

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFECTO DE LA APLICACION DE CPPU SOBRE CALIDAD DE
FRUTA EN ARANDANO ALTO (Vaccinium corymbosum L.)
CULTIVAR ELLIOTT.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

MANUEL REINALDO CONTRERAS CIFUENTES

TEMUCO – CHILE

2010

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA APLICACION DE CPPU SOBRE CALIDAD DE
FRUTA EN ARANDANO ALTO (Vaccinium corymbosum L.)
CULTIVAR ELLIOTT.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

MANUEL REINALDO CONTRERAS CIFUENTES

PROFESOR GUIA: WALTER FERNANDO LOBOS ÁLVAREZ

TEMUCO – CHILE

2010

**EFEECTO DE LA APLICACION DE CPPU SOBRE CALIDAD DE
FRUTA EN ARANDANO ALTO (Vaccinium corymbosum L.)
CULTIVAR ELLIOTT.**

PROFESOR GUIA

: Walter Fernando Lobos Álvarez

Ingeniero Agrónomo

Facultad de Cs. Agropecuarias y Forestales.

Depto. de Producción Agropecuaria.

PROFESORES CONSEJEROS

: Pamela del Pilar Ibarra Palma

Profesor de Biología y Ciencias Naturales.

Magister en Ciencias Mención Fisiología Vegetal

Facultad de Cs. Agronómicas y Forestales.

Depto. de Ciencias Agronómicas y

Recursos Naturales.

CALIFICACION PROMEDIO TESIS

: _____

*A mi hijo José Ignacio, mi más profunda
motivación.*

1 INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 30 años, la fruticultura ha sido uno de los pilares fundamentales del desarrollo en la actividad económica nacional, transformándose en uno de los principales rubros exportadores y generadores de divisas de nuestro país.

En este ámbito, el cultivo del arándano ha experimentado el crecimiento más importante en el sector frutícola y en la industria de los frutos congelados, su cultivo comercial se inicia a mediados de los 80 en el sur del país. Durante la temporada 2007/2008 presenta aumentos en el volumen exportado del orden de las 30 mil toneladas, mostrando un incremento de un 42%, con respecto a la temporada anterior, con valores superiores a los 195 millones de dólares (US\$ FOB).

Esta situación ha provocado que esta actividad esté experimentando algunos cambios. Por un lado el mercado de la fruta se ha tornado más competitivo, tanto por el ingreso de nuevos países en el sistema productivo, como por la entrada en producción de nuevas áreas geográficas nacionales, obteniendo como consecuencia una elevada producción e incremento en las exportaciones. Esto, sumado a un escenario de mercado débil e inestable tanto por el exceso de oferta de productos, asociado al debilitamiento de la demanda debido a los efectos de la crisis financiera mundial, ha provocado que el consumo de productos frescos, en particular aquellos que no son considerados de primera necesidad, como son los arándanos, experimenten regulaciones más estrictas en términos de calidad, el mercado internacional hace prevalecer con mayor énfasis parámetros cualitativos, tales como, homogeneidad en tamaño, firmeza, color, madurez, ausencia de daños en la fruta, la presencia de la cerocidad característica y, donde la premisa que indica que la fruta que presenta mayor calibre tiene mayor valor se mantiene totalmente vigente.

Lo anterior plantea un importante desafío para todos los agentes nacionales participantes en la cadena productiva y de comercialización, quienes deben dirigir sus esfuerzos en mantener y mejorar los sistemas productivos orientados a satisfacer los requerimientos establecidos por el mercado del arándano.

Desde hace algunos años se encuentran disponible para los productores agrícolas diversas herramientas tecnológicas de manejo que permiten promover el tamaño de frutos en kiwis, manzanos, perales y vides, como es el caso de las citoquininas, sean estas de origen natural o sintético, la que corresponde a una sustancia orgánica perteneciente al grupo de los reguladores de crecimiento de las plantas.

Con la finalidad de obtener mayores antecedentes en relación al uso del regulador de crecimiento sintético del tipo citoquinina, folclorfenuron (CPPU) en el cultivo del arándano alto, se estableció un ensayo orientado a evaluar el efecto de este compuesto sobre la calidad de la fruta en esta especie.

De acuerdo a lo señalado, se planteó la hipótesis que aplicaciones de citoquininas permiten promover el tamaño de las bayas en arándano alto, incrementando el diámetro ecuatorial y peso promedio de frutos.

En este contexto, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

1. Evaluar el efecto de la aplicación de citoquinina (CPPU) sobre la calidad de de la fruta en arándano alto, cultivar Elliott.

Objetivos Específicos:

1. Determinar el efecto de aplicaciones de diferentes dosis CPPU sobre la producción total por planta en arándano alto, cultivar Elliott.
2. Evidenciar el efecto de diferentes dosis de CPPU, sobre el peso promedio de frutos y, sobre las variables diámetro promedio ecuatorial y diámetro promedio longitudinal en arándano alto, cultivar Elliott.
3. Determinar el efecto de diferentes dosis CPPU, sobre la concentración de azúcar y firmeza de frutos en arándano alto, cultivar Elliott.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Descripción taxonómica del arándano

El arándano, es una especie frutal arbustiva, perteneciente al género *Vaccinium*, familia *Ericaceae*, que se desarrolla naturalmente en Norteamérica (Muñoz, 1988; Hancock y Draper, 1989).

Existen 3 especies que tienen importancia económica: *Vaccinium angustifolium* Alton (arándano bajo o "lowbush"), *Vaccinium ashei* Reade (arándano ojo de conejo o "rabbiteye") y *Vaccinium corymbosum* L. (arándano alto o "highbush") (Eck 1989; Hancock y Draper, 1989).

2.2 Descripción botánica del arándano alto

El arándano alto es un arbusto perenne, longevo, de hoja caduca con madera leñosa que alcanza una altura de 3 a 5 m en estado adulto, y sus tallos pueden tener una actividad productiva de 4 a 5 años (Lobos,1988; Muñoz, 1988; Eck, 1989). El sistema radical está compuesto de finas raicillas, que presentan un desarrollo superficial y de poca extensión, desprovisto de pelos radicales, de modo que la absorción es realizada principalmente por raíces jóvenes. Las hojas son alternas, cortamente pediceladas de borde entero o serrado. Sus flores se presentan en racimos o terminales de color blanco que aparecen en forma basipetala en las ramas de año anterior.

2.2.1 Fruto. Es una baya casi esférica, que dependiendo de la especie y cultivar puede variar en tamaño de 0,7-1,8 cm de diámetro y posee un color azul metálico. Contiene 5 lóculos que son delineados por una pared de células simples, lo que constituye el endocarpo. Las semillas perfectas tienden a agruparse en la parte superior del eje del lóculo, con las semillas imperfectas

ocupando la porción basal de éste, sugiriendo que el número de tubos polínicos puede ser insuficiente para fertilizar todos los óvulos (Eck, 1989).

2.2.2 Crecimiento del fruto. El desarrollo del fruto de arándano alto está representada por una curva doble sigmoídea, con tres etapas de crecimiento bien definidas (Edwards *et al.*, 1970; Shoemaker, 1978; Shutak *et al.*, 1980; Eck, 1989; Gough, 1994.).

La etapa inicial (1), presenta un periodo de rápido crecimiento del pericarpio (división celular). El comienzo de ésta se caracteriza por la abscisión de la corola y estambres, pardeamiento del estigma y en pocos días la abscisión del estilo (Eck, 1989). La duración de esta etapa es 21 a 50 días para variedades con un ciclo corto y largo, respectivamente (Shoemaker, 1978). La etapa I depende de la temperatura existente en el periodo de floración. Temperaturas bajas prolongan el desarrollo de esta etapa y con temperaturas altas, disminuye.

Edwards *et al.*, (1970), sostienen que la etapa II del crecimiento del fruto, se caracteriza por un marcado retardo en el desarrollo del pericarpio, asociado a un rápido crecimiento del embrión y endosperma (Gough, 1994). Esta etapa puede variar entre especies y cultivares, lo que se cree que estaría muy influenciado por el número de semillas que se han formado al interior del fruto (Edwards *et al.*, 1970; Shoemaker, 1978; Eck, 1989). Esta etapa puede durar 18 y 27 días para variedades de ciclo corto y largo, respectivamente (Edwards *et al.*, 1970).

En la etapa III del crecimiento del fruto, se produce la elongación celular en el mesocarpio (Galleta, 1975, citado por Gough, 1994), un rápido incremento en el desarrollo del pericarpio, adquiriendo el calibre final del fruto, desarrollando los grados de azúcar y color (Eck, 1989).

Shoemaker (1978), señala para esta etapa, una duración de 26 días en arándano alto. Sin embargo, Edwards *et al.* (1970) y Figueroa (1991), indican que la duración de esta etapa oscila entre 23 a 26 días.

El período de formación y madurez del fruto se prolonga durante 42 a 84 días después de la floración (Eck, 1989). En Chile se ha constatado que el período de desarrollo del fruto varía entre 50 y 103 días después de plena floración (Retamales, 1988; Figueroa, 1991). Sin embargo, Lobos (1993), sostiene que la manifestación de los estados fenológicos del arándano está regulada por las características genéticas propias de cada cultivar y las condiciones ambientales existentes durante este periodo.

2.3 Calibre de los frutos.

2.3.1 Factores genéticos. Draper y Scott (1969), señalan que factores genéticos inciden en el desarrollo del calibre del fruto, como ejemplo, mencionan el arándano bajo (lowbush), cuyo carácter dominante es el calibre pequeño.

Estudios realizados en arándano ojo de conejo (rabbiteye), señalan que el tamaño de la fruta y el número de semillas estarían ligados genéticamente (Kushima *et al.*, 1979).

Hellman *et al.*, (1983) y Finn *et al.*, (1986), señalan que cruzamientos interespecíficos con un alto porcentaje de arándano bajo, tienden a producir plantas cuya floración es temprana y la fruta es de calibre pequeño, en cambio cruzamientos con mayor porcentaje de arándano alto la fruta es de un mayor calibre.

2.3.2 Número de semillas. Eaton (1967), reporta que en los cultivares de arándano alto, Earlyblue, Concord, Rancocas y Berkeley, se encontró una correlación (0.59) entre el número de semillas y peso del fruto, pero en otros cultivares como Hanow, Jersey, Dixi y Bluecrop, no se detectó una correlación significativa (0.39). Moore *et al.*, (1972), encontraron un coeficiente de correlación de 0,40 y 0,67 entre el peso del fruto y número de semillas, en arándano alto y ojo de conejo, respectivamente.

En cultivares de arándano ojo de conejo, Kushima *et al.*,(1979), observaron que en promedio la fruta grande produce más semillas totales y maduras que la fruta de calibre pequeño, pero esta relación no fue constante entre los cultivares, por lo que el autor concluye que entre el calibre de la fruta y el número de semillas perfectas no existe una correlación significativa.

Brewer *et al.*, (1969), señalan que en cultivares de arándano alto, observaron que el calibre del fruto se incrementa considerablemente cuando el número de semillas fue alto, comparado con frutos que presentaron pocas semillas. Así también señala que con un mínimo de semillas se promueve el incremento del tamaño del fruto, aunque destaca que más del 50 % de las observaciones de la variación de tamaño en el fruto, se explicaría por otros factores, además del número de semillas.

Buzeta, (1997) indica que existe una correlación entre el contenido de semillas en el fruto y su tamaño, es decir que a mayor número de semillas mayor tamaño tendrá el fruto.

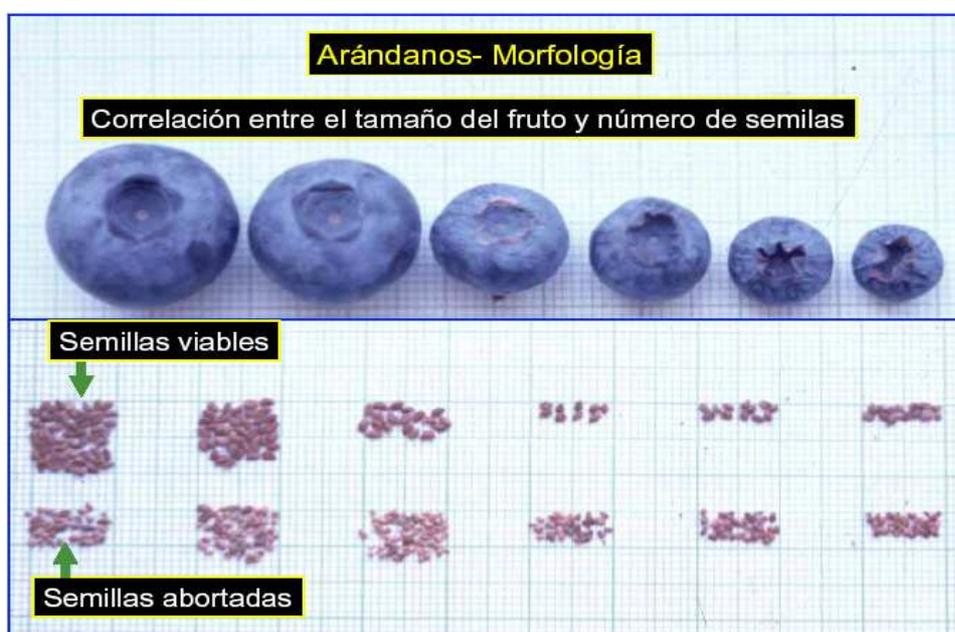


Figura 1. Correlación entre el tamaño del fruto y número de semillas. Fedefruta. Charla técnica - arándanos, La Ligua. 2008.

2.3.3 Polinización. (Darrow, 1958; Brewer *et al.*, 1969, citados por Moore *et al.*, 1972), reportan que con la polinización cruzada, cultivares de arándano alto producen fruta de mayor calibre que aquellos cultivares autopolinizados. Según Brewer *et al.*, (1969), los cultivares de arándano con elevado nivel de polinización producen fruta de calibre grande y con muchas semillas, pero el número de éstas sólo afectarían al 10 % de las observaciones realizadas sobre la variación del calibre.

Esto sugiere que cierto número de semillas produciría fruta de buen calibre, a pesar de que un número de semillas adicionales no estén necesariamente relacionadas con el incremento del calibre del fruto.

Gupton (1984), señala que en general la polinización cruzada tiende a producir frutos de mayor peso, lo cual es confirmado por Eck (1989), quien informa que al intercalarse cultivares con periodos de floración similares, ocurre una polinización cruzada, se anticipa la maduración y se obtienen frutos de mayor calibre.

Hancock, (1991) señala que el tamaño de la fruta de arándano alto se aumenta en un 10 a 20 % con la presencia de agentes polinizadores, por lo que se recomienda 2 a 10 colonias de abejas por hectárea

Westwood (1982), informa que los frutos multiseñillados como frambuesas y arándanos, pueden mejorar su calibre a través de la polinización, fecundación y desarrollo de la semilla.

2.3.4 Manejos agronómicos. Según Hooks *et al.*, (1971), los reguladores de crecimiento, especialmente giberelinas, estimulan la producción de frutos partenocárpicos, aunque Eck (1989), informa que el ácido giberélico, induce la formación de frutos más pequeños con semillas.

Ruiz (1996b), señala que la fertilización nitrogenada incide en el calibre de la fruta. Trabajando con manzanos observó que dosis altas de nitrógeno aumentaba el porcentaje de frutos

con mayor calibre. Tal efecto se atribuye a la acción del nitrógeno al aumentar la división celular y por lo tanto el número de células y la expansión celular.

El tamaño de las bayas, es afectado por la ubicación de éstas en la planta. Por ejemplo, la madera más gruesa produce bayas más grandes. Esto puede deberse a una mayor capacidad de suministro de agua y nutrientes para el fruto, por medio de un xilema más desarrollado que facilita su transporte. Además, la mayor producción de fotosintatos en hojas de madera de mayor espesor, también podría contribuir a un aumento de tamaño en el fruto (Gough, 1994).

Garren (1988), reporta que el tamaño y calidad de la fruta de arándano, así como en la mayoría de los frutos, está directamente afectada por la cantidad de agua que disponga, ya que requiere un alto contenido de ésta para alcanzar un óptimo desarrollo.

Otros factores que pueden incidir en el calibre de la fruta, es el exponer las plantas de arándanos a condiciones adversas, como puede suceder con las inundaciones, Abbott *et al.*,(1987), señalan que el sistema radical de plantas de arándano alto cultivar Bluecrop, fueron inundadas temporalmente durante dos años, obteniéndose como resultado un 45 % de disminución de la producción de fruta y un aumento de la abscisión de los frutos.

En Chile, trabajos relacionados con el raleo de frutos y yemas florales para mejorar el calibre de los frutos de algunos cultivares de arándano alto, tales como, Burlington, Jersey y otros, no generaron resultados concluyentes, según lo informado por Lobos, (1993).

De acuerdo a lo señalado por Garren (1988) y Lobos (1991), existen variedades que genéticamente producen fruta de calibre mediano o pequeño, pero existen otras, tales como, Elliot, Dixi, Northland, Herbert, que producen fruta pequeña por exceso de carga frutal ante una inadecuada poda; por el contrario, con una poda fuerte se puede lograr un aumento del calibre, pero en desmedro del número de frutos.

2.4 Reguladores de crecimiento.

| El crecimiento de una planta y su desarrollo son controlados por hormonas endógenas (Nickell, 1982).

Pérez y Martínez – Laborde, (1994) señala que en la actualidad se han logrado identificar cinco grupos de reguladores de crecimiento, tanto naturales como sintéticos, de acuerdo a las diferencias en sus estructuras y efectos: 1) auxinas, 2) giberelinas, 3) citocininas, 4) etileno, y 5) inhibidores. Siendo las tres primeras llamadas hormonas estimuladoras y las dos restantes hormonas inhibidoras. Así los procesos de elongación celular (auxinas y giberelinas), división celular (giberelinas y citocininas) y desarrollo vegetativo se caracterizan por un predominio de estimuladores, y los procesos de maduración, detención del crecimiento, senescencia y abscisión, por una preponderancia de inhibidores del crecimiento (Nickell, 1982; Martínez de Toda, 1990).

2.4.1 Citocininas. Existen dos tipos de citoquininas, las de origen natural que son derivados de las purinas, como kinetina, n-benciladenina y zeatina, y las de origen sintético que son derivados de la difenilurea (Forclorofenuron). Ambos tipos de citoquininas tienen una actividad biológica similar, cubriendo un extenso rango de tejidos y especies. La principal diferencia entre ambos tipos está en la concentración requerida para tal actividad, siendo las de origen sintético más potentes que las de origen natural (Kurosaki *et al.*, 1981).

Las citocininas, derivadas de la adenina, estimulan fundamentalmente la citocinesis (división del citoplasma durante la mitosis o meiosis), previa cariocinesis (fenómeno involucrado en la división del núcleo, en la mitosis), de allí su nombre (Jensen, 1974). Además, actúan de una u otra manera en procesos tales como: dominancia apical, polaridad de crecimiento, fenómenos morfogenéticos (junto a las auxinas), ruptura de dormancia en ciertos órganos, y otros (Tizio, 1980).

Fue Letham (1969), quien en 1964 aisló e identificó la primera citocinina endógena de extractos de cariopsis inmaduros de maíz, y debido a su procedencia, le dió el nombre de zeatina.

2.4.2 Sitios de síntesis y traslado de las citocininas. La síntesis de citocininas endógenas se lleva a cabo principalmente en las raíces de muchas especies, y migran hacia los ápices vía xilema, posiblemente en la forma de nucleósidos y nucleótidos. También parecen sintetizarse en el cambium en actividad y en hojas, semillas, frutos y tubérculos en activo crecimiento (Jensen, 1974; Tizio, 1980).

