cultivares tipo B puede ocurrir cuando las temperaturas son de 25° C en el día y hasta 10°C en la noche.

Otro factor importante de considerar es el de la disponibilidad de carbohidratos en las primeras etapas de desarrollo de los frutos, especialmente en esta variedad que presenta una marcada tendencia a las producciones alternadas o añerismo (ABASCAL, 1985).

El efecto del añerismo sobre la retención de fruta se podría asociar a una baja cantidad de reservas disponibles de carbohidratos durante el período de floración y primeros estados de desarrollo de los frutos, producida por una alta producción de frutos en la temporada anterior. Por lo tanto si se piensa que el proceso de floración ocurre en forma simultánea a la brotación de primavera, según lo señalado por CALVERT (1993), resulta evidente que la baja disponibilidad de reservas que posee el árbol afectará notablemente la cuaja y retención de la fruta, ya que estos carbohidratos se deben distribuir

entre los distintos sinks que interactúan en este momento en la planta.

4.2.2. Efecto sobre la caída de frutos:

En relación a la evaluación de la caída de frutos registrada desde el 16 de noviembre de 1992 hasta el 25 de enero de 1993, ya que es durante este período donde se registran las mayores caídas de frutos según los estudios de fenología en cultivares tipo B realizados por PALMA (1991) y CALVERT (1993).

CUADRO 12. Efecto del CPPU sobre la prevención de la caída de frutos de palto (Persea americana MILL.) cv. Edranol, medido entre el 16 de Nov. de 1992 y el 25 del Enero de 1993.

Tratamiento	Promedio acumulado de fruta caída en el período
T1 (2.5 ppm)	27.7 a
T2 (5.0 ppm)	28.1 a
T3 (10.0 ppm)	26.8 a
control	28.0 a

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Para este estudio de caída de fruta se consideró el promedio acumulado de frutos caídos por tratamiento en comparación con el testigo, los resultados se muestran en el Cuadro 12.

De éstos es posible apreciar que no existieron diferencias estadísticas en la cantidad acumulada de frutos caídos entre los tratamientos y el control, presentando una media general de 27.65 frutos.

Este resultado implicaría que no hubo efecto del producto aplicado en la retención de frutos, y que la magnitud de la caída estuvo condicionada por algún otro factor.

Segun WHILEY et al. (1988), la explicación a los dos períodos críticos de caída de frutos estaría asociado a la competencia que se establecería con los crecimiento de los brotes en primavera y hacia fines del verano, pero que sin embargo una alta proporción de los frutos que caen temprano en la temporada se debería a aquellos que han sido polinizados en forma imperfecta.

En los estudios de fenología realizados en palto Fuerte, que corresponde a una variedad tipo B al igual que Edranol, por CALVERT (1993), el autor reportó que la caída de frutos se prolongaba desde mediados de noviembre hasta

mediados de diciembre, lo cual manifiesta que la caída de frutos no estaría influida por la competencia con los brotes, sino que correspondería a aquellos que no han sido perfectamente fecundados.

En base a estos antecedentes es posible pensar que el principal factor que condiciona la caída de fruta en esta variedad, podría ser una polinización incompleta, en la que el desarrollo inicial de los frutos estaría dado por el estímulo hormonal del grano de polen al llegar al estilo, pero que posteriormente no se traduce en una fecundación efectiva del óvulo.

Este fenómeno se podría explicar como consecuencia de un inadecuado régimen térmico durante la floración, cuyo efecto se manifiesta en todos los árboles independientemente de las dosis aplicadas de CPPU, ya que si el fruto no es viable el producto no podrá expresar su función.

Por otro lado, los resultados también indican que el producto no favoreció el desarrollo de los crecimientos vegetativos, como sugiere LOPEZ (1993), ya que de ser así el efecto de competencia se habría manifestado en una mayor proporción en la caída de frutos en los árboles tratados por sobre el control, ya que el producto estimularía una mayor capacidad de sink.