Taiz y Zeiger, (1991) indican que estas hormonas son sintetizadas a partir de derivados del ácido mevalónico, con la intervención de la enzima denominada AMP o bien citocinina sintasa, la cual cataliza la transferencia del grupo isopentenil desde el isopentenil pirofosfato al N6 de la adenosinmonofosfato (AMP). El producto, N6-(D2- isopentenil) adenosin monofosfato (i6 AdoMP), puede ser convertido en la citocinina zeatina o en i6 Ade en varios de los tejidos de la planta, sin estar claro las enzimas que catalizan estas reacciones finales.

Los frutos en desarrollo son también otra rica fuente de citocininas, observándose que las más altas concentraciones se han encontrado en frutos jóvenes, particularmente en semillas (Weaver, 1972, citado por Vial, 1986).

Pérez y Martínez – Laborde, (1994), señala que las citoquininas naturales se ubican dentro de lo que se denominan hormonas vegetales, las que a su vez se definen como sustancias orgánicas, distintas de los nutrientes, las que presentan una alta actividad a muy bajas concentraciones, y son producidas en determinados tejidos y normalmente transportadas a otros donde ejercen sus efectos. La biosíntesis de estos compuestos se realiza en aquellos tejidos de la planta asociados con actividades meristemáticas, destacándose ápices de raíces, frutos inmaduros, semillas y hojas jóvenes (Salisbury y Ross, 1994).

Al interior de la planta la movilidad de estas hormonas pareciera ser baja. Aplicaciones sobre las hojas tienen un efecto localizado, manteniendo la zona con una coloración verde durante un mayor tiempo que aquellas no tratadas (Rivacova, 1994).

Westwood (1982), señala que el transporte de las citoquininas en la planta es en dos direcciones: desde las raíces se transloca a través del xilema y desde los puntos de aplicación (o síntesis en los órganos aéreos) se mueve a través del floema y parénquima, donde su movimiento es más lento y polar. El flujo acropétalo de las citoquininas en el xilema alcanza un máximo en primavera cuando se aproxima la época de floración y luego disminuye a finales del verano, permaneciendo así durante el invierno. Este modelo estacional coincide con el papel que juegan las citoquininas en el proceso de cuajado y crecimiento de frutos, hojas, semillas y en el control de la senescencia (Jensen, 1974; Tizio, 1980 y Jensen y Salisbury, 1994). Así, esta hormona juega un rol importante al determinar el número de células del fruto recién formado, y consecuentemente, el tamaño final del mismo (Zamora, 1992).

Actualmente existen dos compuestos citoquinínicos activos: los tipos 'purina' y los tipos 'fenilurea' (Salisbury y Ross, 1994). Aunque difieren en su estructura, estos dos grupos de citoquininas tienen una actividad biológica similar. Sin embargo, la principal diferencia entre éstas se debe a la concentración requerida para lograr una respuesta, siendo menor para las del tipo fenilurea (Arima *et al.*, 1995).

Tizio (1980), señala que al ser aplicadas a las hojas, las citocininas demuestran una acción local debido a que prácticamente no se trasladan.

2.4.3 Rol de las Citocininas. Las citocininas al ser aplicadas en forma exógena a las plantas, pueden estimular una serie de procesos fisiológicos, metabólicos, bioquímicos y de desarrollo (Taiz y Zeiger, 1991). La principal respuesta corresponde a la promoción de la división y elongación celular (Ogata *et al.*, 1989; Reynolds *et al.* 1992) a través de un incremento de la plasticidad de las paredes celulares (Weaver, 1972; Taiz y Zeiger, 1991).

Otra respuesta de los vegetales es el retraso de la senescencia de los tejidos (Weaver, 1972; Nickell, 1982 y Salisbury y Ross, 1994) lo cual tendría como causa aparente la mantención de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos en las zonas aplicadas (Weaver, 1972). También se postula que estimula el movimiento de los nutrientes (Dokoozlian *et al.*, 1994).

Las citoquininas regulan numerosos procesos biológicos y fisiológicos en los vegetales. Así, por ejemplo: controlan la citocinesis (Devlin, 1982; Retamales *et al.*, 1993; Salisbury y Ross, 1994), tienen actividad sobre la síntesis de proteínas (Letham, 1969; Devlin, 1982; Salisbury y Ross, 1994), disminuyen la dominancia apical, permitiendo el crecimiento de ramificaciones laterales e iniciación de yemas, aceleran la germinación e influyen sobre el transporte de nutrientes y metabolitos, inducen la partenocarpia de algunos frutos y retrasan la senescencia de flores, frutos y hojas (Helgeson, 1968), poseen acción promotora en la translocación de nutrientes lo cual se observa cuando se aplica citoquinina en una zona de la hoja y los metabolitos migran hacia aquel lugar desde la misma hoja o de hojas adyacentes e incluso de aquellas más viejas, acumulándose en el punto tratado, logrando aumentar la capacidad de los tejidos jóvenes de actuar como sitios de recepción y acumulación en el transporte a través del floema (Salisbury y Ross, 1994), el retardo en la senescencia foliar se debe a que las citoquininas permiten conservar por más tiempo la clorofila debido al retraso en la ruptura de los cloroplastos, mantienen el contenido de proteínas y ARN, prolongando por más tiempo la fotosíntesis y la retención de asimilados (Hopkins, 1999; Segura, 2000). Además, promueve el transporte de nutrientes y fotosintatos desde las hojas senescentes hacia las hojas jóvenes (Salisbury y Ross, 1994).

Finalmente una de las respuestas más poderosas de las citocininas es la rediferenciación de ciertos cultivos de tejidos, a órganos, y que en combinación con las auxinas, las citocininas tienen una fuerte relación en los procesos de morfogénesis (Salisbury y Ross, 1994).

2.4.4 Modo de acción de las citocininas. Aunque el conocimiento del modo de acción de las citocininas es muy fragmentario al parecer se verifica de manera similar al de las auxinas y giberelinas. Así, el modo de acción parece tener relación con ciertos ARNt, de los cuales forma parte o con los cuales se une (Tizio, 1980).

Hall (1968); Kovoort y Klámbt ,(1968), citados por Weaver, (1976), señalan que el hecho de que muchas citocininas se hayan aislado a partir de preparados de ARN, indica que éstas están relacionadas de algún modo con los ácidos nucleicos. Según Letham, (1969), citado por Weaver (1976), las citocininas pueden actuar como depresores de los genes.

Weaver, (1976) indica que su mecanismo de acción es desconocido, pero existe un profundo efecto en la tasa de síntesis proteica y sobre el tipo de proteína sintetizada por las células de la planta. Taiz y Zeiger (1991), señalan que actuarían a nivel de los genes o moléculas. Una hipótesis que podría explicar el mecanismo de acción de este regulador de crecimiento es que estaría relacionado con la síntesis de algunas proteínas específicas. Por esta razón se han hecho muchos intentos para descubrir si las citocininas actúan mediante el control de la transcripción y traducción de ciertas proteínas claves (Salisbury y Ross, 1994).

Tepfer y Fosket (1978), en relación con el control de la traducción, postularon que la síntesis proteica podría estimularse por medio de las citocininas, las cuales aglutinarían mRNA, que no haya sido previamente trasladado, en los polisomas. Posteriormente en 1981, se vio que esa estimulación de la formación de polisomas, por parte de las citocininas, no era específica y no representaba estimulación de la síntesis de algún polipéptido en particular (Bevan y Northcote, 1980).

Se cree que el mecanismo de acción de las citoquininas en el aumento de volumen de la célula se debe a un incremento de los solutos, principalmente azúcares reductores (glucosa, fructosa o ambos), provocando la absorción de agua para equilibrar las concentraciones osmóticas dentro y fuera de ella (Jensen y Salisbury, 1988).

2.4.5 Efectos provocados por las citocininas. Nitsch , (1968), citado por Tizio ,(1980), agrupa los efectos fisiológicos que causan las citocininas en a) aquellos ligados a la división celular, en los que aparentemente está involucrada la participación de ADN (mitosis y citocinesis); b) aquellos no ligados a la división celular, que implican la promoción de la síntesis proteica o que, en algunos casos, se fundan en ella (por ejemplo el retardo de la senescencia foliar); c) aquellos ligados a la diferenciación de yemas en los que las giberelinas desempeñan un rol preponderante.

Weaver (1976), citando a diversos autores, agrupó los efectos de las citocininas como se señala a continuación:

- a- Estimular la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados (Weaver, 1976).
- b- El mismo autor ha encontrado que existe una interacción con las auxinas en la diferenciación de cultivos de tejidos, regulando las expresiones de crecimiento.
- c- Según Letham (1969), regulan también la elongación de algunas hojas y de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben, en gran parte, a la expansión celular.
- d- Otro efecto es retrasar el envejecimiento de los tejidos vegetales. Aparentemente, los efectos antisenescentes se deben al mantenimiento de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos en la oscuridad, según, (Miller *et al.*, 1956, citado por Weaver, 1976).
- e- Letham (1969), encontró que las citocininas también son importantes para la movilización de elementos nutritivos de las plantas. Cuando una parte de una hoja se trata con citocininas, los aminoácidos y otros elementos nutritivos son atraídos hacia la parte tratada. Se han obtenido resultados similares con plantas enteras, como los encontrados por (Quinlan y Weaver, 1969, citado por Weaver, 1976), quienes demostraron que al tratar una parte de una hoja de vid con citocininas, los patrones de translocación de las parras se alteran, de tal modo que los productos fotosintéticos se desplazan hacia la zona tratada.

- f- La aplicación de citocininas a las yemas axilares de los manzanos y los brotes de albaricoquero, permiten romper la dominancia apical (Williams y Stahly, 1968). Weaver (1972), obtuvo los mismo resultados en yemas de *Vitis vinifera* L.

2.4.6 Uso práctico de las citocininas. Se han citado numerosas razones, que permiten inferir que las citocininas endógenas están involucradas en un amplio rango de procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas.

Existen una serie de procesos fisiológicos durante el crecimiento y desarrollo de las plantas que son, aparentemente, susceptibles a aplicaciones de citocininas, aun del tipo comercial, como por ejemplo: 1) desarrollo de yemas laterales; 2) verdeo de hojas y senescencia; 3) desarrollo de flores y senescencia, (Thomas y Blakesley, 1987, citados por Retamales *et al.*, 1993).

2.4.7 Citocininas sintéticas. Se ha estudiado una gran cantidad de citocininas sintéticas, y se ha descubierto que muchas de ellas resultan más activas que la cinetina, aislada por Miller *et al.*, (1956), citado por Weaver (1976).

La mayor actividad puede deberse a su mayor solubilidad y a su mayor capacidad para penetrar el tejido de las plantas, así como a su mayor movilidad dentro de la planta (Weaver, 1976).

2.5 CPPU.

Investigaciones lideradas en Japón por Okamoto *et al.*, (1981) determinaron que el N-(4pyridil)-N'-phenylureas (Figura 2) con distintos substitutos en la posición 2 del anillo piridina tenía una fuerte actividad como citocinina en tejidos (callos) de tabaco.

Estos mismos investigadores seleccionaron posteriormente el elemento 2-cloro, dando origen al N-(2-cloro-4-piridil)-N'-fenilurea (Forchlorfenuron o CPPU) (Figura 3), el cual tenía una mayor actividad citocinínica que la Benciladenina y la Kinetina, las cuales corresponden a derivados de la Adenina.

También se demostró que el CPPU tiene un sitio activo en común con las citocininas purínicas como la zeatina, lo cual podría indicar que reacciona usando mecanismos semejantes a los de citocininas verdaderas o naturales, a este sitio en común se le llamó proteína específica atadora de citocininas (CSBP) (Arima *et al.*, 1993). Estudios posteriores determinaron que este compuesto mostraba un amplio rango de actividad dependiendo del momento de aplicación y de la concentración, en un gran número de cultivos (Okamoto *et al.*, 1981; Nickell, 1986 y Arima *et al.*, 1993).

El principal efecto de CPPU involucra regulación de cuaja, crecimiento y desarrollo del fruto (Dokoozlian, 1994).

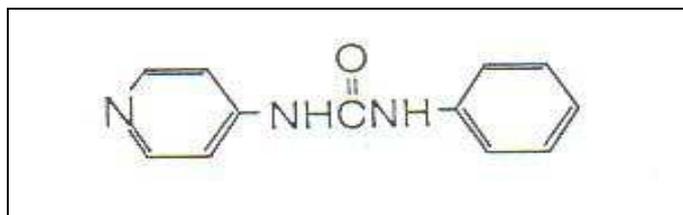


Figura 2. Estructura química del N-pyridil-N'-Fenilurea.

El Forchlorfenuron es fabricado en forma comercial por Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd. (Japón) como un regulador de crecimiento sintético (AFIPA, 2002).

El CPPU presenta una fuerte actividad citocínica, 10 veces mayor que la BA. (Takahashi *et al.*, 1978, citado por Neri *et al.*, 1992).

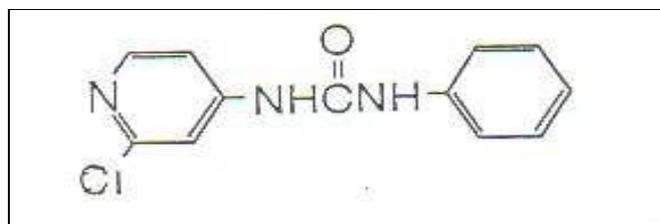


Figura 3. Estructura química del Forchlorfenuron (CPPU).

2.5.1 Movilidad del producto. Intrieri *et al.*, (1992) (1993) determinó que el CPPU tiene una baja movilidad y que por ello las aplicaciones deben ser homogéneas y bien dirigidas ya que de lo contrario se pueden producir frutos con deformaciones.

Para llegar a estas conclusiones, el mismo autor, aplicó Forchlorfenuron en brotes de cultivares de vides apirénicos Argentina, Carina, Moscatel y Patrizia, no encontrando diferencias significativas en peso como tampoco en tamaño de las bayas. Pero al aplicar en forma directa CPPU al racimo, estas variables aumentaban significativamente.

Nerí *et al.*, (1993) por su lado, indicó que el crecimiento de los frutos debido a la aplicación exógena de CPPU requiere de una distribución uniforme de ingrediente activo, puesto que la movilidad del producto es baja.

2.5.2 Aplicaciones en frutales. Neri *et al.*, (1992), encontraron que aplicaciones de CPPU sobre kiwis (*Actinidia chinensis* P.) y manzanos (*Pyrus malus* L.) durante las primeras etapas de desarrollo, incrementaron el tamaño del fruto. Esto sería debido a que la citocinina aumentaría la división celular. La desventaja fue que se perdió en algunos casos la forma típica del fruto, particularmente en kiwis.

Con respecto a las deformaciones, sugiere que el CPPU induce deformaciones de frutos cuando se aplica en forma directa, debido a que presenta una muy baja movilidad desde el lugar donde ha sido aplicado.

Iwahori *et al.*, (1988), citado por López (1993), en experiencias realizadas en kiwis, demostraron que aplicaciones antes y durante la antesis provocaron desarrollo de frutos partenocárpicos y en aplicaciones posteriores a la antesis estimularon un gran desarrollo del fruto. Nickell (1986), postula que la aplicación más efectiva, en cuanto a aumento del tamaño del fruto, es cerca de dos semanas después de la antesis.

Cruz-Castillo *et al.*, (1992), en ensayos realizados en kiwis, variedad Hayward, obtuvieron el máximo crecimiento en el fruto cuando éstos tenían un gran número de semillas junto a la aplicación de CPPU.

Según Antognozzi *et al.*, (1997), determinaron que CPPU aplicado en kiwi promueve el crecimiento de los diferentes tejidos de los frutos como el epicarpio, mesocarpio y endocarpio sin modificar sus proporciones relativas. Este crecimiento se debe al incremento en el número y tamaño de las células pequeñas en estos tejidos. Reynolds *et al.*, (1992), señala que aplicaciones de esta citoquinina retardan la madurez, reducen la concentración de sólidos solubles y aumenta la acidez de los frutos.

Nickell (1986), en ensayos realizados en uva de mesa (*Vitis vinífera* L.), demostró que el efecto de la aplicación de CPPU sobre el tamaño de las bayas es bajo en prefloración, leve en floración y significativo en postfloración.

Intrieri *et al.*, (1992), estudiaron el efecto del CPPU en variedades apirénicas y observaron una rápida respuesta de las bayas asperjadas, mostrando un aumento de volumen a las tres semanas de la aplicación, que finalmente fue de un 18% mayor que el tratamiento testigo.

Ensayos realizados por Neri *et al.*, (1993), señalan que aplicaciones de CPPU sobre yemas productivas no tuvieron efectos en el crecimiento de las bayas, debido a la baja movilidad de esta hormona. Intriari *et al.*, (1992), sugieren que para aplicaciones más eficientes de CPPU, éstas deben ser realizadas sobre el área productiva del cultivo.

Retamales *et al.*, (1993a), observaron que aplicaciones de CPPU en conjunto con GA₃, han retrasado la madurez de la cosecha. Intriari *et al.*, (1992), sugieren que se debería al incremento del tamaño del fruto (efecto de dilución) y, a la actividad de los componentes de esta citocinina, que produce un retardo en la senescencia. Observaron, además, que fuera de producirse un retraso en la madurez al aplicar CPPU en el cultivar Moscatel, aumentó la compactación del racimo.

El efecto del CPPU sobre la coloración de las bayas fue estudiado por Reynolds *et al.*, (1992), quienes trabajando con cuatro variedades apirénicas, detectaron una disminución en la intensidad del color de las bayas tratadas y una disminución en el nivel de antocianinas en las mismas.

Nickell (1986b) finalmente elaboró un gráfico indicando el efecto de las aplicaciones en distintas épocas para el cultivar Thompson Seedless (Figura 4).

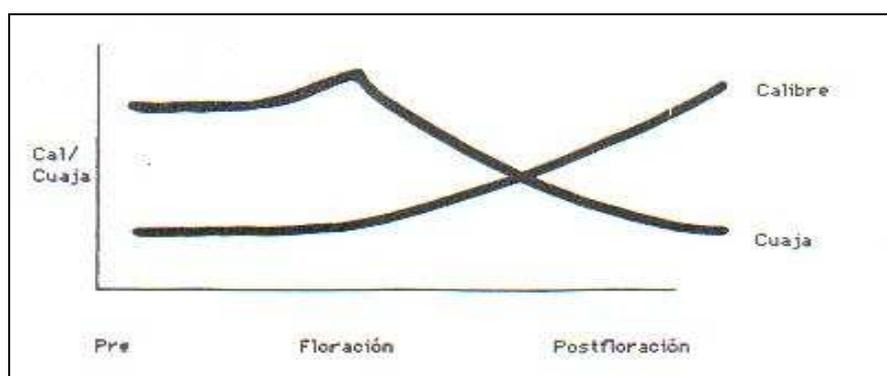


Figura 4. Influencia del momento de aplicación de CPPU en el cultivar Thompson Seedless sobre la cuaja y el calibre de las bayas.

Se debe considerar que según los tratamientos y estados fenológicos al momento de las aplicaciones, la baya se ve alterada en su forma, ya que el CPPU estimula la división periclinal de las células del fruto, lo que trae como resultado un crecimiento proporcionalmente mayor del diámetro que del largo (Retamales *et al.*, 1993a; Dokoozlian *et al.*, 1994; Retamales *et al.*, 1994), a diferencia del AG₃ que estimula el crecimiento anticlinal, promoviendo la formación de bayas más largas (Dokoozlian *et al.*, 1994).

En nuestro país los ensayos realizados han determinado que la relación largo/diámetro de bayas tratadas con CPPU es menor (Retamales *et al.*, 1993a). Esto trae como consecuencia bayas algo más redondeadas que aquellas tratadas sólo con AG₃ lo cual constituye una característica comercial indeseable, pero con el beneficio de un mayor peso por baya (Retamales *et al.*, 1993a) (Retamales *et al.*, 1994).

En manzanos (*Pyrus malus* L.), Greene (2001) observó que aplicaciones foliares de CPPU sobre el cultivar “Mc Intosh” aumentaron el raleo de frutos y el peso de frutos en 67 % con dosis máxima, pero por otra parte se produjo un retardo en la madurez, con escaso desarrollo de color y retardo en la degradación de almidón. Ogata *et al.* (1989), registraron aumentos de 15 % en el peso de frutos con aplicaciones de CPPU en plena floración, resultados que coinciden con los de Tartarini *et al.* (1993), y Greene (2001), produciéndose retardo en la madurez de “Golden Delicious” y “Red Delicious”.

Ensayos realizados en olivo (*Olea europaea* L.) utilizando CPPU, demostraron que las aplicaciones en plena floración provocan un aumento en el peso y tamaño de la fruta, según Antognozzi *et al.* (1993).

Se ha observado un aumento del tamaño del fruto e incremento de los rendimientos en uvas, melones, kiwi, papas, tomates y pepinos. La respuesta obtenida depende del estado de desarrollo de la planta al momento de la aplicación (Nickell, 1986).

La literatura señala otras especies que responden a la aplicación de CPPU sobre el tamaño de frutos, estas son: caqui (*Diospyros kaki* L.), melón (*Cucumis melo* L.) y sandía (*Citrullus lunatus* M.), tanto en frutos semillados y sin semillas (Sugiyama *et al.*, 1995; Hayata *et al.*, 2000).

2.5.3 Utilización de CPPU en arándanos. En arándano ojo de conejo, ensayos realizados por NeSmith (1999) (2002^a) (2002^b) en los cultivares Brightwell, Climax, Powderblue, Premier y Tifblue, demostraron que las aplicaciones de CPPU 12 a 15 días después de plena floración producen un aumento significativo en el tamaño (15 a 25%) y peso medio de los frutos, además aumenta el número total de frutos por planta y registra retraso en la madurez de los frutos en el orden de 3 a 7 días. Ensayos realizados en Chile con CPPU en arándano ojo de conejo cultivar Tifblue, con aplicaciones realizadas en plena floración y en una dosis de 10 mg L⁻¹ muestran un aumento significativo en el diámetro de los frutos, sin embargo, no hubo efectos en la maduración ni variación en el contenido de azúcar al momento de la cosecha, al compararlo con el testigo (Holzapfel, 1997; Merino, *et al.* 2002).

Jouannet (2004), en ensayos realizados con CPPU en los cultivares Aliceblue, Brithwell y Choice, obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, realizando aplicaciones de CPPU 15 días después de plena floración en dosis de 10 mg L⁻¹, aumentando parámetros, tales como: peso de fruto, diámetro y producción de frutos, mientras que el contenido de sólidos solubles disminuyó para todos los cultivares.

Koron y Stopar (2004), con aplicaciones de 10 y 20 mg L⁻¹ de CPPU en arándano alto cultivar Elliott, obtuvieron un retardo en la maduración de 2 y 4 semanas respectivamente; los mismos autores, utilizando dosis de 5 mg L⁻¹ en los cultivares Elliot y Bluecrop, aplicado a fin de floración lograron aumentos significativos en diámetro del fruto.

Serri y Hepp (2004), con aplicaciones realizadas sobre los cultivares Elliot y Lateblue 10 a 15 días después de 50% plena floración, encontraron diferencias significativas en el aumento de tamaño de los frutos y retardo en la maduración sólo para el cultivar Elliot.

Borlando (2006), realizando evaluaciones en arándano alto cultivar Bluehaven, aplicando CPPU sobre el follaje 17 días después de plena floración, y utilizando dosis de 5 y 10 mg L⁻¹, no obtuvo diferencias estadísticamente significativas sobre los parámetros: peso promedio de frutos, diámetro ecuatorial y época de madurez con respecto a las plantas testigos sin aplicación.

3 MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Ubicación del ensayo.

Esta investigación fue realizada durante la temporada agrícola 2004-2005 en el huerto comercial perteneciente a la Sociedad Agrícola El Arrayán, predio ubicado en la comuna de Mulchen, (37° 42' latitud Sur y 72° 13' longitud oeste), con una altura de 136 metros sobre el nivel del mar, distante a 45 km de la ciudad de Santa María de Los Ángeles, provincia del Biobío, Octava región. El suelo presente en el predio pertenece a la serie Collipulli (muy fina, mixta, térmica, Typic Rhodoxeralfs), el cual corresponde a un suelo de textura arcillosa con baja capacidad de infiltración, de topografía irregular y pendientes moderadas a fuertes, susceptibles a la erosión, originado de cenizas volcánicas antiguas (Besoain *et al.*, 1987).

El clima de esta localidad presenta temperaturas mínimas promedio que varían entre los 3,6 ° C en el mes de julio hasta 10,5 ° C en enero (anexo 1) y las máximas promedio varían en un rango de 11,1 ° C en el mes de mayo a 25,9 ° C en el mes de enero (anexo 2). Las precipitaciones máximas promedio para los años 1999 al 2005, se presentan en los meses junio, julio, agosto y septiembre, las que fluctúan entre los 102,1 a 262,3 mm mensuales; y precipitaciones mínimas promedio en los meses de diciembre, enero; registrando fluctuaciones en el orden de los 13,6 a 35,6 mm mensuales. Las precipitaciones medias anuales alcanzan un máximo de 1,668 mm acumulados en el año 2002, el año menos lluvioso fue 2004, con 877 mm acumulados (anexo 3). La humedad relativa presenta porcentajes promedios que van desde 62,9% en enero hasta los 93,1% en junio; con un valor promedio para los periodos 1998-2003 de 78,9% (Villarroel, 2004).

Las evaluaciones se realizaron en el mismo predio, a excepción de la determinación de firmeza de frutos, la cual fue realizada en el laboratorio de post-cosecha del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. La Platina. Santiago-Chile.

3.2 Materiales

El material vegetal utilizado correspondió a plantas uniformes de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Elliott, de 12 años de edad, insertas en un marco de plantación de 3 m entre hileras y 1,5 m sobre hilera, lo que corresponde a una densidad de plantación de 2.222 plantas por hectárea.

3.2.1 Características del cultivar utilizado. En Chile, el cultivar Elliott se caracteriza por presentar mayoritariamente frutos de calibre mediano, con plantas muy productivas, hábito de crecimiento erecto, alto rendimiento y rusticidad. El fruto es de color muy azul en estado maduro, con una cicatriz pequeña. Estudios en Chile han determinado que presenta un alto nivel de acidez. Es una variedad de maduración tardía, presentando en la zona de Talquipén (VIII región), una época de cosecha que va desde inicio de enero a inicio de marzo (Godoy 2002). El número de horas frío para esta variedad es de alrededor de 700-800 (Hancock, 1991).



Figura 6. Diversos tamaños de frutos presentes en huerto de arándano alto cv. “Elliott”, temporada agrícola 2005, Sociedad Agrícola El Arrayán. Localidad de Mulchen. Octava Región.

3.3 Método

La fecha de inicio de las aplicaciones correspondientes al estado fenológico caída de pétalos, la primera aplicación se efectuó el 18 de octubre del 2004 y la unidad experimental correspondió a tres plantas completas utilizando sólo la central para efectos de evaluación

La cosecha de la fruta comenzó el día 6 de enero y se prolongo hasta el 12 de febrero del 2005, el criterio utilizado correspondió a recolectar el fruto, cuando éste lograba una coloración totalmente azul.

Las evaluaciones se realizaron inmediatamente después de recolectar los frutos siguiendo los mismos procedimientos de cosecha establecidos en el huerto, lo que consistía en recolectar la fruta de cada tratamiento en bandejas de 2 kg, las que posteriormente eran trasladadas al packing de selección donde se realizaban las mediciones correspondientes al ensayo.

3.4 Evaluaciones

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

Producción total por planta (g): Se obtuvo pesando la fruta de cada planta o unidad experimental en cada cosecha, utilizando una balanza digital (Scaltec).

Peso promedio de 100 frutos (g): Se obtuvo pesando 100 frutos obtenidos por planta o unidad experimental en cada cosecha, utilizando una balanza digital (Scaltec).

Diámetro promedio ecuatorial (mm): Se obtuvo un promedio a partir del diámetro ecuatorial de 20 frutos cosechados por tratamiento. La medición se realizó en forma manual con un pie de metro (Stanley).

Diámetro promedio longitudinal (mm): Se obtuvo un promedio a partir del diámetro longitudinal de 20 frutos cosechados por tratamiento. La medición se realizó en forma manual con un pie de metro (Stanley).

Sólidos solubles (°Brix): Se determinó a partir del zumo de 20 frutos cosechados por tratamiento, usando para ello un refractómetro manual termocompensado (Carl Zeiss).

Firmeza de Frutos: Se determinó a partir de evaluaciones de acuerdo a la sensación al tacto de 100 frutos cosechados por cada tratamiento y en cada cosecha. Clasificando los frutos de acuerdo a su firmeza en: 1) fruto firme; 2) fruto intermedio; 3) fruto blando.

Determinación de firmeza: La determinación de firmeza fue realizada el 13 de enero del 2005, y correspondió a la tercera cosecha de los tratamientos, realizada el día 12 de enero del mismo año, se utilizó un determinador de firmeza automatizado (FirmTech 2, Bioworks Inc, Oklahoma, USA) especialmente diseñado para realizar tal determinación en frutos pequeños (Mitchum *et al.*, 1997, citado por Ruiz *et al.* 2004). Este equipo estaba conectado a un computador para transferencia de datos, y ejerce fuerza hasta lograr una deformación (deflexión) leve de la baya. La medición fue individual para cada fruto perteneciente a las categorías: 1) fruto firme; 2) fruto intermedio; y 3) fruto blando, considerando cuatro repeticiones para cada una de éstas, los valores obtenidos expresan los gramos de fuerza requeridos para deformar 1 mm ($\text{g} - \text{fuerza mm}^{-1}$). Fueron consideradas 25 bayas para cada rango de firmeza con cuatro repeticiones cada una. El objetivo de esta evaluación fue obtener un valor numérico que permita clasificar la firmeza de las bayas obtenida en cada tratamiento, determinando, así, un posible efecto de la utilización de CPPU sobre la variable firmeza de frutos.

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental correspondió a un diseño de bloques completamente al azar (Little y Hills, 1978), con cuatro tratamientos (testigo, 5 ppm, 10 ppm y 15 ppm de CPPU), aplicados en distintos estados fenológicos correspondientes a: caída de pétalos, 10 días después de caída de pétalos y 20 días después de caída de pétalos con tres repeticiones cada uno (cuadro 1).

Cuadro 1. Estados fenológicos y concentraciones de CPPU utilizadas en cada tratamiento.

Tratamientos	Dosis	Caída de pétalos	10 DDCP	20 DDCP
Trat. 1 (testigo)	-	-	-	-
Trat. 2	5 ppm	x	-	-
Trat. 3	5 ppm	x	x	-
Trat. 4	5 ppm	x	x	x
Trat. 5	10 ppm	x	-	-
Trat. 6	10 ppm	x	x	-
Trat. 7	10 ppm	x	x	x
Trat. 8	15 ppm	x	-	-
Trat. 9	15 ppm	x	x	-
Trat. 10	15 ppm	x	x	x

DDCP: Días después de caída de pétalos

3.5.1 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS (Statistical package for social sciences), versión 12.0. Para la comparación múltiple de medias de todas las variables se utilizó el test Tukey HSD, excepto para la determinación de porcentaje de frutos firmes, la cual fue determinada mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan. Los resultados de los análisis se consideraron significativos cuando $P \leq 0,05$.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Producción total (g/planta).

Realizado el análisis de varianza y la posterior prueba de comparación múltiple de Tukey HSD (valor $p \leq 0,05$), se puede inferir que para el parámetro producción total de frutos por planta no se observa diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos considerados. Este resultado se explica por la gran variabilidad en el comportamiento productivo presentado por las plantas utilizadas en este ensayo, factor impredecible al momento del establecimiento de éste, y refleja la heterogeneidad del huerto.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de CPPU sobre la producción total de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Tratamientos	1	Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	Producción total (g)
T 1 (testigo)		-	-	4954,00 a
T 2		CP	5 ppm	5102,66 a
T 3		CP/10 DDCP	5 ppm	5149,00 a
T 4		CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	3220,66 a
T 5		CP	10 ppm	7313,00 a
T 6		CP/10 DDCP	10 ppm	3693,66 a
T 7		CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	4569,00 a
T 8		CP	15 ppm	6296,66 a
T 9		CP/10 DDCP	15 ppm	5028,33 a
T 10		CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	6935,66 a

2 CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

En la figura 7 se puede apreciar, en forma general, una tendencia marcada en todos los tratamientos de concentrar la producción de frutos maduros durante las fechas 15-01-05 y 05-02-05. Sin embargo, se puede observar un desplazamiento de la curva productiva en los tratamientos 7, tratamiento 8 y el tratamiento 10, donde este último presenta un importante incremento de frutos maduros a fines del periodo de cosecha.

Distintas investigaciones indican que utilizaciones de CPPU provocan un atraso en la maduración de los frutos, debido a que las citoquininas producen un retardo en la senescencia foliar, suprimiendo la expresión de los genes específicos de este suceso o favoreciendo la actividad de los genes involucrados en los procesos de fotosíntesis, conservando por más tiempo su clorofila. La utilización de CPPU estimula la síntesis de proteína en el aparato fotosintético, lo que permite mantener por más tiempo la fotosíntesis y la retención de sustancias fotosintetizadoras (Jensen y Salisbury, 1988; Retamales *et al.*, 1993^a, citados por Jouannet 2004).

Lo indicado anteriormente se contrapone a lo señalado por Shutak *et al.* (1980), quien sostiene que la utilización de citoquininas en los primeros estadios de desarrollo del fruto presentan una mayor concentración y adelanto en cuanto al momento de cosecha.

En el presente ensayo, si bien se aprecia un desplazamiento de la curva productiva hacia fines de cosecha en aquellos tratamientos donde se utilizaron las concentraciones más altas de CPPU, no se observan alteraciones sobre el incremento en el número de frutos por planta y una prolongación del periodo de cosecha de los tratamientos con relación a las dosis y número de aplicaciones, manteniéndose, en general, el mismo patrón productivo observado en el tratamiento testigo.

Shutak *et al.* (1980), sostiene que el patrón de la curva de crecimiento del fruto no se ve afectado mediante el uso de reguladores de crecimiento, y que éstos provocan un aumento en el tamaño de la fruta a lo largo de todo su desarrollo, efecto predominante en esta investigación.

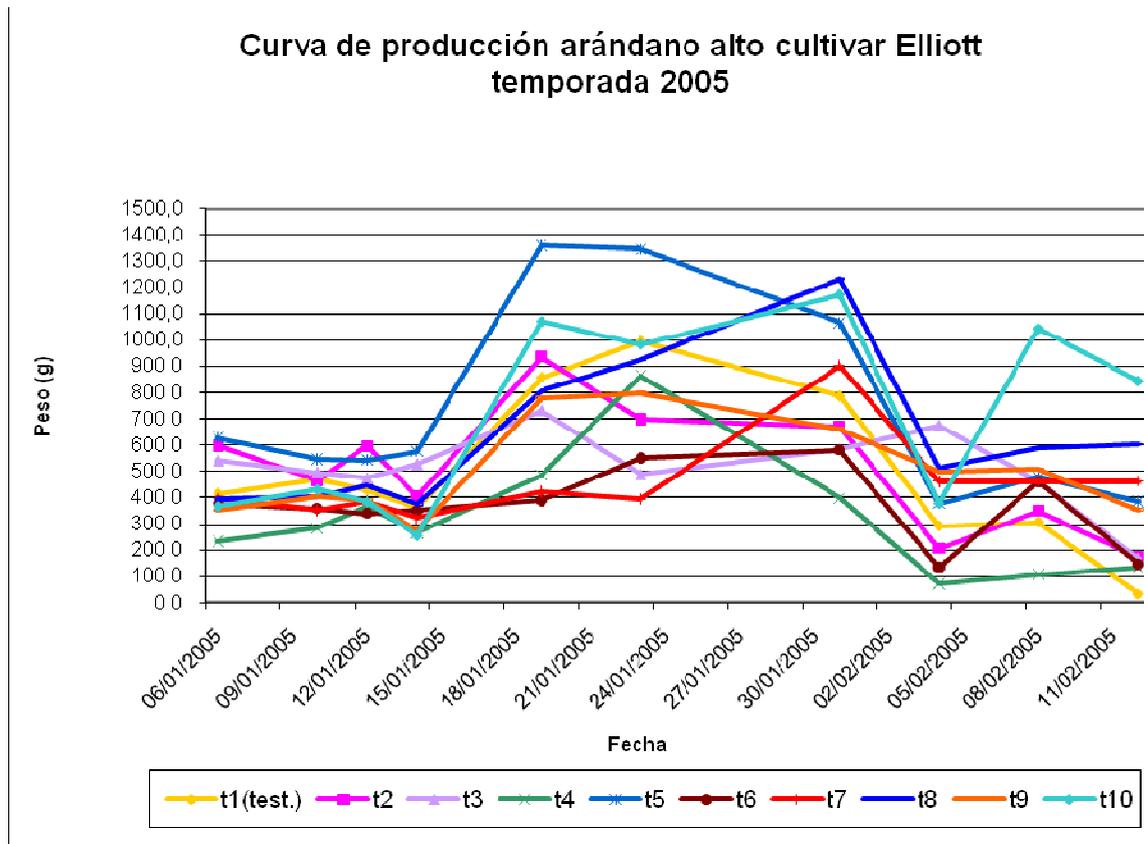


Figura 7. Curva de producción de arándano alto cultivar “Elliott” para los distintos tratamientos con aplicaciones de CPPU. Localidad de Mulchen, Octava Región.

4.2 Peso promedio de frutos (g).

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticamente significativas sobre el peso promedio de los frutos (valor $p \leq 0,05$) entre los distintos tratamientos considerados, la prueba de Tukey HSD permite detectar un incremento para esta variable mediante la aplicación de CPPU, donde el tratamiento 9 registra el mayor valor (1,23 g), seguido del tratamiento 10 (1,20 g), los cuales muestran una diferencia significativa con relación tratamiento testigo.

De esta forma, el tratamiento 9 (1,23 g) y el tratamiento 10 (1,20 g), registran diferencias estadísticamente significativas sobre la variable peso promedio de frutos con respecto al tratamiento testigo (0,87 g), observando un aumento en el peso de las bayas debido a la utilización de CPPU, en el orden de un 28,4 y un 27,5 % , respectivamente.

Además, podemos observar que el tratamiento 2 (0,94 g) el cual consistió en la aplicación mínima del producto y en un sólo estado fenológico, también registra un aumento en el peso promedio de frutos, en el orden de 7,4% superior al tratamiento testigo (0,87 g), quien presentó el menor peso promedio de frutos de todos los tratamientos, aunque no se aprecia significancia estadística entre ambos.

Lo observado claramente fue un incremento en el peso promedio de frutos para todos los tratamientos en los que se utilizó CPPU, algunos de los cuales presentaron valores estadísticamente superiores al tratamiento testigo.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de CPPU sobre el peso promedio de frutos de arándano alto cultivar “Elliott”. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Tratamientos	3	Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	Peso de Frutos (g)
T 1 (testigo)		-	-	0,879 a
T 2		CP	5 ppm	0,944 ab
T 3		CP/10 DDCP	5 ppm	1,023 abc
T 4		CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	1,026 abc
T 5		CP	10 ppm	1,012 abc
T 6		CP/10 DDCP	10 ppm	0,995 abc
T 7		CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	1,126 abc
T 8		CP	15 ppm	1,056 abc
T 9		CP/10 DDCP	15 ppm	1,234 c
T 10		CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	1,209 bc

CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

El mayor peso registrado en las bayas se debe al aumento de tamaño de los frutos producto de la aplicación de citoquinina, el cual en asociación con las auxinas endógenas presentes en la planta favorecen la división celular en el fruto en sus primeros estados de desarrollo (Reynolds et al., 1992). En arándano alto, cultivares Elliott y Bluecrop, Koron y Stopar (2004) aplicaron dosis de 5 mg L^{-1} de CPPU a finales de floración, obteniendo aumentos en el peso de los frutos.