4.2.3. Efecto sobre el peso de los frutos:

Del procesamiento de la información obtenida de los frutos cosechados se puede concluir que no hubo efecto de las aplicaciones de CPPU en un incremento del peso promedio de los frutos, como se aprecia en el Cuadro 13.

CUADRO 13. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (Persea americana Mill.) cv. Edranol.

Tratamiento	Peso promedio de frutos (gr)
T1 (2.5 ppm)	310.08 a
T2 (5.0 ppm)	280.53 b
T3 (10.0 ppm)	307.46 a
control	320.11 a

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

En este Cuadro se puede ver que las dosis 2.5 (T1) y 10.0 (T3)ppm de CPPU resultaron ser iguales estadísticamente que el testigo, con un rango de peso de 307.46 a 320.11 gr. Por otro lado, el T2 de 5.0 ppm de i.a. resultó ser el de menor promedio con 280.53 gr de peso.

La explicación de este resultado se podría atribuir a un efecto de la baja carga que presentaban los árboles a la cosecha, con una producción promedio de los tratamientos de entre 16.69 y 26.75 kg, lo cual se puede asociar a una baja producción característica de la variedad en la zona donde se efectuó el ensayo.

En este caso, dada la baja carga que presentaron los árboles no fue posible que se manifestara un efecto del producto aplicado, ya que la producción de fotosintatos por parte de la planta no fue limitante para el desarrollo de los frutos, por lo que ante cualquier dosis de CPPU aplicada, la respuesta en incremento del peso resultó ser la misma que para el control, debido a que se expresaba la máxima capacidad de sink de los frutos.

Por otro lado, al analizar el Cuadro 14, se puede apreciar que el tratamiento T2 de 5.0 ppm de i.a. manifiesta el menor peso promedio, con 280.53 gr y una varianza de 62.37, en comparación a los demás incluyendo al testigo. Esto se puede explicar por la alta varibilidad en los kilos cosechados en los árboles de este tratamiento, que puede afectar la representatividad del ensayo.

4.2.4. Efecto sobre el diámetro polar y ecuatorial de los frutos:

Los resultados de la evaluación del diámetro polar y ecuatorial promedio de los frutos cosechados se pueden apreciar en el Cuadro 14.

En éstos se puede ver que en el caso del diámetro polar, el testigo resultó ser estadísticamente igual que los tratamientos T1 y T3, con un rango de 12.73 a 13.06 cm de longitud. Sin embargo, el tratamiento T2 logró solo 12.37 cm, siendo el menor valor observado.

CUADRO 14. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (Persea americana Mill) cv. Edranol.

Tratamiento	Diámetro Polar promedio (cm)	Diámetro Ecuatorial promedio (cm)
T1 (2.5 ppm)	12.97 a	7.23 a
T2 (5.0 ppm)	12.37 b	6.96 b
T3 (10.0 ppm)	12.73 a	7.23 a
control	13.06 a	7.20 a

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Para el caso del diámetro ecuatorial se conserva la misma tendencia, en la que sólo el tratamiento T2 resultó ser distinto y menor que los demás, con 6.96 cm de diámetro.

De esta información se podría inferir que el menor peso promedio obtenido por el T2 se respalda por el menor diámetro polar y ecuatorial alcanzado en relación a los otros tratamientos y el control. Si se considera que pese a que en cuanto a la retención de frutos, no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos y el control, el T2 presentó en mayor valor de fruta retenida, con un 2.96% por sobre el promedio de los demás, como se puede apreciar en el Cuadro 11.

Por otro lado, en cuanto a la caída de frutos registrada en el Cuadro 12, se puede ver que pese a que tampoco hubo diferencias entre los tratamientos, el T2 mostró tener la mayor caída con un 2.18% por sobre los demás. Por lo tanto, el menor peso promedio obtenido por este tratamiento se podría explicar por una mayor caída de fruta, que se haya producido posteriormente y que no fueron cuantificadas.