Según Williamson *et al.* (2007), la aplicación de CPPU en dosis de 5 y 10 ppm, por medio de una pulverización dirigida a la fruta es capaz de incrementar el peso de las bayas en arándano alto.

NeSmith (2002a) aplicando CPPU 17 días después de plena floración en diversos cultivares de arándano ojo de conejo, observo aumentos significativos correspondientes a este parámetro, con diferencias de 0,20 g con respecto al testigo. Así también, el mismo autor, obtuvo aumentos de 0,16 y 0,30 g en 1999 y 2000, respectivamente.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, Jouannet (2004) realizó un ensayo aplicando 10 ml L^{-1} de CPPU en tres cultivares de arándano ojo de conejo Aliceblue Brighthwell y Choice 17 días después de plena floración, obteniendo diferencias estadísticamente significativas sobre el parámetro peso de fruto, donde “Brighthwell” aumento 0,22 g con respecto al testigo, mientras que los cultivares Aliceblue y Choice registraron un aumento en peso de 0,20 y 0,18 g, respectivamente.

La teoría respecto al mecanismo de acción de las citoquininas señala que el aumento de volumen de las células se debe a un incremento de los solutos, principalmente azúcares reductores (glucosa, fructosa o ambos), ya que al aumentar la cantidad de este tipo de moléculas en las células se provoca la absorción de agua, equilibrándose las concentraciones osmóticas dentro y fuera de ellas (Jensen y Salisbury, 1988).

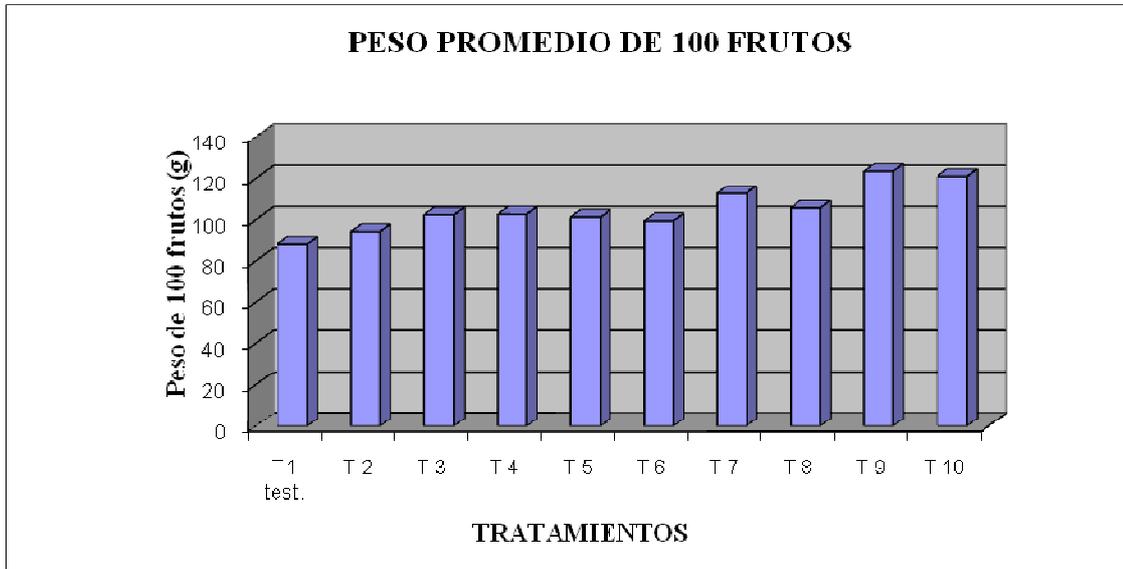


Figura 8. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre el peso de 100 frutos de arándano alto cultivar Elliott . Localidad de Mulchen, Octava Región.

La figura 9 indica una curva ascendente relacionada con el aumento de peso promedio de las bayas según la dosis, estado fenológico y número de aplicaciones del producto, lo que tiene relación con los resultados obtenidos por NeSmith (2002b), quien observó un aumento en la producción debido al considerable aumento de peso que obtienen las bayas tratadas con el producto. La presente investigación indica, al igual que Juoannet (2004), que este incremento en el peso del fruto se transforma directamente en un aumento en la productividad tanto por superficie como por planta, el cual tiene relación con el tamaño de los frutos en respuesta a la aplicación de CPPU (NeSmith, 1999), ya que este fruto se vende como producto fresco, generalmente en cajas de 2 kg aproximadamente, con 12 cestillos en su interior, lo que se traduce en un menor número de frutos para llenar cada cestillo (185 g de fruta aprox.).

Si consideramos el ejercicio realizado por Torres (2008), al realizar cálculos estimativos de producción considerando un rendimiento de 12.000 kg/ha para el cultivar Elliott con 12 años de establecimiento, si dividimos el valor obtenido por el tratamiento testigo (0,87 g) sobre la

variable peso promedio de frutos, se obtienen 13.793.103 bayas las cuales corresponden a la cantidad de fruta necesaria para esa producción.

Al multiplicar los resultados obtenidos en el tratamiento 9 (1,23 g), quien presentó los mayores valores, con la cantidad de frutos necesaria para el rendimiento esperado, de acuerdo a lo estimado, se obtendría una producción de 16.965 kg/ha, es decir un aumento de kg/ha, lo que se traduce en un incremento de un 51,7 % aproximadamente en aumento de peso de frutos por hectárea.

El ejercicio presentado anteriormente representa un incremento de la productividad por hectárea debido al aumento en los rendimientos debido al mayor peso registrado en los frutos, lo que se traduce en mayores retornos económicos y una mayor rentabilidad del cultivo, factores, que en la actualidad, son de suma importancia debido a lo competitivo del rubro y a las mayores exigencias del mercado internacional.

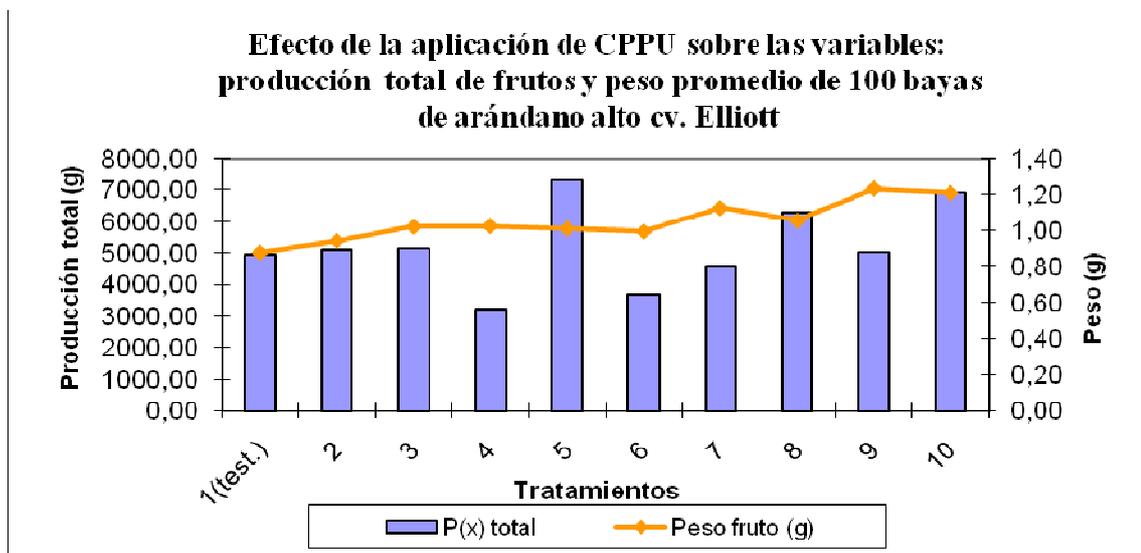


Figura 9. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre las variables producción total y peso promedio en frutos de arándano alto cultivar “Elliott”. Localidad de Mulchen, Octava Región.

4.3 Diámetro promedio ecuatorial (mm).

El análisis de varianzas sobre la variable diámetro promedio ecuatorial indica diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los distintos tratamientos donde se utilizó CPPU, al realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD podemos observar que el tratamiento 9 (14,3 mm) y el tratamiento 10 (14,1 mm) aumentaron su diámetro ecuatorial en 9 y 7,8%, respectivamente, al ser comparados con el tratamiento testigo (13.0 mm) el cual presentó el menor diámetro ecuatorial de todos los tratamientos evaluados.

Los resultados indicados anteriormente coinciden con las investigaciones realizadas por Holzapfel (1997), Merino *et al.*, (2002) y Jouannet (2004) en distintos cultivares de arándano ojo de conejo presentes en la octava región. Ésta última, obtuvo 1,6 mm de aumento de diámetro en el cultivar Aliceblue y la menor respuesta sobre el cultivar Choice con 1.0 mm de diámetro superiores al tratamiento testigo.

Ensayos realizados por NeSmith (1999) (2002^a) (2002b) en diversos cultivares de arándano ojo de conejo, demostraron que las aplicaciones de CPPU 12 a 15 días después de plena floración producen un aumento significativo en el tamaño (15 a 25%) y peso medio de los frutos.

Nickell (1986b), en ensayos realizados en uva de mesa, demostró que el efecto de la aplicación de CPPU sobre el tamaño de las bayas es bajo en prefloración, leve en floración y significativo en postfloración.

Se debe señalar que el aumento en diámetro ecuatorial de las bayas en esta investigación, incrementa a medida que aumenta la dosis y el número de aplicaciones de CPPU (Figura 10). Según Arima *et al.*, (1993), concluye que este compuesto muestra un amplio rango de actividad dependiendo del momento de aplicación y de la concentración, en un gran número de cultivos.

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de CPPU sobre el diámetro ecuatorial de frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Tratamientos	4 Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	Diámetro ecuatorial de frutos (mm)
T 1 (testigo)	-	-	13,00 a
T 2	CP	5 ppm	13,16 a
T 3	CP/10 DDCP	5 ppm	13,51 ab
T 4	CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	13,61 ab
T 5	CP	10 ppm	13,68 ab
T 6	CP/10 DDCP	10 ppm	13,45 ab
T 7	CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	13,98 ab
T 8	CP	15 ppm	13,78 ab
T 9	CP/10 DDCP	15 ppm	14,38 b
T 10	CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	14,14 b

CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

Según el Departamento de Extensión de la Michigan Blueberry Growers (MBG), quien clasifica de acuerdo a valores en mm el diámetro ecuatorial del fruto de arándano alto en: calibre pequeño (\leq a 10 mm), medio (entre 11 y 15 mm) y fruto grande (\geq a 16 mm) (Godoy, 2002), y de acuerdo a lo indicado por Araya y Escudero (2002), quienes señalan que los calibres requeridos para la exportación de arándanos corresponden a 9,0 mm. Se puede señalar que esta premisa fue ampliamente superada por todos los tratamientos evaluados, incluido el tratamiento testigo (Figura 10).

Según Hopkins (1999), el aumento de calibre se explica por el efecto promotor del crecimiento que poseen las citoquininas mediante la división celular.

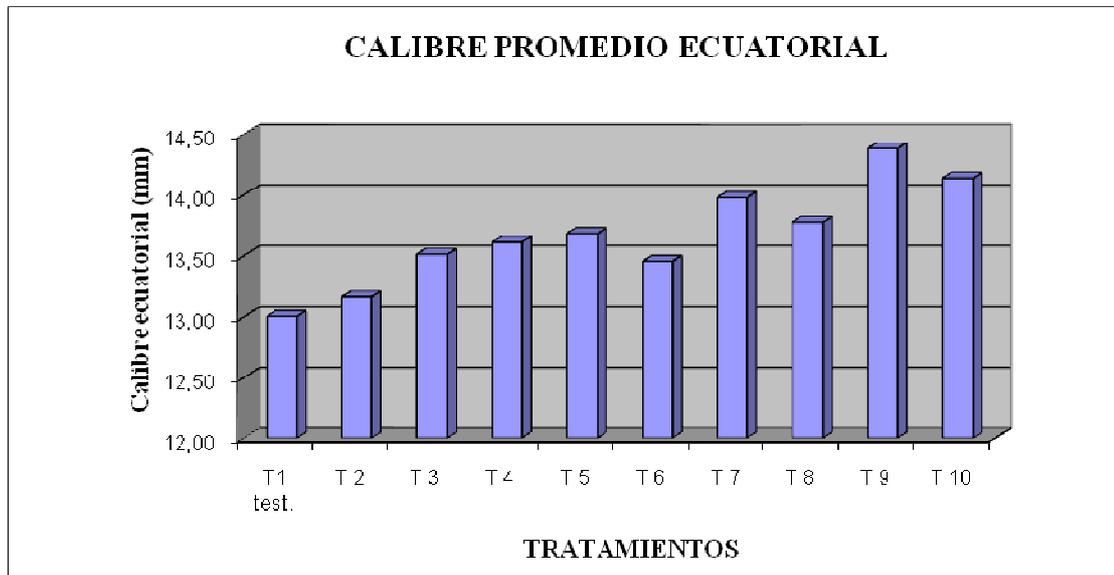


Figura 10. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre la variable diámetro promedio ecuatorial en frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

La figura 11, representa la correlación existente entre los parámetros producción total de frutos (g) y el aumento de diámetro promedio ecuatorial (mm) de las bayas, el cual indica que la aplicación de CPPU provoca un efecto estadísticamente significativo sobre la variable diámetro promedio ecuatorial entre los tratamientos donde fue utilizado el producto, los que registraron calibres superiores a los observados en el tratamiento testigo.

Lo señalado anteriormente no se relaciona con la producción total de frutos obtenidos en este ensayo, debido a los diferentes comportamientos productivos manifestados por las plantas utilizadas como unidad experimental. Sin embargo, se puede apreciar que aplicaciones de CPPU permiten obtener frutos de mayor tamaño, debido a un mayor número de células en el fruto, por lo que un mayor número de éstas se estarían dividiendo, con el consecuente aumento en el tamaño de las bayas (Wooley *et al.*, 1991; Antognozzi *et al.*, 1997). Según lo indicado podemos señalar que los frutos de arándano alto cultivar Elliott responden favorablemente a aplicaciones de CPPU, descartando un posible efecto raleador en cada uno de los tratamientos debido a la utilización del producto (ver producción total registrada por tratamiento 10), considerando la

teoría de Nickell (1986), quien realizando ensayos en uva de mesa (*Vitis vinífera* L.) demostró que el efecto de la aplicación de CPPU sobre el tamaño de las bayas es bajo en prefloración, leve en floración y significativo en postfloración, de este modo el efecto de raleo de frutos es significativo cuando las aplicaciones se realizan de manera inversa (ver figura 3).

Rivas, (1997); Navarro, (1998), citado por Torres, (2008), indica que en uva de mesa, la aplicación en conjunto de giberelinas y CPPU provoca un aumento marcado en el tamaño de las bayas, lo cual trae como consecuencia un incremento en el peso de éstas y un aumento en la producción total de la planta, parámetros que de igual forma, presentaron diferencias estadísticamente significativas sobre el peso promedio de frutos en el presente ensayo, realizado en arándano alto, solamente con la utilización de citoquinina sintética. Además, el mismo autor, al referirse a los momentos de aplicación considerados en su investigación utilizando CPPU y GA₃ en arándano alto cultivar O'neal, indica que distintos momentos de aplicación de estos productos no influye sobre el tamaño y peso de los frutos.

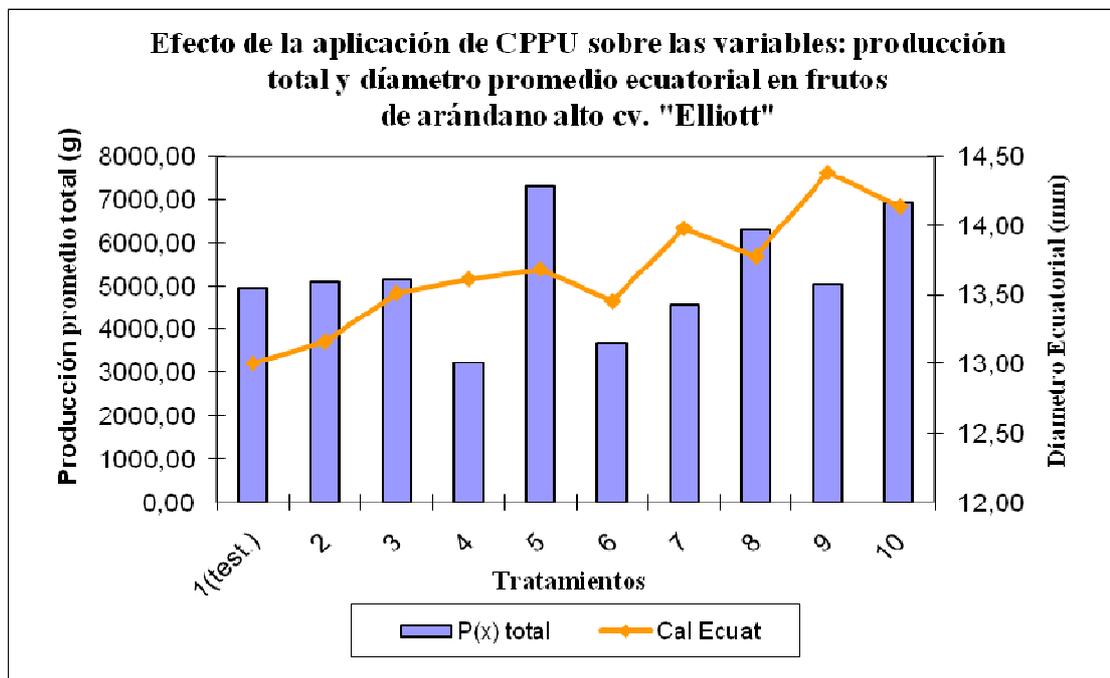


Figura 11. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre las variables producción total y diámetro promedio ecuatorial en frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

4.4 Calibre promedio longitudinal (mm).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y al efectuar la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD, podemos apreciar diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos, donde, nuevamente el tratamiento 9 (10,68 mm), seguido del tratamiento 10 (10,60 mm), presentan mayores valores en comparación al tratamiento testigo (9,51 mm), los que se traducen en un 11,2 y 10,3 % de incremento; respectivamente. Con relación al tratamiento 2 (9.48 mm), este fue levemente inferior al tratamiento testigo sobre este parámetro. Sin embargo, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre ambos, y constituyen los tratamientos que presentaron el menor diámetro promedio longitudinal.

Al igual que el parámetro calibre ecuatorial, los frutos aumentaron el calibre longitudinal a medida que se aumentó la dosis y el número de aplicaciones de CPPU.

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de CPPU sobre el diámetro longitudinal de frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Tratamientos	5 Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	Diámetro longitudinal de frutos(mm)
T 1 (testigo)	-	-	9,52 a
T 2	CP	5 ppm	9,48 a
T 3	CP/10 DDCP	5 ppm	9,89 ab
T 4	CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	10,00 ab
T 5	CP	10 ppm	10,06 ab
T 6	CP/10 DDCP	10 ppm	9,82 ab
T 7	CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	10,34 ab
T 8	CP	15 ppm	10,20 ab
T 9	CP/10 DDCP	15 ppm	10,68 b
T 10	CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	10,60 b

6 CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

Diversas teorías, entre ellas, la de Tizzio (1980), indican que el CPPU induce un aumento en la división celular provocando un incremento en el número de células por fruto y consecuentemente un incremento en el tamaño de estos.

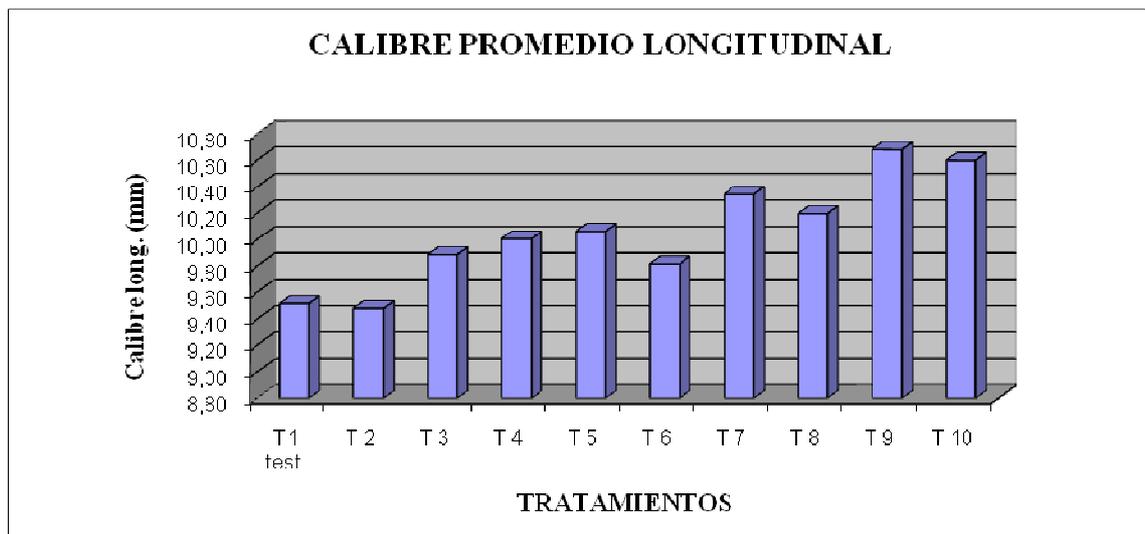


Figura 12. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre la variable diámetro promedio longitudinal en frutos de arándano alto cultivar “Elliott”. Localidad de Mulchen, Octava Región.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros de calidad diámetro promedio ecuatorial y diámetro promedio longitudinal (figura 13), se puede inferir que la utilización de CPPU no altera la forma natural de las bayas de arándano alto cultivar Elliott, debido a que el producto mantiene una relación largo/diámetro menor en aquellas bayas tratadas con CPPU, logrando mantener la condición redonda de los frutos, transformándose en una herramienta tecnológica utilizable en esta especie (NeSmith y Adair, 2004).

Antognozzi *et al.*, (1993), determinaron que CPPU aplicado en kiwi promueve el crecimiento de los diferentes tejidos de los frutos como el epicarpio, mesocarpio y endocarpio sin modificar sus proporciones relativas.

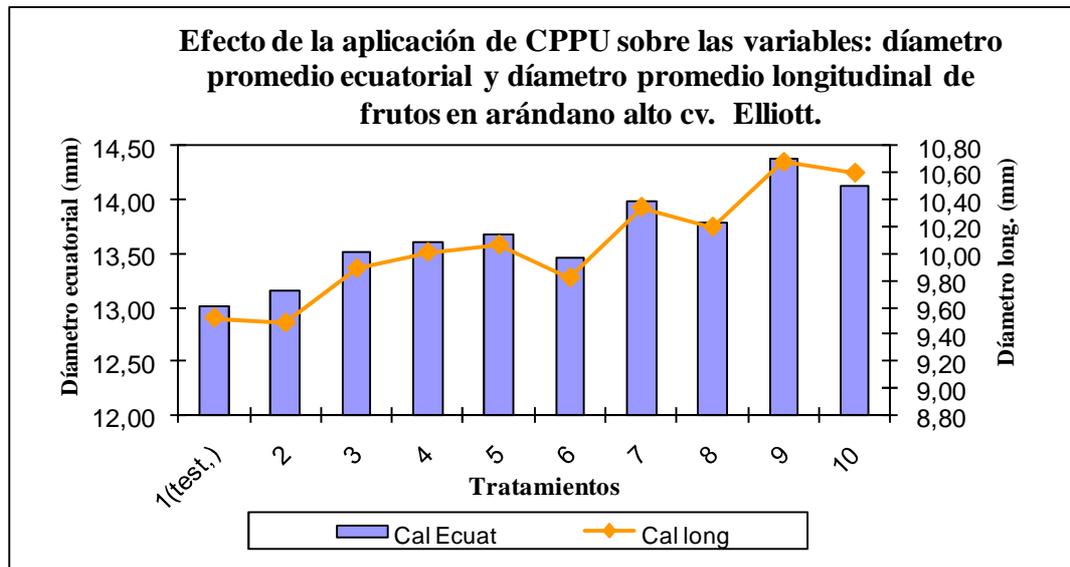


Figura 13. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre las variables diámetro promedio ecuatorial y diámetro promedio longitudinal en frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Las observaciones realizadas por Retamales *et al.*, (1993); Dokoozlian *et al.*, (1994); Retamales *et al.*, (1994); y señalan que la baya se ve alterada en su forma, ya que el CPPU estimula la división periclinal de las células de éstas, lo que trae como resultado un crecimiento proporcionalmente mayor del diámetro que del largo, a diferencia del AG₃ que estimula el crecimiento anticlinal, promoviendo la formación de bayas más largas. Esta última condición constituye una característica comercial indeseable en bayas de arándano a diferencia de ciertos cultivares de uva de mesa cuyos mercados establecidos requieren de frutos alargados. Sin embargo, no podemos descartar una asociación estratégica de ambos compuestos hormonales debido a resultados bastante promisorios obtenidos en ciertos estudios realizados sobre esta materia (Holzapfel, 1997; NeSmith ,1999; Merino *et al.*, 2002; NeSmith, 2002a; NeSmith, 2002b)

4.5 Sólidos Solubles (°Brix)

La aplicación de CPPU sobre el parámetro de calidad sólidos solubles (° Brix), no mostró diferencias estadísticamente significativas en ningún tratamiento evaluado en este ensayo, observando que el producto estimula la división y elongación celular en el fruto no afectando la concentración de azúcar.

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de CPPU sobre el contenido de azúcar en frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

7	Tratamientos	8	Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	Sólidos Solubles (°Brix)
	T 1 (testigo)		-	-	13,34 a
	T 2		CP	5 ppm	13,44 a
	T 3		CP/10 DDCP	5 ppm	13,25 a
	T 4		CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	13,22 a
	T 5		CP	10 ppm	13,38 a
	T 6		CP/10 DDCP	10 ppm	13,22 a
	T 7		CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	13,21 a
	T 8		CP	15 ppm	13,25 a
	T 9		CP/10 DDCP	15 ppm	13,02 a
	T 10		CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	13,09 a

CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos sobre este parámetro coinciden con los datos obtenidos por Holzapfel (1997); Merino *et al.*, (2002); Yang (2004); Borlando (2006), quienes señalan que la utilización de CPPU no altera el contenido de azúcar (° Brix) presente en las bayas evaluadas. Lo que difiere de los datos obtenidos por Jouannet (2004), quien registró diferencias significativas sobre esta variable, indicando que este efecto sería consecuencia de la acción de dilución de los sólidos solubles al aumentar el volumen de las bayas, debido al mayor número de células presentes en ellas producto de la utilización de CPPU (Retamales *et al.*, 1993a), efecto

particularmente contrario a los resultados observados en este ensayo, a diferencia de distintas investigaciones realizados en uva de mesa que sí manifiestan una disminución en el contenido de azúcar de los frutos.

Sin embargo, es importante señalar que el cultivar Elliott, variedad utilizada en este ensayo, se caracteriza por presentar un alto nivel de acidez y niveles de azúcar no superiores a los 11 ° Brix los cuales, según Moggia (1991) constituyen arándanos demasiado inmaduros y faltos de dulzor, factor condicionado genéticamente, lo que podría influir en la nula expresión de esta variable al ser comparado con otras variedades evaluadas en Chile, las que presentan niveles superiores de azúcar en sus frutos, los cuales, probablemente, disminuyeron su contenido producto de la aplicación de citoquininas.

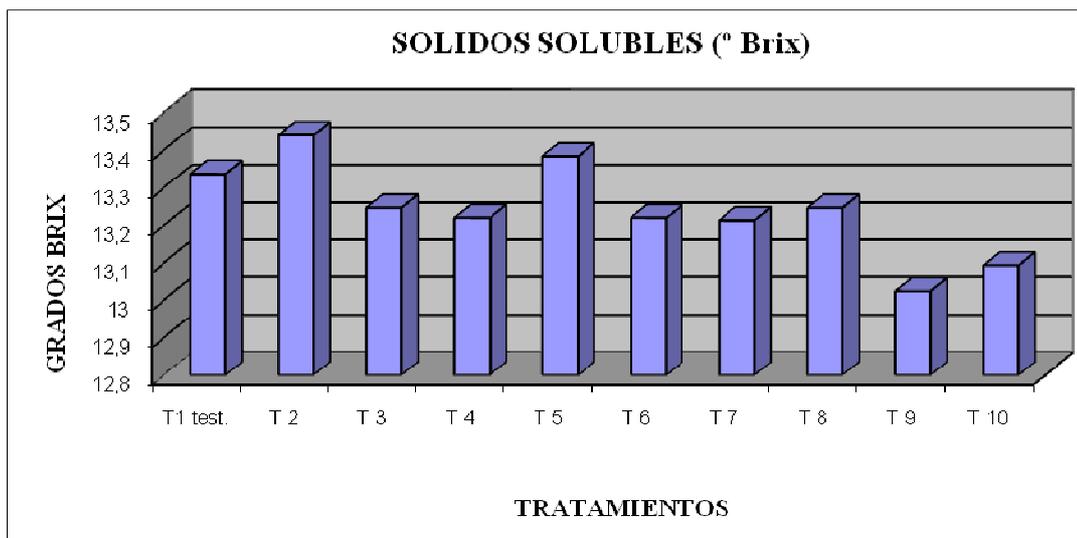


Figura 14. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre la variable porcentaje de sólidos solubles (° Brix) en frutos de arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

4.6 Firmeza de frutos

El análisis de varianza indica diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos sobre la variable porcentaje de frutos firmes. Según la prueba de Duncan, los tratamientos 7 (93,63%); tratamiento 8 (93,57%); y el tratamiento 4 (93,53%), son aquellos que presentan el mayor porcentaje de frutos firmes con relación al tratamiento testigo (91,63%) el cual muestra el menor valor (cuadro 7).

Los resultados obtenidos en este ensayo tienen relación con lo observado por NeSmith (1999), quien al realizar un estudio utilizando CPPU, obtuvo un leve incremento sobre la variable firmeza de frutos en arándano ojo de conejo, cultivar Tifblue, al realizar aplicaciones del producto en dos oportunidades, y al comparar los resultados obtenidos con aquellos frutos aplicados una sola vez, sosteniendo que aplicaciones de CPPU no alteran de manera importante la condición de firmeza en el fruto de arándano.

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de CPPU sobre el porcentaje de frutos firmes en arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

9	Tratamientos	10	Época de aplicación	Dosis CPPU (mg L ⁻¹)	% Frutos Firmes
	T 1 (testigo)		-	-	91,63 a
	T 2		CP	5 ppm	92,53 ab
	T 3		CP/10 DDCP	5 ppm	93,27 b
	T 4		CP/10 DDCP/20 DDCP	5 ppm	93,53 b
	T 5		CP	10 ppm	93,27 b
	T 6		CP/10 DDCP	10 ppm	93,33 b
	T 7		CP/10 DDCP/20 DDCP	10 ppm	93,63 b
	T 8		CP	15 ppm	93,57 b
	T 9		CP/10 DDCP	15 ppm	93,10 ab
	T 10		CP/10 DDCP/20 DDCP	15 ppm	92,03 ab

CP: Caída de pétalos; DDCP: Días después de caída de pétalos.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Sin embargo, al observar los valores obtenidos en la variable calibre promedio ecuatorial y al asociarlos a los datos obtenidos en la variable porcentaje de frutos firmes, podemos inferir que a diferencia de lo registrado por Ballinger *et al.*, (1973) quienes indican que existen diferencias de firmeza entre cultivares, siendo mayor en frutos de calibre pequeño. Los resultados presentes en ésta investigación indican que los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de frutos firmes fueron también aquellos que presentaron el mayor diámetro promedio ecuatorial, exceptuando los tratamientos 10 (92,63%) y tratamiento 9 (93,10%) quienes, junto al tratamiento 2 (92,53%) no se diferenciaron del tratamiento testigo (91,63%), el cual presentó el menor porcentaje de frutos firmes.

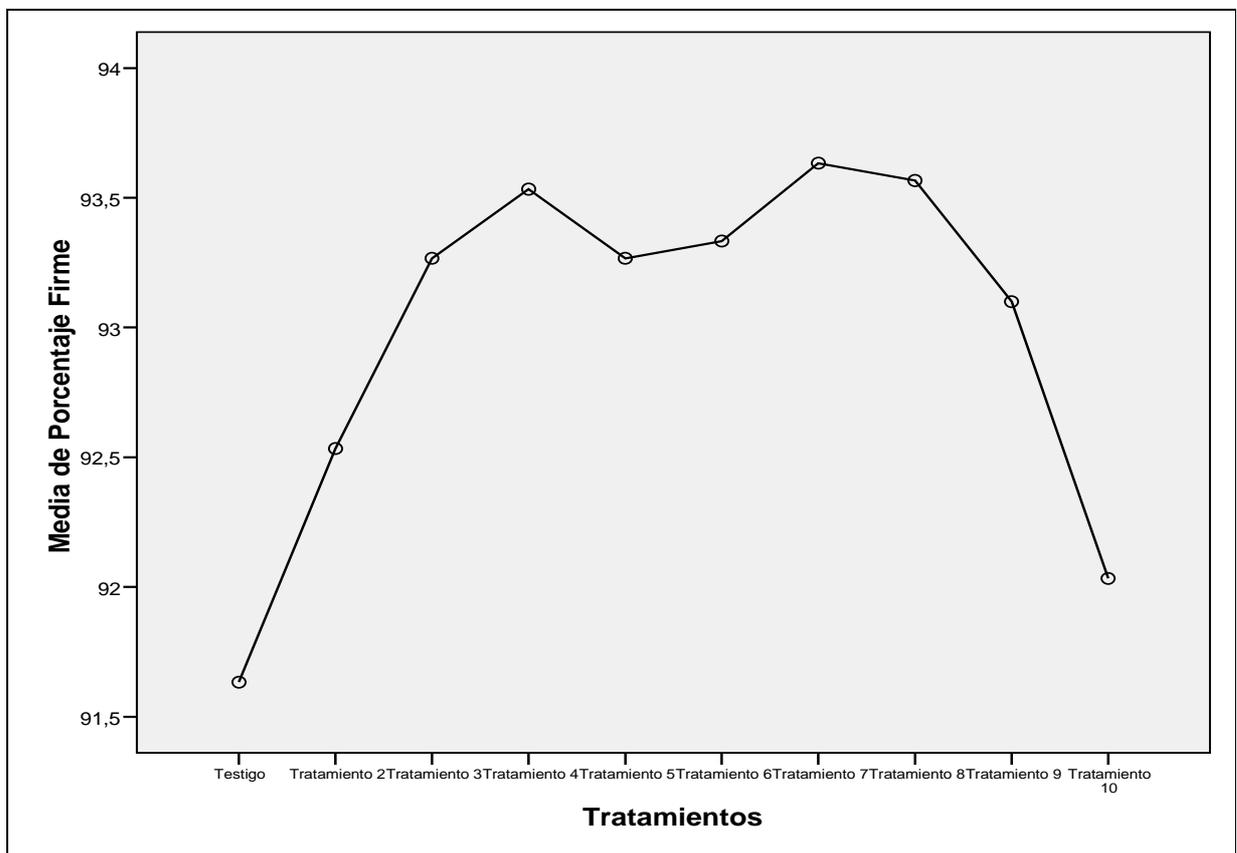


Figura 15. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre la variable porcentaje promedio de frutos firmes en arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Lo anterior tendría explicación debido a la baja dosis de producto utilizada en el tratamiento 2, el cual, además considero un sólo momento de aplicación; y en forma contraria, el bajo porcentaje de frutos firmes ocurrido en los tratamientos 9 y 10; fenómeno, probablemente, asociado a una fitotoxicidad provocada por una sobre utilización del producto, el cual provoca un desorden fisiológico de carácter hormonal, debido a que la utilización de reguladores de crecimiento son activos en un rango de concentraciones; ya que dosis demasiado altas pueden ser inhibitorias, lo que visualmente se hizo presente con un cambio de color de las hojas ubicadas en los extremos apicales de las ramillas, pérdida de homogeneidad en el tamaño de los frutos y un manchado de éstos a nivel de la corona, cuando se encontraban en estado de fruto verde. Fenómeno observado, también, por Borlando (2006), únicamente en los frutos, al realizar un ensayo en arándano alto, cultivar Bluehaven.

Yang (2004), indica la posibilidad de una fitotoxicidad provocada por el uso de CPPU en dosis superiores a las 10 mg/L^{-1} , y que las nuevas investigaciones deben ser orientadas a determinar el mejor momento de aplicación del producto y los posibles problemas de fitotoxicidad entre los diferentes cultivares de arándano.

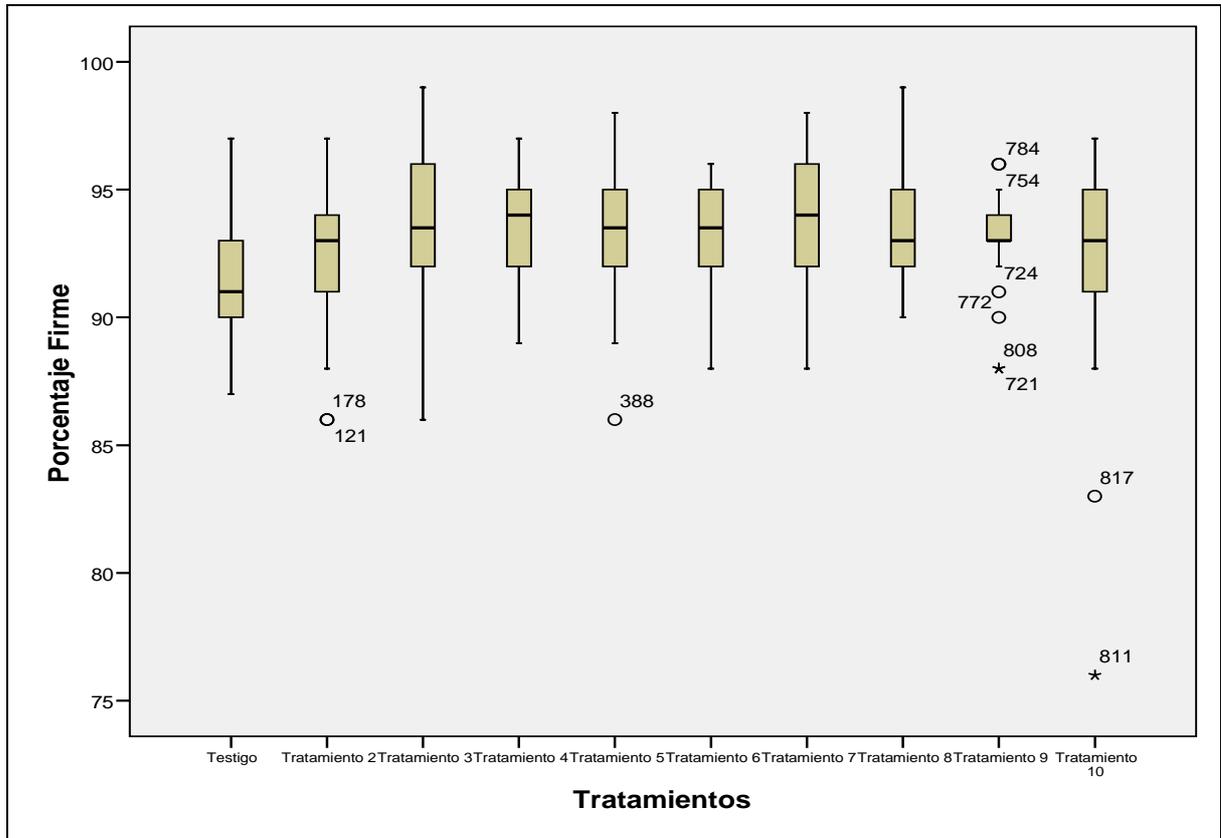


Figura 16. Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre la variable porcentaje promedio de frutos firmes en arándano alto cultivar Elliott. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Al observar la figura 16, la cual corresponde a un gráfico de cubo que considera todas las repeticiones sin bloquear por hileras, podemos observar en forma global el comportamiento de los tratamientos sobre la variable porcentaje de frutos firmes, el cual no representa una diferencia importante entre los tratamientos y sólo destaca los casos extremos del tratamiento 10, que indican un bajo porcentaje de frutos firmes.