Esto implicaría que no hubo ningún efecto del producto aplicado sobre la forma de la fruta en relación al testigo y que el peso promedio de los frutos no tuvo ninguna

influencia de la forma de la fruta, ya que ésta fue igual entre los tratamientos y el control.

Los resultados obtenidos estarían confirmando la hipótesis de que debido al bajo nivel de carga de fruta registrado, los resultados positivos de las aplicaciones de CPPU fueron enmascarados y que la capacidad de sink de los frutos en condiciones de alta disponibilidad de fotosintatos en las primeras etapas de desarrollo, fue máxima.

4.2.5. Efecto en el número total de frutos tratamiento:

De la evaluación de la cantidad promedio de frutos por tratamientos, para determinar si hubo efecto del CPPU sobre un mayor número de frutos retenidos en los árboles tratados, se puede apreciar en el Cuadro 15.

Se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas en el número promedio de frutos entre los tratamientos y el control, presentando un promedio de 67.7 frutos por árbol, con una varianza media de 51.3.

Este resultado implica que no hubo efecto del CPPU en mejorar la cantidad de frutos en ninguna de las dosis evaluadas, es decir, que la cantidad de frutos que llegó a

la cosecha fue aquella que el árbol pudo sustentar con los recursos que disponía desde la floración hasta que los brotes nuevos se transformaron en exportadores de fotosintatos.

CUADRO 15. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el número promedio de frutos por tratamiento en palto (Persea americana Mill.) cv. Edranol.

Tratamiento	Número promedio de frutos por árbol
T1 (2.5 ppm)	70.75 a
T2 (5.0 ppm)	59.50 a
T3 (10.0 ppm)	87.00 a
control	53.50 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

4.2.6. Efecto sobre los kilos promedios cosechados:

El resultado de los kilos promedios cosechados, se indica en el Cuadro 16.

CUADRO 16. Efecto del CPPU en los kilos totales promedios cosechados en árboles de palto (Persea americana Mill.) cv. Edranol.

Tratamiento	Kilos promedios por árbol
T1 (2.5 ppm)	21.88 a
T2 (5.0 ppm)	16.69 a
T3 (10.0 ppm)	26.75 a
control	17.13 a

Nota: Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

En éste se puede apreciar que no hubo diferencias significativas entre las dosis evaluadas y el control, presentando una media de 20.6 kg / árbol y una varianza media de 14.75.

Por lo tanto, los resultados indican que no hubo efecto del CPPU en la variedad en todas las dosis evaluadas, lo cual resulta contradictorio con los resultados obtenidos de los ensayos realizados tanto en palto como en otras

especies, en los cuales se menciona un efecto positivo del CPPU sobre la producción. La explicación para este resultado se puede atribuir principalmente por un efecto de la gran dispersión de los datos, los cuales le restan significancia al somerterlos a un análisis estadístico.

La gran variabilidad de los datos, se puede explicar por un efecto externo al del producto, que se podría atribuir a las condiciones del régimen térmico durante el período de floración de la zona donde se efectuó el ensayo, la cual limitaría la productividad de los cultivares tipo B, como es Edranol.

4.2.7. Efecto del CPPU en el contenido de aceite de los frutos:

Como se puede apreciar en el Cuadro 17, no hubo efecto del producto aplicado en el contenido de aceite en ninguna de las dosis evaluadas al compararlas con el testigo.

Estos resultados sugieren que el producto tampoco manifestó un efecto en la acumulación de sustancias de reservas, lo cual implicaría que de haber efectos en la aplicación de CPPU, éstos se manifestarían en una mayor acumulación de elementos de reserva, causado por el aumento de tamaño estimulado inicialmente con las aplicaciones, y no por un efecto de acumulación en el

tiempo. Esto quiere decir que un aumento en el contenido de aceite no se podría atribuir como consecuencia del CPPU, ya que éste presenta una rápida degradación al interior de la planta, según la información de MORRIS et al. (1986), citado por TANTARINI, SANSAVINI y VENTURA (1991), en relación a que en vides el 50% del producto, marcado radiactivamente, se degradó antes de cinco días.

CUADRO 17. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Edranol.

Tratamiento	Porcentaje medio de aceite
T1 (2.5 ppm)	12.13 a
T2 (5.0 ppm)	12.57 a
T3 (10.0 ppm)	13.02 a
control	12.75 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

4.3. Ensayo tres, variedad Fuerte:

4.3.1. Efecto en la retención de frutos:

El efecto del CPPU sobre la retención de frutos del cv. Fuerte se puede apreciar en el Cuadro 18.

CUADRO 18. Efecto del CPPU en el porcentaje de retención de frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte .

Tratamiento	Porcentaje de frutos retenidos
T1 (2.5 ppm)	14.79 a
T2 (5.0 ppm)	14.43 a
T3 (10.0 ppm)	18.91 a
control	5.42 b

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

En este Cuadro 18 se puede concluir que el CPPU tuvo un efecto positivo sobre la retención de fruta, siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales entre sí y superiores al testigo, con un rango de retención de 14.43 a 18.91 por ciento, mientras que el control sólo alcanzó un 5.42 por ciento.

Estos resultados sugieren que en el momento de aplicación del CPPU, correspondiente al 12 de noviembre se logró favorecer la capacidad de los frutos por competir por la disponibilidad de carbohidratos en relación a otros sink, siendo el principal en ese momento el de los brotes vegetativos de primavera, según los distintos estudios de fenología realizados por PALMA (1992) y CALVERT (1993).

4.3.2. Efecto sobre la caída de frutos:

Los resultados del análisis estadístico sobre el efecto de las aplicaciones de CPPU para prevenir la caída de fruta se resumen en el Cuadro 19.

En este Cuadro se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas entre la caída de frutos del control con respecto a los tratamientos, presentándose un promedio de caída general de 36.16. Esto implica que el producto aplicado no tuvo un efecto en la prevención de la caída de fruta.

Sin embargo, estos resultados son contradictorios con la mayor capacidad de retención mostrada por el producto en el Cuadro 18, lo cual quiere decir que la caída de frutos se puede explicar por otro fenómeno, cuyo efecto se manifestó en forma general en los árboles sometidos a

ensayo y no dependía de la capacidad de los frutos por competir por fotosintatos.

CUADRO 19. Efecto del CPPU sobre la prevención de la caída de frutos de palto (*Persea americana* MILL.) cv. fuerte, medido entre el 16 del 11 de 1992 y el 25 del 01 de 1993.

Tratamiento	Promedio acumulado de fruta caída en el período
T1 (2.5 ppm)	36.7 a
T2 (5.0 ppm)	37.3 a
T3 (10.0 ppm)	35.5 a
control	35.2 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan

En este caso, al igual que en Edranol, es posible apreciar que los árboles presentan una carga frutal baja, del orden de 32.25 a 49.5 kg que resultan estadísticamente iguales al testigo lo mismo que el número de frutos cosechados, lo cual confirmaría que hubo un factor ajeno al ensayo que se manifestó en esta baja producción y cuyo efecto en la caída de fruta fue general.

Si se analiza el régimen de temperaturas durante el período de floración de los árboles sometidos a ensayo,

se puede apreciar que éstas resultan distintas al rango de amplitud térmica recomendada para los cv. con floración tipo B, como es Fuerte, y que bajo éstas condiciones este cv. en particular tiende a formar frutos partenocárpicos denominados paltines.

Estas estructuras corresponden a un desarrollo de las paredes del ovario de los frutos no polinizados y que pueden mantenerse por largos períodos en el árbol (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Por lo tanto, los resultados obtenidos se podría explicar debido a una alta producción de este tipo frutos, como consecuencia del efecto de las temperaturas ocurridas durante la floración, los cuales posteriormente fueron cayendo y contribuyendo así a homogenizar la caída de frutos entre los tratamientos y el testigo.