Si observamos que los frutos que registran el mayor calibre promedio ecuatorial presenta el mayor peso promedio, y que estos a su vez presentan el mayor porcentaje de firmeza, es probable inferir que esta última variable se encuentre directamente relacionada con el agua

necesaria para equilibrar las concentraciones osmóticas dentro y fuera de las células debido al aumento en su volumen producto de la aplicación de citoquininas, las cuales promueven la división celular, existiendo un mayor número de núcleos al interior del fruto (Jensen y Salisbury, 1988), lo que conllevaría a la obtención de bayas más firmes debido a la mayor presión de turgencia presente en las células, debido a una mayor cantidad de agua presente en su interior, provocando una elevada presión osmótica del contenido celular, con lo cual la membrana protoplasmática va siendo progresivamente comprimida contra la pared celular, iniciándose, lo que se denomina, presión de pared, la cual constituye una contraposición de fuerzas, donde los órganos de plantas situados en esta condición quedan en un estado denominado turgente, esta fuerza le da rigidez a las plantas y frutos ayudando a mantenerlas erectas y firmes (Salisbury y Ross, 1994).

(Perkins – Veazie *et al.*,1995; Allan-Wojtas *et al.*,2001, citados por Godoy, 2004), al evaluar la conservación de dos variedades de arándano alto en condiciones de frío convencional, detecto una progresiva deformación al realizar mediciones de firmeza, a medida que aumentaban los días de almacenaje atribuyendo este fenómeno a la pérdida de agua presentada por los frutos durante este periodo.

Avenant *et al.*, (2006) señala que aplicaciones citoquininas en uva de mesa, además de aumentar significativamente el tamaño y peso de las bayas, también logra mejorar la firmeza de éstas, pero en algunos casos pueden retrasar la toma de azúcar del fruto.

4.6.1 Determinación de firmeza.

Con la finalidad de obtener un valor numérico que permita clasificar la firmeza de las bayas obtenida en cada tratamiento, evaluando, así, un posible efecto de la utilización de CPPU sobre esta variable, se utilizó un determinador de firmeza automatizado (FirmTech 2, Bioworks Inc, Oklahoma, USA) especialmente diseñado para realizar tal determinación en frutos pequeños (Mitchum *et al.*, 1997, citado por Ruiz *et al.*, 2004). Este equipo estaba conectado a un

computador para transferencia de datos, y ejerce fuerza hasta lograr una deformación leve de la baya. La medición fue individual para cada fruto perteneciente a las categorías: 1) fruto firme; 2) fruto intermedio; y 3) fruto blando, considerando cuatro repeticiones para cada una de éstas, los valores obtenidos expresan los gramos de fuerza requeridos para deformar 1 mm ($\text{g} \cdot \text{fuerza} \cdot \text{mm}^{-1}$).



Figura 17. Determinación de firmeza instrumental de frutos de arándano alto cultivar Elliott, tratados con aplicaciones de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Cuadro 8. Clasificación de las bayas en términos de firmeza al tacto y determinación de firmeza instrumental de arándano alto cultivar Elliott evaluados durante la temporada 2005.

Firmeza al tacto	Firmeza instrumental¹ $\text{gF} \cdot \text{mm}^{-1}$
Fruto firme	211,62
Fruto intermedio	167,75
Frutos blando	158,03

1 Equipo Firmtech 2; gF: g de fuerza.

Como se había mencionado anteriormente, los frutos que registran el mayor calibre promedio ecuatorial presenta el mayor peso promedio, y éstos a su vez presentan el mayor porcentaje de firmeza. Ruiz *et al.*, (2004) realizando estudios en uva de mesa relacionados con el problema de la uva blanda, de igual forma se observó que las bayas de la categoría firmes tuvieron mayor peso que las blandas y que las intermedias ($P \leq 0,05$). Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre las bayas intermedias y las blandas.

De acuerdo a lo indicado por Wills *et al.*, (1985), citado por Doberti (2001), quien señala que la firmeza del fruto puede valorarse subjetivamente, mediante la presión ejercida con el dedo pulgar u objetivamente utilizando un instrumento. Actualmente se registran valores referenciales correspondientes a firmeza de fruto, solamente para el cultivar de arándano Tifblue (NeSmith, 1999) tratados con CPPU, existiendo muy poca información con relación a este parámetro el cual es considerado como índice de calidad (Ballinger *et al.*, 1973; Fundación Chile, 1997).

5 CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos en este ensayo se puede concluir que:

- 1.- La utilización de CPPU en la fruta del cultivar Elliott no evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos considerados, sobre el parámetro producción total de frutos por planta.
- 2.- El análisis de varianza indicó diferencias estadísticamente significativas sobre el peso promedio de los frutos para los distintos tratamientos considerados, detectando un incremento en el peso de las bayas producto de la aplicación de CPPU, el tratamiento testigo registró el menor peso promedio de todos los tratamientos.
- 3.- La variable diámetro promedio ecuatorial presentó diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos con aplicaciones de CPPU, el testigo fue el que registró el menor diámetro ecuatorial de todos los tratamientos evaluados.
- 4.- De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, para la variable diámetro promedio longitudinal, se pudo determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el tratamiento 2, fue el que registró el menor valor junto al tratamiento testigo.
- 5.- La aplicación de CPPU sobre el parámetro de calidad sólidos solubles (° Brix), no evidencio diferencias estadísticamente significativas en ningún tratamiento evaluado en este ensayo, observando que el producto estimula la división y elongación celular en el fruto no afectando la concentración de azúcar.
- 6.- La variable porcentaje de frutos firmes indicó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, donde el mayor porcentaje de frutos firmes se obtuvo en los tratamientos 7; tratamiento 8; y el tratamiento 4, al compararlos con el tratamiento testigo el cual muestra el menor valor.

Con la utilización de CPPU en arándano alto cultivar Elliott, se observó un incremento importante en aquellos parámetros relacionados con calidad del fruto destacando las variables, peso promedio del fruto, diámetro promedio ecuatorial, diámetro promedio longitudinal y porcentaje de frutos firmes, destacando los tratamientos 7; tratamiento 8 y tratamiento 9.

Se debe hacer presente que la forma de la baya no fue afectada por el producto al correlacionar las variables diámetro promedio ecuatorial y diámetro promedio longitudinal, como tampoco se evidenció estadísticamente un efecto sobre la madurez de los frutos según su contenido de azúcar.

Los resultados obtenidos en este ensayo permiten concluir que a medida que aumenta la dosis y el número de aplicaciones de CPPU, se logró aumentar el peso y volumen de las bayas, como además influyó en la firmeza de éstas. Sin embargo, se debe indicar la posibilidad de una fitotoxicidad producto del uso de CPPU, al utilizar dosis muy elevadas las que provocarían un efecto inhibitorio.

6 RESUMEN

Actualmente existen diversas herramientas tecnológicas de manejo que permiten promover el tamaño de frutos en diversas especies frutales, como es el caso de las citoquininas, sean estas de origen natural o sintético, las que corresponde a una sustancia orgánica perteneciente al grupo de los reguladores de crecimiento endógeno de las plantas.

Con la finalidad de obtener mayores antecedentes en relación al uso, folchlorfenuron (CPPU) en el cultivo del arándano alto cultivar Elliott, se estableció un ensayo orientado a evaluar el efecto del uso de distintas dosis de este producto sobre la calidad de la fruta. Esta investigación fue realizada durante la temporada agrícola 2004-2005 en el huerto comercial perteneciente a la Sociedad Agrícola El Arrayán, Comuna de Mulchen, Octava región.

El diseño experimental correspondió a un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos: testigo, 5 ppm, 10 ppm y 15 ppm de CPPU, aplicados en 3 estados fenológicos: caída de pétalos, 10 días después de caída de pétalos y 20 días después de caída de pétalos, con tres repeticiones cada uno. Los parámetros evaluados consideraron: Producción total por planta, peso promedio de frutos, diámetro promedio ecuatorial, diámetro promedio longitudinal, concentración de sólidos solubles (° Brix) y firmeza de frutos.

Los resultados obtenidos indican que la utilización de CPPU en dosis superiores a 10 ppm, en arándano alto cultivar Elliott, registran un incremento importante en aquellos parámetros relacionados con calidad del fruto, destacando las variables, peso promedio del fruto donde los tratamientos 9 (1,23 g) y el tratamiento 10 (1,20 g) presentaron un aumento en el peso en el orden de 28, 4 y un 27,5%; respectivamente, en comparación al tratamiento testigo (0,87 g). El diámetro promedio ecuatorial también registro diferencias estadísticamente significativas, donde nuevamente el tratamiento 9 (14,3 mm) y el tratamiento 10 (14,1 mm) aumentaron su diámetro ecuatorial en un 9 y 7,8%; respectivamente, al ser comparado con el tratamiento testigo (13 mm).

Estos resultados permitieron realizar cálculos estimativos de producción que indican un incremento en el rendimiento en el orden de un 25 % de aumento en el peso de los frutos por hectárea utilizando 15 ppm de CPPU.

Los resultados obtenidos sobre la variable diámetro promedio longitudinal también evidencia un incremento estadísticamente significativo sobre este parámetro donde los tratamientos 9 (10,68 mm), seguido del tratamiento 10 (10,60 mm) registraron un aumento de 11,2 y 10,3 %; respectivamente, en comparación al tratamiento testigo (9,51 mm). La variable porcentaje de frutos firmes, indica que los tratamientos 7 (93,63 %), tratamiento 8 (93,57%); y el tratamiento 4 (93,53 %), son aquellos que presentan el mayor porcentaje de frutos firmes al compararlos con los valores obtenidos por el tratamiento testigo (91,63).

Se debe hacer presente que la forma de la baya no fue alterada por la utilización del producto al correlacionar las variables diámetro promedio ecuatorial y diámetro promedio longitudinal, además, no se evidenció un efecto estadísticamente significativo sobre la madurez de los frutos según su contenido de azúcar.

Palabras Claves: Arándano alto, Citoquininas, CPPU, Calidad, Firmeza de Frutos

7 SUMMARY

Nowadays they exist diverse technological tools of managing that allow to promote the size of fruits in diverse fruit species, since it is the case of the cytokinines, are these of natural or synthetic origin, that it corresponds to an organic substance belonging to the group of the regulators of endogenous growth of the plants.

With the purpose of obtaining major precedents in relation to the use of the regulator of synthetic growth of the type cytokinines, folchlorfenuron (CPPU) in the culture of the highbush blueberries to cultivate Elliott, a test was established orientated to evaluating the effect of this compound on the quality of the fruit. This investigation was realized during the agricultural season 2004-2005 in the commercial garden belonging to the Agricultural Company El Arrayán, Mulchen Commune, Eighth Region.

The experimental design corresponded to a design of blocks completely at random, with four treatments: witness, 5 ppm, 10 ppm and 15 ppm of CPPU applied in 3 conditions fenológicos: fall of petals, 10 days after fall of petals and 20 days after fall of petals, with three repetitions each one. The evaluated parameters considered: total Production for plant, average weight of fruits, average equatorial diameter, average longitudinal diameter, concentration of solid soluble (° Brix) and firmness of fruits.

The obtained results indicate that CPPU utilization in highbush blueberries to cultivate Elliott, they registered an important increase in those parameters related to quality of the fruit, emphasizing the variables, average weight of the fruit where the treatments 9 (1,23 g) and the treatment 10 (1,20 g) presented an increase in the weight in the order of 28, 4 and one 27,5 %; respectively, in comparison to the treatment witness (0,87 g). The average equatorial diameter also I register statistically significant differences, where again the treatment 9 (14.3 mm) and the treatment 10 (14,1 mm) increased his equatorial diameter in 9 and 7,8 %; respectively, when is

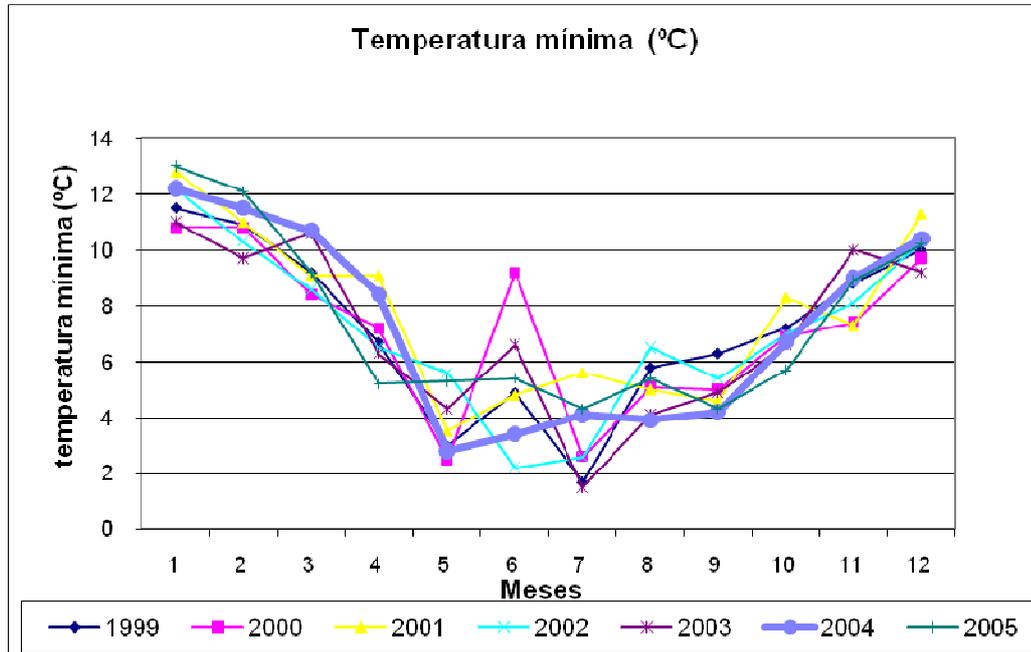
compared with the treatment witness (13 mm). These results allowed to realize judging calculations of production that indicate an increase in the performance in the order of 25 % of increase in the weight of the fruits for hectare.

The results obtained on variable average longitudinal diameter also demonstrates a statistically significant increase on this parameter where the treatments 9 (10,68 mm), followed by the treatment 10 (10,60 mm) registered an increase of 11,2 and 10,3 %; respectively, in comparison to the treatment witness (9,51 mm). Variable percentage of firm fruits, it indicates that the treatments 7 (93,63 %), treatment 8 (93,57 %); and the treatment 4 (93,53 %), is those who present the major percentage of firm fruits they are compared with the values obtained by the treatment by witness (91,63).

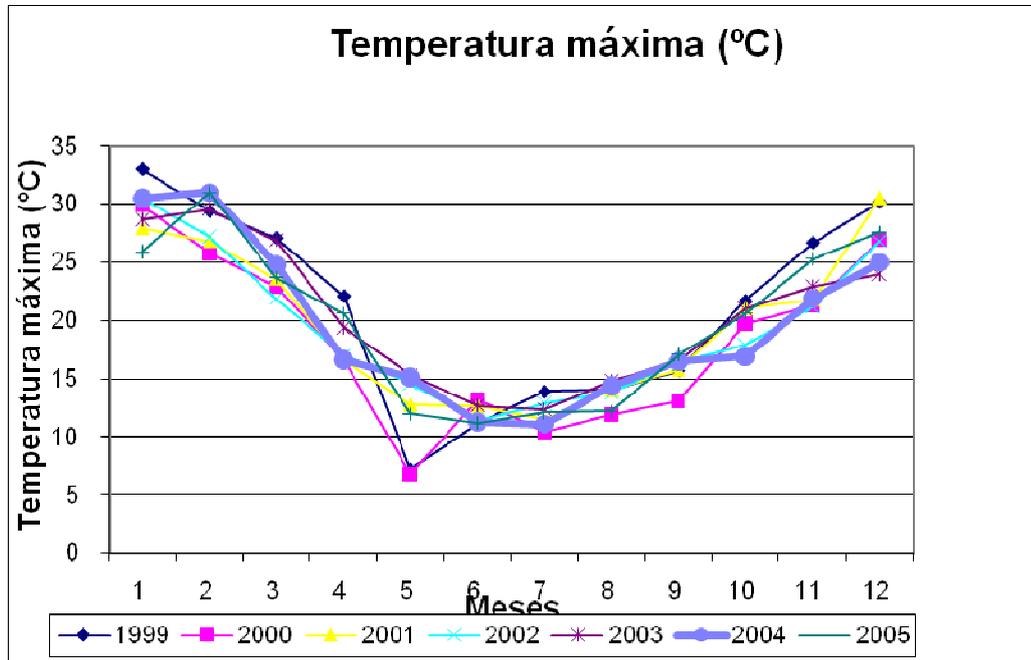
Present must do that the form of the berry was not altered by the utilization of the product when the variables correlated average equatorial diameter and average longitudinal diameter, in addition, did not demonstrate a statistically significant effect on the maturity of the fruits according to his content of sugar.

Key words: Highbush blueberries, Citokinines, CPPU, quality, firmness of fruits.