4.3.3. Efecto sobre el peso promedio de los frutos:

El efecto del CPPU sobre el peso promedio de los frutos sometidos a ensayo se encuentra resumido en el Cuadro 20.

En este Cuadro se puede apreciar que no hubo efecto del producto en un incremento del peso promedio de los frutos, resultando iguales al control, con un rango de peso de 261.70 a 276.65 gr.

Esto implica que la respuesta en el peso de los frutos no estuvo condicionada por la aplicación exógena de citoquinina, y que dada la baja carga de fruta contenida por lo árboles la disponibilidad de carbohidratos no fue limitante para el desarrollo de los frutos, manifestándose su máxima capacidad de sink en relación a los otros que interactuaban en el árbol durante las fases iniciales de desarrollo de los frutos.

CUADRO 20. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el peso promedio de los frutos por tratamiento en palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte.

Tratamiento	Peso promedio de frutos (gr)
T1 (2.5 ppm)	264.44 a
T2 (5.0 ppm)	261.70 a
T3 (10.0 ppm)	276.65 a
control	262.13 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

4.3.4. Efecto sobre el diámetro polar y ecuatorial promedio de los frutos:

El efecto del producto aplicado sobre estos parámetros se encuentra resumido en el Cuadro 21.

Aquí se puede apreciar que no hubo un efecto del CPPU sobre estas variables resultando iguales estadísticamente que el control, lo cual implica que el desarrollo de los frutos no fue favorecido con los aportes de este regulador de crecimiento, presentando un diámetro polar y ecuatorial promedio de 11.67 y 6.31 cm, respectivamente.

CUADRO 21. Efecto del CPPU (Chlorfenuron) sobre el diámetro polar y ecuatorial en frutos de palto (Persea americana Mill) cv. Fuerte.

Tratamiento	Diámetro Polar promedio (cm)	Diámetro Ecuatorial promedio (cm)
T1 (2.5 ppm)	11.63 a	6.25 a
T2 (5.0 ppm)	11.65 a	6.27 a
T3 (10.0 ppm)	11.83 a	6.42 a
control	11.58 a	6.28 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

4.3.5. Efecto sobre los kilos promedio cosechados:

En este caso tampoco fue posible establecer diferencias estadísticas entre los kilos cosechados en los distintos tratamientos y el testigo al igual que en el número de frutos promedios cosechados, como se aprecia en el Cuadro 22 y 23.

CUADRO 22. Efecto del CPPU en los kilos totales promedios cosechados en árboles de palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte.

Tratamiento	Kilos promedios por árbol
T1 (2.5 ppm)	32.25 a
T2 (5.0 ppm)	49.50 a
T3 (10.0 ppm)	38.00 a
control	40.50 a

Nota : Dos tratamientos son estadísticamente iguales si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

Esta semejanza estadística se explica por la alta variabilidad observada en el peso de los frutos cosechados en los árboles de cada tratamiento, cuya varianza fue de 25.25 kilos en promedio, lo cual reduce la significancia del test estadístico utilizado para poder rechazar la

hipótesis de igualdad de efecto entre los tratamientos y el testigo.

Sin embargo, estos resultados no implican que el producto aplicado no sea capaz de tener un efecto sobre la productividad de este cultivar, es decir, las conclusiones obtenidas por el análisis estadístico señalan que los tratamientos resultaron semejantes al control, pero esta semejanza es inducida por la gran variabilidad de los kilos cosechados entre los árboles de cada tratamiento, lo cual implica que esta experiencia debería realizarse con un número mayor de árboles, para poder homogenizar la varianza y poder obtener resultados estadísticos claros.

CUADRO 23. Efecto de las aplicaciones de CPPU (Forchlorfenuron) sobre el número promedio de frutos por tratamiento en palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte.