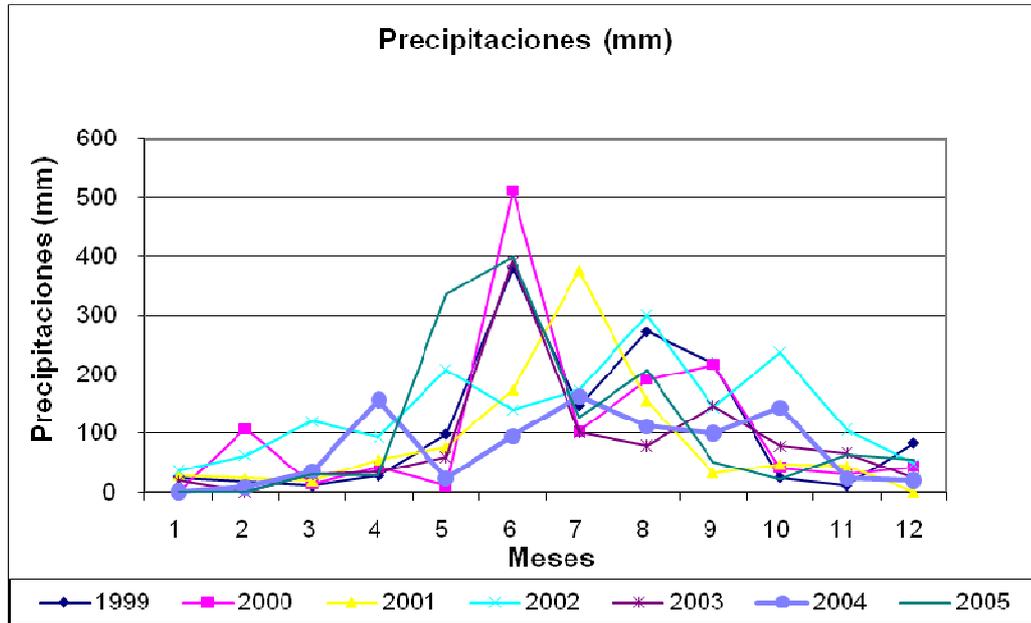
9 ANEXOS



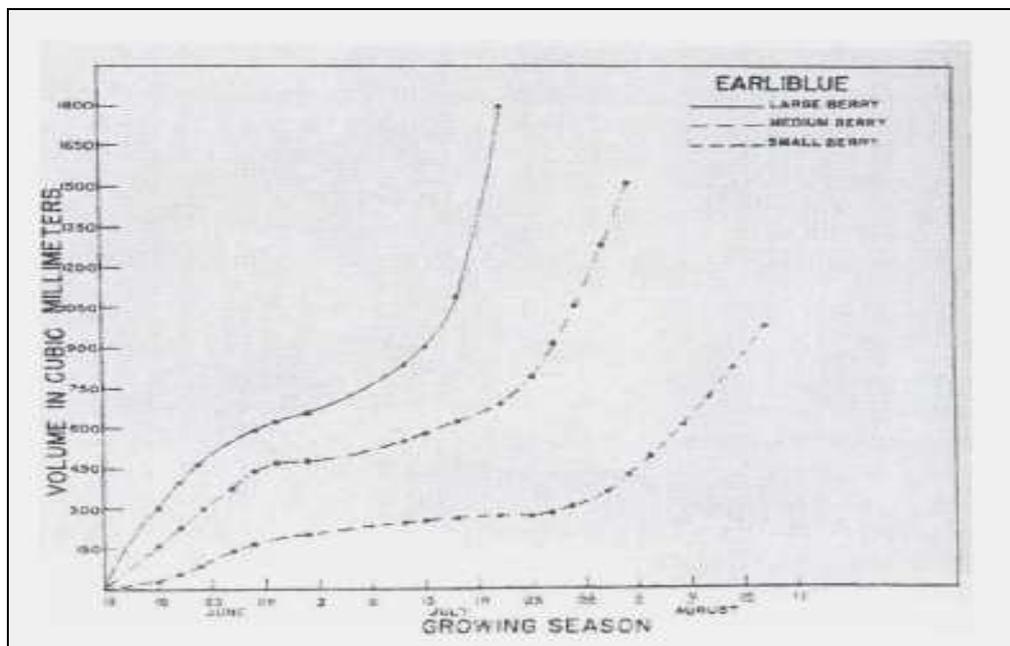
Anexo 1. Temperaturas mínimas promedios mensuales en °C ocurridas durante el periodo 1999 -2005 para la zona de estudio.



Anexo 2. Temperaturas máximas promedios mensuales en °C ocurridas durante el periodo 1999 -2005 para la zona de estudio.



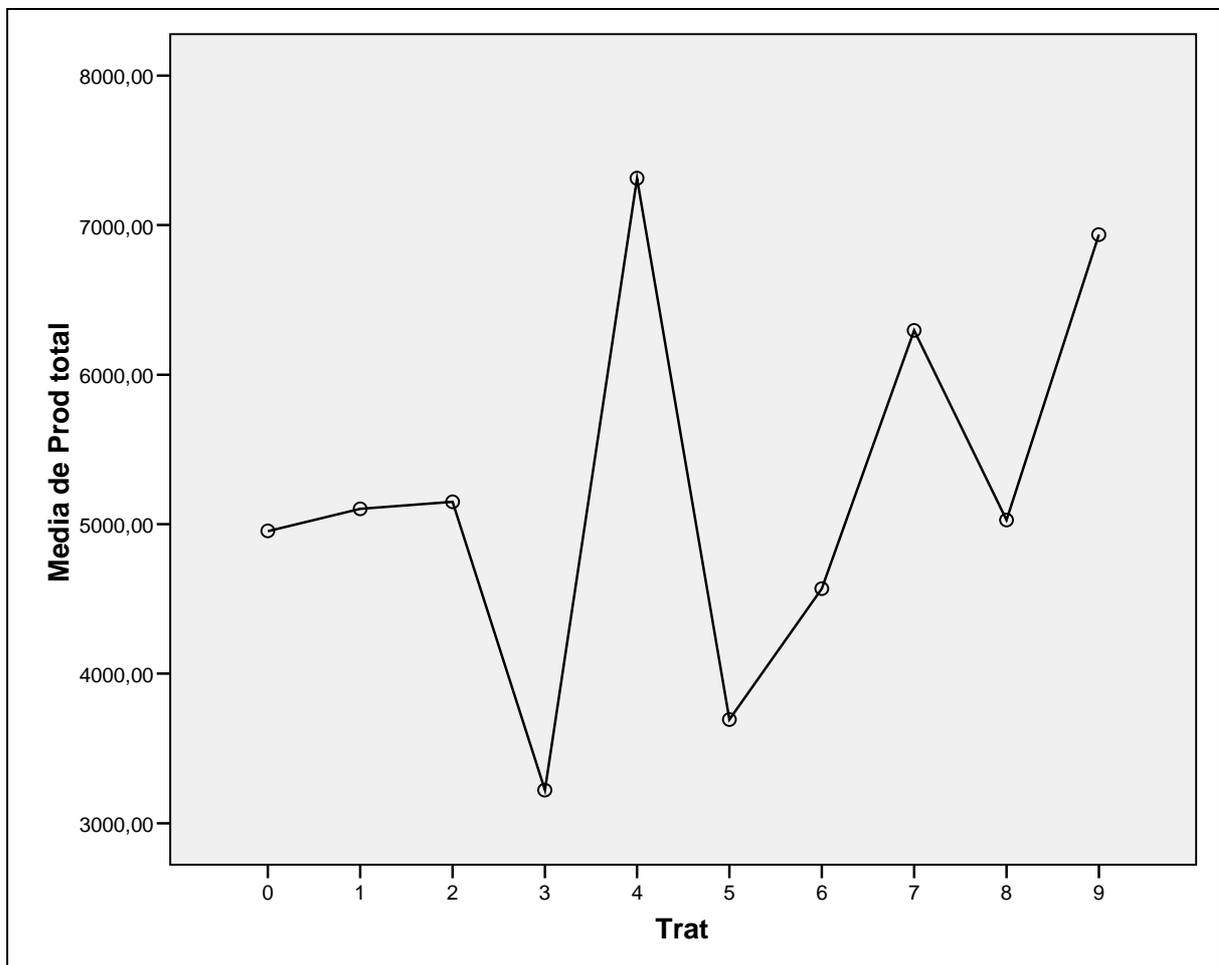
Anexo 3. Precipitaciones promedios mensuales (mm) ocurridas durante el periodo 1999 - 2005 para la zona de estudio.



Anexo 4: Curvas de crecimiento de frutos grandes, medianos y pequeños en arándanos cv. Earliblue (Shutak, V. *et al.*1980), citado por Gough (1994).

Anexo 5. Análisis de varianza ANDEVA de la variable producción promedio total de frutos por tratamiento. Localidad de Mulchen, Octava Región.

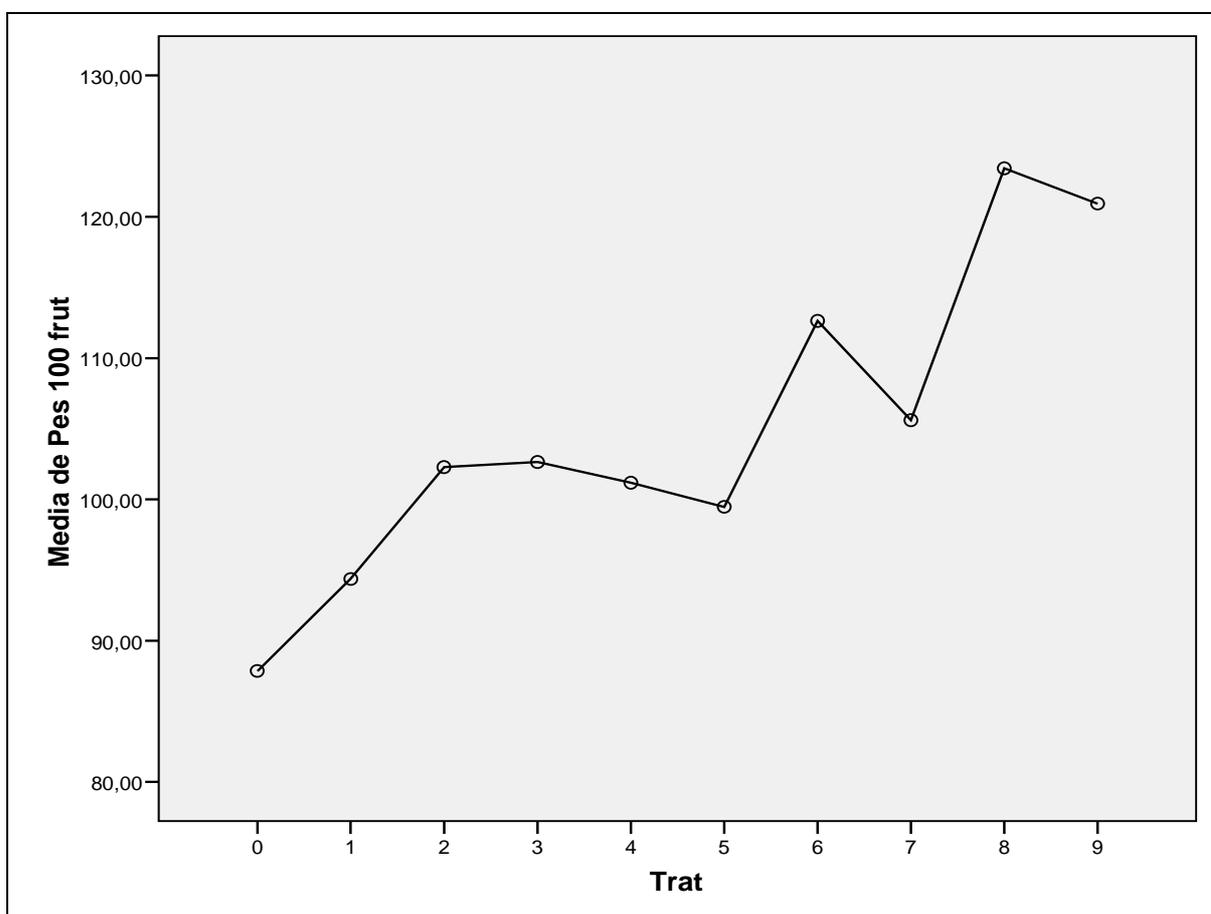
ANOVA					
Prod total					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	46080324	9	5120036,0	1,304	,295
Intra-grupos	78535102	20	3926755,1		
Total	124615426	29			



Anexo 6. Gráfico de la curva de los promedios de la variable producción total por tratamiento Localidad de Mulchen, Octava Región.

Anexo 7. Análisis de varianza ANDEVA de la variable peso promedio de 100 frutos por tratamiento. Localidad de Mulchen, Octava Región.

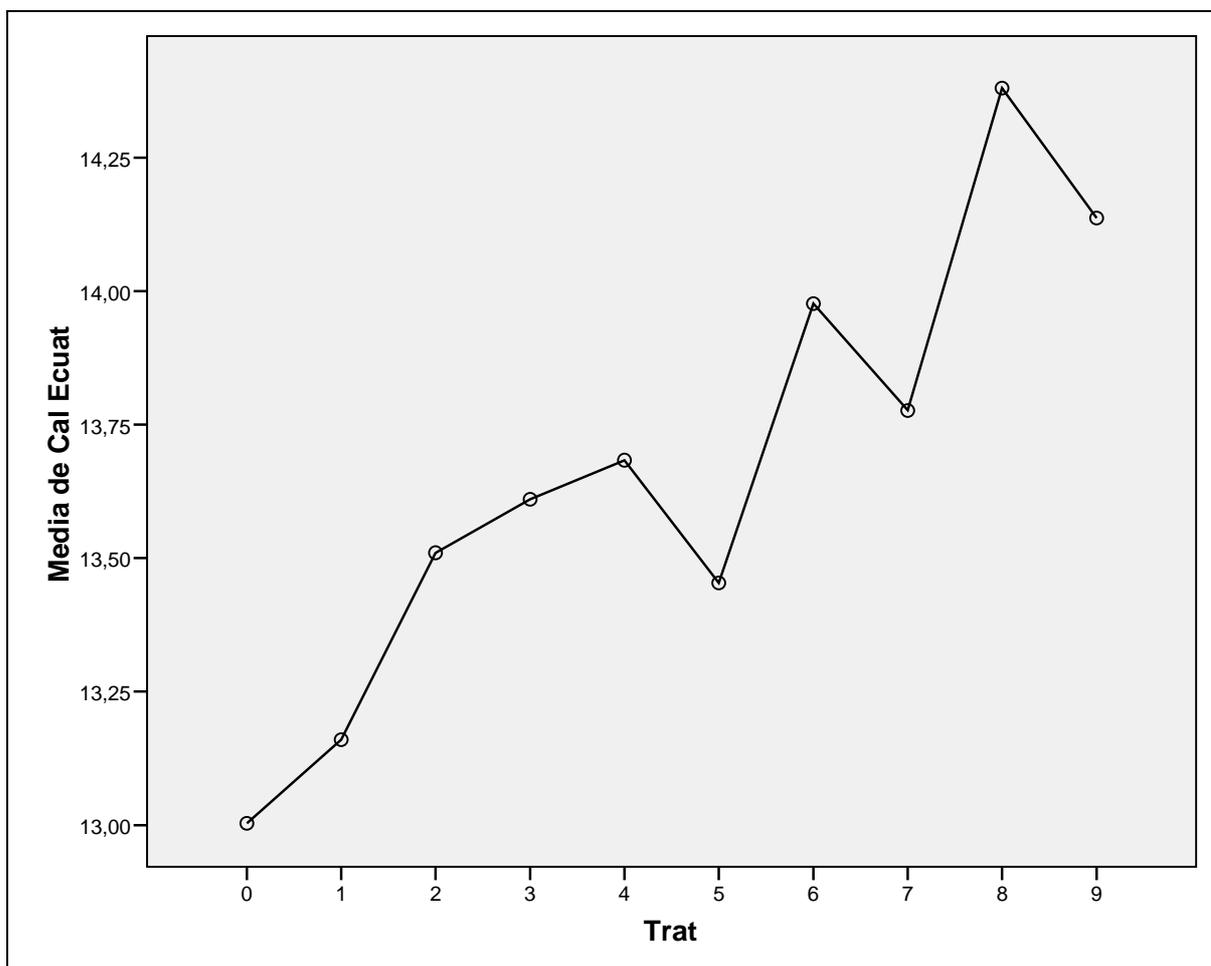
ANOVA					
Pes 100 fruit					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3351,589	9	372,399	3,635	,008
Intra-grupos	2048,706	20	102,435		
Total	5400,295	29			



Anexo 8. Gráfico de la curva de los promedios de la variable peso promedio de 100 frutos por tratamiento. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Anexo 9. Análisis de varianza ANDEVA de la variable calibre promedio ecuatorial frutos por tratamiento. Localidad de Mulchen, Octava Región.

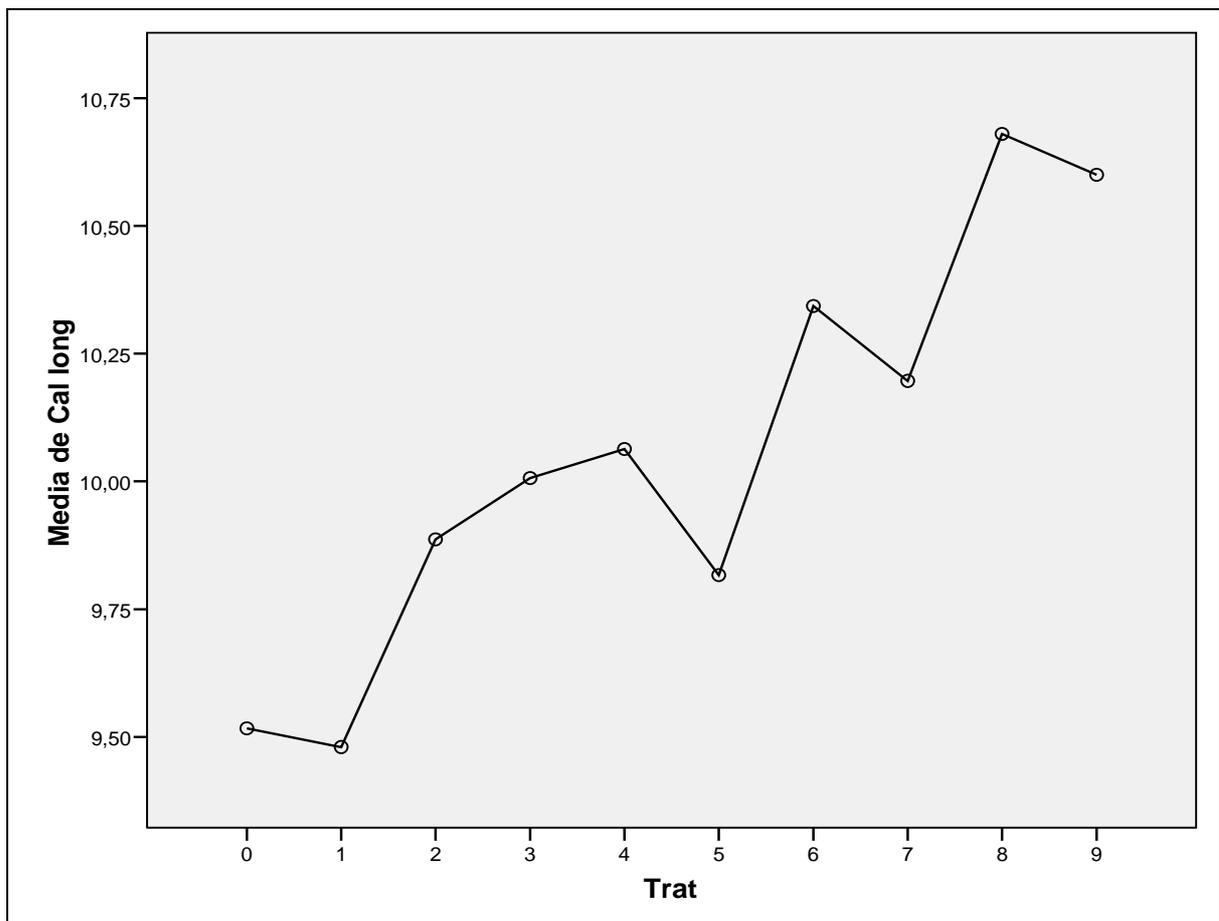
ANOVA					
Cal Ecuat					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,824	9	,536	4,802	,002
Intra-grupos	2,233	20	,112		
Total	7,057	29			



Anexo 10. Gráfico de la curva de los promedios de la variable calibre promedio ecuatorial de frutos . Localidad de Mulchen, Octava Región.

Anexo 11. Análisis de varianza ANDEVA de la variable calibre promedio longitudinal de frutos. Localidad de Mulchen, Octava Región.

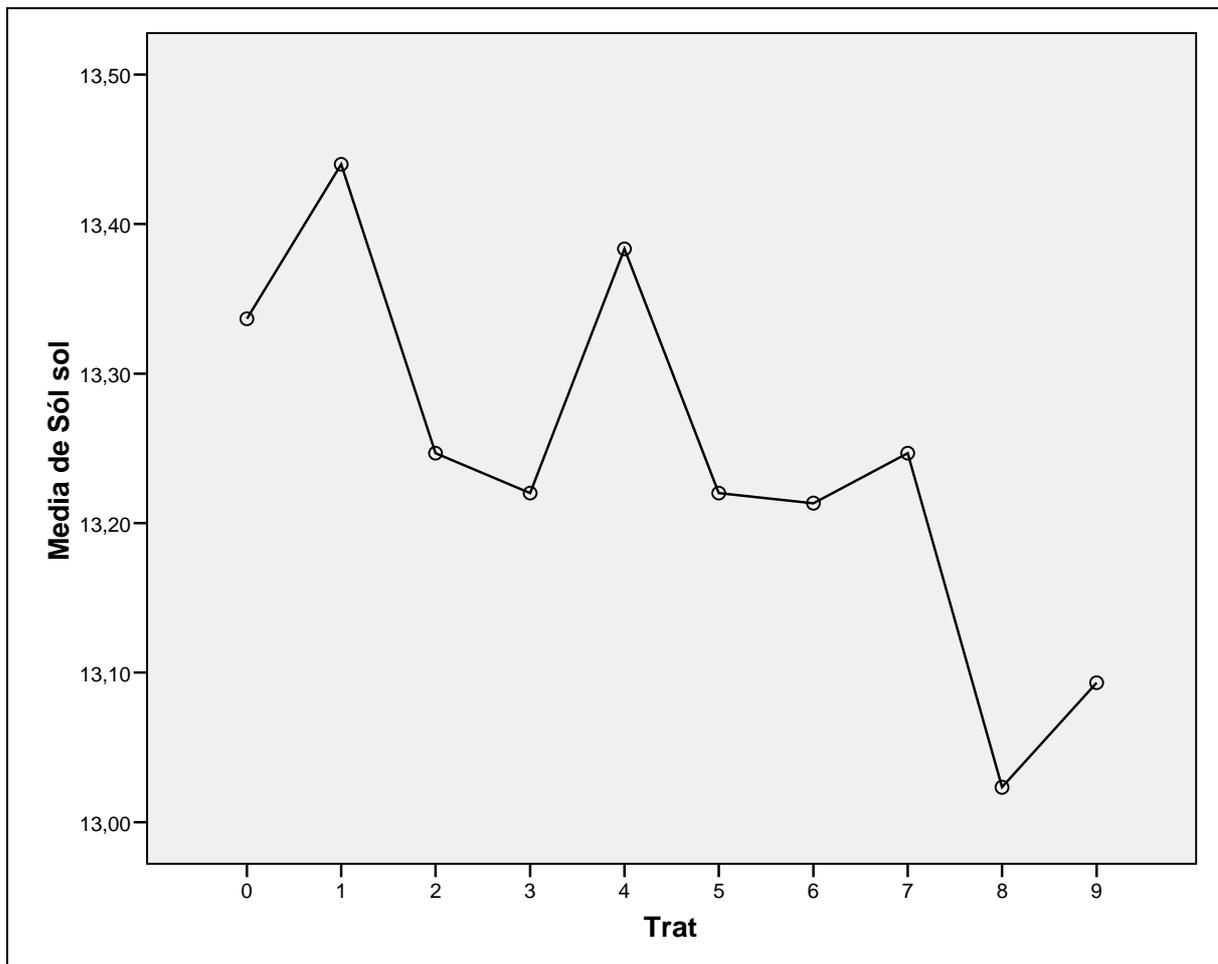
ANOVA					
Cal long					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,496	9	,500	4,054	,004
Intra-grupos	2,464	20	,123		
Total	6,960	29			



Anexo 12. Gráfico de la curva de los promedios de la variable calibre promedio longitudinal de frutos . Localidad de Mulchen, Octava Región.

Anexo 13. Análisis de varianza ANDEVA de la variable sólidos solubles (°Brix). Localidad de Mulchen, Octava Región.

ANOVA					
Sól sol					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,420	9	,047	1,316	,289
Intra-grupos	,708	20	,035		
Total	1,128	29			

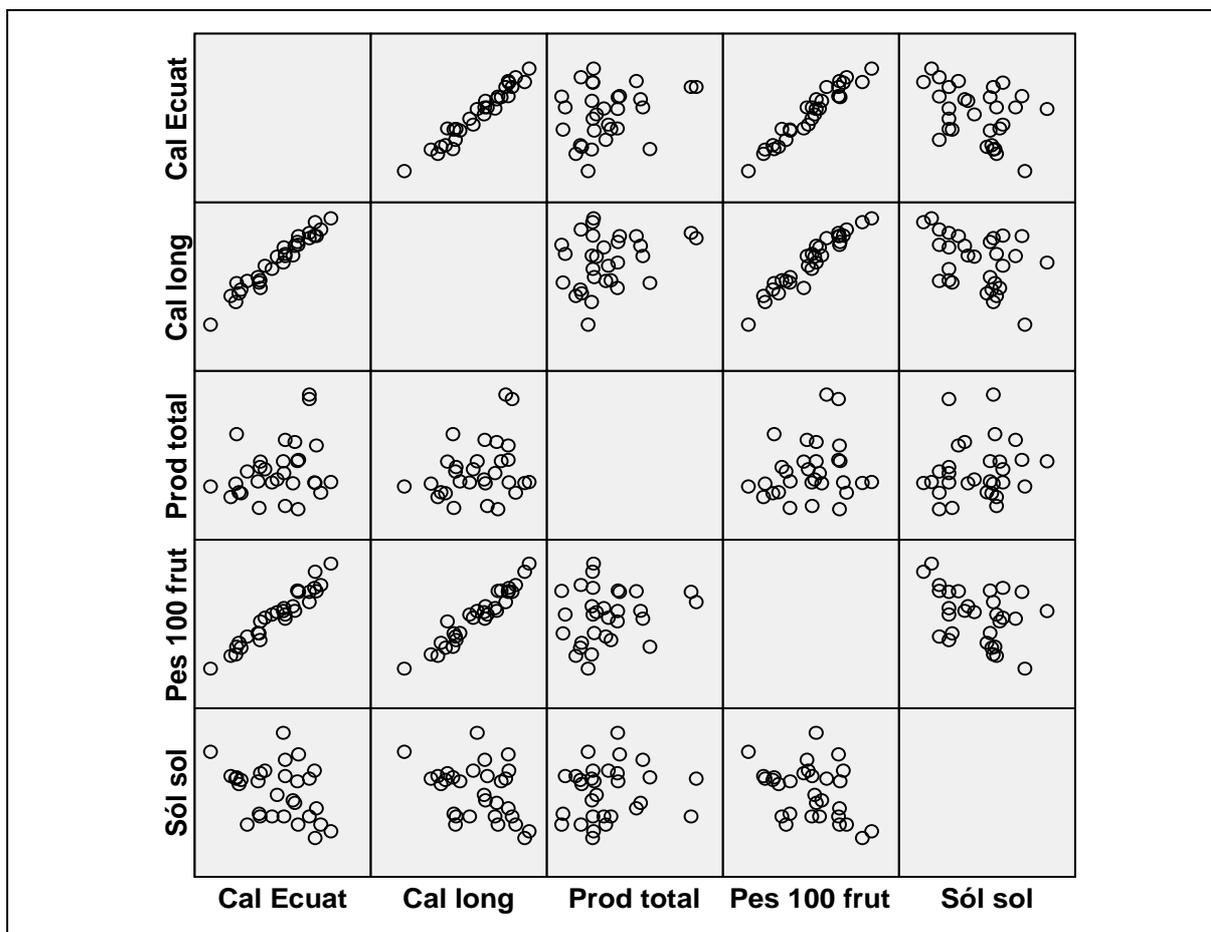


Anexo 14. Gráfico de la curva de los promedios de la variable calibre promedio longitudinal de frutos . Localidad de Mulchen, Octava Región.

Anexo 15. Análisis de varianza ANDEVA considerando como variable dependiente producción total de frutos por tratamiento y variables independientes época de aplicación del producto t numero de aplicaciones. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Variable dependiente: Produccion

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Dosis	11522118,222	2	5761059,111	1,595	,230
Aplicaciones	13353588,667	2	6676794,333	1,849	,186
Dosis * Aplicaciones	20957063,778	4	5239265,944	1,451	,258
Error	65013634,000	18	3611868,556		
Total corregida	110846404,667	26			



Anexo. 16. Cuadro de Correlaciones entre las variables analizadas según el Efecto de la aplicación de CPPU en distintos estados fenológicos y diferentes dosis, sobre frutos de arándano alto cultivar “Elliott”. Localidad de Mulchen, Octava Región.

Datos determinación de Firmeza: Equipo Firmtech 2.

FIRME	,	, -Com	F-	,09:56:00	,01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		185,77		
Std	Dev	Firmness	43,46		
		1,	264,061188,		,
		2,	240,246724,		,
		3,	171,199816,		,
		4,	196,189409,		,
		5,	278,502993,		,
		6,	179,519613,		,
		7,	144,395619,		,
		8,	266,656917,		,
		9,	160,049956,		,
		10,	233,625956,		,
		11,	131,986904,		,
		12,	230,24863,		,
		13,	126,988871,		,
		14,	162,020417,		,
		15,	149,970902,		,
		16,	178,556403,		,
		17,	180,913586,		,
		18,	169,384172,		,
		19,	140,704728,		,
		20,	184,46693,		,
		21,	220,635084,		,
		22,	152,066521,		,
		23,	172,581444,		,
		24,	132,993318,		,
		25,	176,256654,		,

FIRME	,	, -Com	F-	, 11:21:20	, 01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		239,36		
Std	Dev	Firmness	55,07		
		1,	231,386963,		,
		2,	200,700724,		,
		3,	229,519955,		,
		4,	213,221686,		,
		5,	162,08816,		,
		6,	185,650442,		,
		7,	293,038105,		,
		8,	211,146896,		,
		9,	289,74223,		,
		10,	305,455456,		,
		11,	230,629014,		,
		12,	194,349891,		,
		13,	200,744121,		,
		14,	188,961733,		,
		15,	226,500671,		,
		16,	263,006521,		,
		17,	212,224503,		,
		18,	166,860038,		,
		19,	246,704334,		,
		20,	312,454906,		,
		21,	210,417133,		,
		22,	244,277805,		,
		23,	337,812401,		,
		24,	397,900296,		,
		25,	229,185401,		,

FIRME	,	, -Com	F-	, 11:26:25	, 01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		220,37		
Std	Dev	Firmness	62,66		
		1,	172,27709,		,
		2,	159,255432,		,
		3,	212,670521,		,
		4,	151,484517,		,
		5,	170,786838,		,
		6,	221,691469,		,
		7,	413,368117,		,
		8,	219,457743,		,
		9,	243,651981,		,
		10,	247,440778,		,
		11,	231,632322,		,
		12,	248,244322,		,
		13,	276,317725,		,
		14,	153,049873,		,
		15,	137,042855,		,
		16,	197,487651,		,
		17,	193,500791,		,
		18,	291,698657,		,
		19,	156,17961,		,
		20,	174,216498,		,
		21,	335,721479,		,
		22,	224,441565,		,
		23,	172,961627,		,
		24,	234,775701,		,
		25,	269,786275,		,

FIRME	,	, -Com	F-	, 11:29:46	, 01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		200,99		
Std	Dev	Firmness	45,62		
		1,	229,011699,		,
		2,	221,194589,		,
		3,	180,114833,		,
		4,	213,570866,		,
		5,	177,851088,		,
		6,	195,022312,		,
		7,	171,719417,		,
		8,	116,425148,		,
		9,	173,182772,		,
		10,	191,055584,		,
		11,	185,695405,		,
		12,	146,58353,		,
		13,	223,112526,		,
		14,	142,136688,		,
		15,	129,49576,		,
		16,	286,973684,		,
		17,	221,39418,		,
		18,	226,010025,		,
		19,	244,747282,		,
		20,	260,640586,		,
		21,	308,919216,		,
		22,	184,093542,		,
		23,	158,250119,		,
		24,	229,573837,		,
		25,	207,916635,		,

SEMI	BL	,	,	-Com	F-	,	10:06:43	,	01-13-2005
Sample	No			25					
Avg	Firmness			148,52					
Std	Dev	Firmness		28,26					
		1,		146,509686,					
		2,		183,138412,					
		3,		125,12358,					
		4,		124,522838,					
		5,		155,750959,					
		6,		160,04721,					
		7,		141,681674,					
		8,		115,486314,					
		9,		191,418613,					
		10,		150,855371,					
		11,		169,18316,					
		12,		195,385189,					
		13,		109,462965,					
		14,		141,907677,					
		15,		133,649238,					
		16,		128,858094,					
		17,		219,151846,					
		18,		149,120274,					
		19,		125,02928,					
		20,		167,648327,					
		21,		173,996925,					
		22,		117,831546,					
		23,		149,309762,					
		24,		133,46489,					
		25,		104,352088,					

SEMI	BL	,	, -Com	F-	,11:33:25	,01-13-2005
Sample	No		25			
Avg	Firmness		181,59			
Std	Dev	Firmness	40,02			
	1,		216,917336,			
	2,		163,828603,			
	3,		192,822427,			
	4,		183,086724,			
	5,		204,218375,			
	6,		161,025544,			
	7,		185,657424,			
	8,		241,91159,			
	9,		288,228759,			
	10,		192,48531,			
	11,		89,265664,			
	12,		199,648639,			
	13,		145,047213,			
	14,		143,40513,			
	15,		230,320343,			
	16,		100,789991,			
	17,		191,007545,			
	18,		197,333971,			
	19,		170,036842,			
	20,		161,928165,			
	21,		188,94346,			
	22,		164,305076,			
	23,		165,433428,			
	24,		169,945393,			
	25,		192,144301,			

SEMI	BL	,	,-Com	F-	,11:36:15	,01-13-2005
Sample	No		25			
Avg	Firmness		169,67			
Std	Dev	Firmness	33,87			
	1,		202,950804,			
	2,		143,604372,			
	3,		152,167028,			
	4,		165,814956,			
	5,		124,946797,			
	6,		179,66129,			
	7,		215,047411,			
	8,		291,2311,			
	9,		170,051194,			
	10,		160,910673,			
	11,		163,589117,			
	12,		147,705866,			
	13,		153,938171,			
	14,		127,301274,			
	15,		212,329806,			
	16,		177,997125,			
	17,		159,950491,			
	18,		162,925771,			
	19,		152,91472,			
	20,		163,949116,			
	21,		194,460855,			
	22,		177,894492,			
	23,		161,580054,			
	24,		133,393476,			
	25,		145,544619,			

SEMI	BL	,	,	-Com	F-	,11:39:33	,01-13-2005
Sample	No			25			
Avg	Firmness			171,2			
Std	Dev	Firmness		40,42			
		1,		158,87566,			
		2,		147,607699,			
		3,		145,03348,			
		4,		148,79991,			
		5,		109,487595,			
		6,		183,531118,			
		7,		157,376695,			
		8,		135,337195,			
		9,		186,991549,			
		10,		240,375954,			
		11,		221,780083,			
		12,		166,907789,			
		13,		123,871466,			
		14,		194,668496,			
		15,		138,819075,			
		16,		205,531572,			
		17,		147,181044,			
		18,		256,531158,			
		19,		171,589512,			
		20,		236,035062,			
		21,		226,200092,			
		22,		122,96137,			
		23,		132,561774,			
		24,		190,665359,			
		25,		131,182737,			

BLANDO	,	,-Com	F-	,10:02:17	,01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		149,87		
Std	Dev	Firmness	30,72		
		1,	129,232805,		,
		2,	119,220484,		,
		3,	163,34164,		,
		4,	147,240494,		,
		5,	120,011675,		,
		6,	145,512018,		,
		7,	138,348433,		,
		8,	176,671478,		,
		9,	158,782287,		,
		10,	158,689231,		,
		11,	164,890924,		,
		12,	114,297557,		,
		13,	182,145046,		,
		14,	109,033869,		,
		15,	240,254369,		,
		16,	130,845948,		,
		17,	155,593373,		,
		18,	196,00624,		,
		19,	184,411225,		,
		20,	163,836182,		,
		21,	134,237367,		,
		22,	162,800968,		,
		23,	113,224981,		,
		24,	128,820343,		,
		25,	109,297249,		,

Blando	,	,-Com	F-	,11:44:16	,01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		161,85		
Std	Dev	Firmness	43,23		
		1,	140,849526,		,
		2,	136,351858,		,
		3,	141,906691,		,
		4,	116,847727,		,
		5,	128,987636,		,
		6,	43,7527208,		,
		7,	227,307685,		,
		8,	230,291616,		,
		9,	155,721826,		,
		10,	156,009962,		,
		11,	213,928124,		,
		12,	162,714416,		,
		13,	243,432097,		,
		14,	182,465245,		,
		15,	123,811705,		,
		16,	152,260497,		,
		17,	205,331974,		,
		18,	138,898956,		,
		19,	152,280664,		,
		20,	180,561285,		,
		21,	114,07363,		,
		22,	181,074048,		,
		23,	194,374176,		,
		24,	186,413052,		,
		25,	136,482589,		,

Blando	,	, -Com	F-	, 11:47:29	, 01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		177,33		
Std	Dev	Firmness	36,22		
		1,	245,55068,		,
		2,	162,627843,		,
		3,	108,447829,		,
		4,	206,284768,		,
		5,	196,513984,		,
		6,	188,818897,		,
		7,	276,77292,		,
		8,	183,827112,		,
		9,	181,541493,		,
		10,	141,819954,		,
		11,	154,24477,		,
		12,	227,635513,		,
		13,	167,820666,		,
		14,	167,075571,		,
		15,	194,977129,		,
		16,	197,507838,		,
		17,	162,791424,		,
		18,	184,390336,		,
		19,	135,79551,		,
		20,	157,728564,		,
		21,	161,949338,		,
		22,	162,854099,		,
		23,	192,572728,		,
		24,	124,062836,		,
		25,	149,656715,		,

Blando	,	,-Com	F-	,11:52:15	,01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		143,07		
Std	Dev	Firmness		26,84	
		1,		134,501983,	,
		2,		131,194779,	,
		3,		158,6989,	,
		4,		132,319055,	,
		5,		144,225637,	,
		6,		164,592667,	,
		7,		160,99827,	,
		8,		120,639318,	,
		9,		211,649668,	,
		10,		183,82429,	,
		11,		167,669697,	,
		12,		121,372543,	,
		13,		142,320029,	,
		14,		135,983055,	,
		15,		128,222787,	,
		16,		159,256955,	,
		17,		115,571613,	,
		18,		188,702091,	,
		19,		118,845097,	,
		20,		165,388493,	,
		21,		113,038321,	,
		22,		131,577246,	,
		23,		99,8471447,	,
		24,		106,441915,	,
		25,		139,888031,	,

Blando	,	,-Com	F-	,11:52:15	,01-13-2005
Sample	No		25		
Avg	Firmness		143,07		
Std	Dev	Firmness	26,84		
		1,	134,501983,		,
		2,	131,194779,		,
		3,	158,6989,		,
		4,	132,319055,		,
		5,	144,225637,		,
		6,	164,592667,		,
		7,	160,99827,		,
		8,	120,639318,		,
		9,	211,649668,		,
		10,	183,82429,		,
		11,	167,669697,		,
		12,	121,372543,		,
		13,	142,320029,		,
		14,	135,983055,		,
		15,	128,222787,		,
		16,	159,256955,		,
		17,	115,571613,		,
		18,	188,702091,		,
		19,	118,845097,		,
		20,	165,388493,		,
		21,	113,038321,		,
		22,	131,577246,		,
		23,	99,8471447,		,
		24,	106,441915,		,
		25,	139,888031,		,