Tratamiento	Número promedio de frutos por árbol
T1 (2.5 ppm)	117.25 a
T2 (5.0 ppm)	181.25 a
T3 (10.0 ppm)	136.25 a
control	163.75 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente distintos si poseen diferentes letras, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

En este caso los resultados también sugieren el efecto de otro factor que limitó la producción, relacionándolo con la temperatura debido a la alta producción de frutos partenocárpicos que se observó en los árboles en tratamiento, cuya presencia se debería a condiciones poco favorables de temperatura durante la floración.

4.3.6. Efecto en el contenido de aceite:

Los resultados de la aplicación del producto sobre el contenido de aceite en los frutos del cv. Fuerte se resumen en el Cuadro 24.

CUADRO 24. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre la acumulación de aceite en frutos de palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte.

Tratamiento	Porcentaje medio de aceite
T1 (2.5 ppm)	21.35 a
T2 (5.0 ppm)	22.03 a
T3 (10.0 ppm)	22.82 a
control	23.04 a

Nota : Dos tratamientos son considerados estadísticamente semejantes si poseen letras iguales, con una significancia de un 5 %, según test de Duncan.

En éste se puede apreciar que no hubo efecto del CPPU sobre la acumulación de aceite, siendo iguales estadísticamente al control.

De estos resultados se puede inferir que las aplicaciones de CPPU no modifica la capacidad de los frutos para favorecer la acumulación de sustancias de reservas que posteriormente se traduzcan en un mayor contenido de aceite al momento de la cosecha.

5. CONCLUSIONES

Las aspersiones de citoquinina sintética, CPPU, a paltos Hass aplicadas en una dosis de 1.25, 2.5 y las de 2.5 y 5.0 aplicadas en dos dosis, mostraron un efecto positivo sobre el peso promedio de los frutos, siendo la dosis de 2.5 ppm de la que presentó el mayor incremento sobre el testigo, con un 21.15 % más de peso.

En relación al diámetro polar y ecuatorial, el mayor incremento se alcanzó con la dosis de 2.5 ppm de CPPU, lo que explicaría el aumento en el peso alcanzado por la misma dosis.

No se detectaron diferencias estadísticas en el contenido de aceite entre los tratamientos y el control, lo que sugiere que el efecto del CPPU solo se manifiesta en los primeros estados de desarrollo de los frutos, y que el contenido de aceite que logren al momento de la cosecha depende de la acumulación de reservas durante la temporada de crecimiento.

No se pudo determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos y el testigo ni en los índices de productividad evaluados lo cual se pudo atribuir al

En relación a la producción expresada como kilos promedio por árbol y como número de frutos a la cosecha, no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos y los testigos para ambos cv., presentando un promedio general de 20.61 kg para Edranol, con 67.69 frutos por árbol. En Fuerte el promedio de kilos cosechados fue de 39.94 kg con 149.63 frutos por árbol.

6. RESUMEN

El presente ensayo se realizó en los huertos de paltos de la Estación Experimental de la Palma, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, en Quillota V Región.

Se utilizaron 36 árboles adultos del cv. Hass, a los que se aplicó una citoquinina sintética denominada CPPU en dosis de 1.25, 2.5 y 5.0 ppm de producto en una dosis única. Además se evaluaron las dosis de 2.5 y 5.0 ppm de CPPU parcializado en dos aplicaciones efectuadas a partir del 28 de enero y la segunda aplicación un mes más tarde. A estos árboles se les evaluó el efecto del producto sobre el peso promedio, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, en base a una muestra de 100 frutos por árbol obtenidos a la cosecha. Por otro lado, se determinó el efecto de las aplicaciones de CPPU sobre la producción, considerando los kilos totales y el índice de productividad k/mt^3 de canopia.

Los resultados indican que hubo un efecto de CPPU sobre el peso promedio, diámetro polar y ecuatorial de los frutos en todas las dosis evaluadas, siendo superiores al testigo, a excepción de la aplicación de 5.0 ppm que resultó estadísticamente similar al testigo. Los mayores incrementos registrados corresponden a la dosis de 2.5 ppm

de CPPU aplicadas en una fecha, con un 21.5 % más de peso que el control. No se registraron diferencias estadísticas con el testigo en la producción, en ninguno de los parámetros evaluados.

En otros ensayos para determinar el efecto del CPPU en variedades de baja producción, como son Edranol y Fuerte, se tomaron 16 árboles de cada cv., a los que se les aplicó dosis de 2.5, 5.0 y 10.0 ppm de producto a partir del 12 de noviembre de 1992.

En éstos se evaluó el efecto del CPPU sobre el peso promedio, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, considerando toda la producción de los árboles. Por otro lado, se determinó el efecto sobre la retención de frutos y la producción.

En Edranol no hubo efecto del producto aplicado, siendo todas las dosis evaluadas semejantes al testigo, a excepción de la dosis de 5.0 ppm que resultó ser inferior en peso que el control. Por otro lado, no hubo efecto de la aplicación sobre la retención de fruta, ni tampoco en la producción total de los árboles.

En Fuerte no hubo efecto de la aplicación de CPPU en ninguno de los parámetros evaluados, a excepción de la retención de fruta en la cual todos los tratamientos resultaron ser superiores al testigo.

7. LITERATURA CITADA.

- ABASCAL, U. 1985. Catalogo de variedades de especies frutales. Santiago, Estación Experimental La Platina 199 p.
- ALONI, R. 1982. Role of the Cytokinins in Differentiation of Secondary Xylem Fibres. *Plant Physiology* 70 : 1631-1633
- BEAN, R.C. 1958. Changes in sugar during growth and storage of avocado. *California Avocado Society Yearbook*. pp. 42-90
- BLUMEFIELD, A., GAZIT, S. and ADATO, I. 1970. Relationship between changes in abscisic acid and ethylene production during ripening of avocado fruit. *Australian Journal of Plant Physiology*. 3(4): 555-557
- BURROWS, W.J. and LEWORTHY, D.P. 1976. Metabolism of N-N'-diphenyl by cytokinin dependent tobacco callus, identification of the glucosides. *Biochemistry and Biophysics Res. Commun.* 70: 1109-1114
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.
- CAROCA, L. 1993. Efecto de la aplicación de dos dosis de CPPU con dos niveles de carga, en la producción y calidad de frutos de níspero (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv. Golden Nugget y el efecto de dos dosis de TRIGRR con un nivel de carga. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 66 p.
- CATASTRO FRUTICOLA V REGION. 1993. Centro de Investigación de Recursos Naturales-Corporación de Fomento, Santiago, Chile, 247 p.

- CHANDLER, W.H. 1961. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675 p.
- CUMMING, K., SCHRÖEDER, C.A. 1942. Anatomy of the avocado fruit. California Avocado Society Yearbook. pp. 56-64
- ENGLER'S, A. 1964. Syllabus, der pflanzenfamilien, vol II angiosperm übersicht, gebruder borntraeger. Berlin. 312 p.
- FINNIE, J.F., and VAN STADEN, J. 1985. Effect of seaweed concentrate and applied hormones on in vitro cultured tomato roots. Journal of Plant Physiology 51 : 375-379
- FOSKET, D.E., VOLK, M.J. and GOLDSMITH, M.R. 1977. Polyribosome formation in relation to cytokinin-induced cell division in suspension tissues cultures of Glycine max (L.) Merr.. Plant Physiology 60:554-562
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- GREENE, D. 1989. CPPU influences on McIntoch apples crop load and fruit characteristic. HortScience 24(1) 94-96
- HENZEL, R. and BRISCOL, M. 1990. Effect on fruit size of CPPU applied to the fruiting canopy of mature kiwi-fruit vines in 1989/90 season. New Zealand, Ministry of Agriculture and Fisheries. 10 p.
- HERNANDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill) cv. Hass, para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 120 p.

- IWAHORI, S., Tominaga, S., YAMASAKI, T. 1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit (Actinidia chinensis Planch) by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea, a diphenylurea derivate citokinin. *Scientia Horticulturae* 35(4): 109-115
- JENSEN, W.A., SALISBURY, F.G. 1988. *Botanica*. México, McGraw-Hill. 762p
- KONHE, J.S. and KREMER-KONHE, S. 1987. Vegetative growth and fruit relation in avocado as affected by a new plant regulator (Paclobutrazol). *South African Avocado Grower's Association Yearbook* 10: 64-66
- KUROSAKI, F., TAKAHASHI, S., SHUDO, K., OKAMOTO, T., ISOGAI, Y. 1988. Structural and Biological links between Urea and Puryne cytokinins. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 29(12): 3751-3753
- LAWES, G., WOOLEY, D. and CRUZ, J. 1990. Field responses of kiwifruit to CPPU (citokinin) application. New Zealand, Department of Horticultural Science, Massey University Palmerston North. pp: 43-47
- LETHAM, D.S., PALNI, L.M.S., 1983. The Biosynthesis and Metabolism of Cytokinins. *Annual Review of Plant Physiology* 34: 163-197
- LEWIS, C.E. 1978. The maturity of avocados : a general review. *Journal Food Science* 39 : 857-866
- LOPEZ, J. A. 1993. Efecto del CPPU (Forchlorfenuron) sobre frutos de palto (Persea americana Mill) cv. Hass, en dos épocas, dos formas y tres niveles de aplicación. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77 p.
- MALO, S. 1986. El Aguacate. *Agricultura de las Américas*, junio : 16-21

- MARTINEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad 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.
- MOK, M.C., KIN, S.C., ARMSTRONG, D.J. and MOK, D.W. 1979. Induction of cytokinin autonomy by N-N'-diphenyl-urea in tissues culture of Phaseolus lunatus L.. Proc. Natl. Academy of Science USA. 76:3880-3884
- NARAIN, A. and LALORAYA, M.M. 1974. Cucumber Cotyledon expansion as a bioassay for cytokinins. Z. Pflanzenphysiologie. 71: 313-322.
- PARODI, L.R. 1959. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería; descripción de las plantas cultivadas. Buenos Aires, ACME. 385 p. (vol 1)
- SALAZAR, S. and CORTEZ, J. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. Journal of Horticultural Science 70(3):165-174
- SEDGLEY, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in avocado. Journal of Horticultural Science 52(7):165-141
- SHOLEFIELD, P.B. 1982. A scanning electron microscope study on flowers of avocado, litchi, mango and macadamia Scientia Horticulturae 16(5):263-272
- SHOLEFIELD, P.B., SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D.M.E. 1985. Carbohydrate Cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in avocado. Scientia Horticulturae 25(3): 99-110.
- TAIZ, L. and ZEIGER, E. 1991. Plant Physiology. California Benjamin/Cummings. 559 p.

TAKAHASHI, S., YATSUNAMI, T., SHUDO, K., OKAMOTO, T., YAMADA, K., ISOGAI, Y. 1978. Cytokinin activity of pyrimidine derivatives. Chemical 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. Phytochemistry 17 : 1202-1207.

TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía. 143 p.

TORREY, J. G. 1976. Root hormones and plant growth. Annu. Rev. Plant Physiology. 27:435-459

VAN STADEN, J. and DAVEY, J.E. 1979. The synthesis, transport and metabolism of endogenous cytokinins. Plant Cell Environment 2:93-106

_____, COOK, C. 1986. Cytokinins in Pisum transfer ribonucleic acid. Plant Physiology 49:848-851

WHILEY, A.W., PEGG, K.G., SARANAH, J.B. and LAGDOM, P.W. 1987. Influence of Phytophthora root rot on mineral concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture. 27(3):173-177.

_____, SARANAH, J., CULL, B., PEGG, K. 1988. Manejo 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 al 5 de Octubre de 1990. Viña del Mar, Chile. UCV Facultad de Agronomía 216 p.

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