

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE PODA, CIANAMIDA HIDROGENADA  
Y ETEFÓN, PARA CONCENTRAR LA MADUREZ DE ARÁNDANOS**  
*(Vaccinium corymbosum L.)* cv. BRIGITTA

**KAROL FERNANDO IGNACIO ARAYA ANDRADE**

**Santiago, Chile**

**2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE PODA, CIANAMIDA HIDROGENADA  
Y ETEFÓN, PARA CONCENTRAR LA MADUREZ DE ARÁNDANOS**  
*(Vaccinium corymbosum L.)* cv. BRIGITTA

**“EVALUATION OF TREATMENTS OF PRUNING, HYDROGEN CYANAMIDE  
AND ETHEPHON, TO CONCENTRATE THE MATURITY OF BLUEBERRIES**  
*(Vaccinium corymbosum L.)* cv. BRIGITTA”

**KAROL FERNANDO IGNACIO ARAYA ANDRADE**

**Santiago, Chile**

**2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE PODA, CIANAMIDA HIDROGENADA  
Y ETEFÓN, PARA CONCENTRAR LA MADUREZ DE ARÁNDANOS**  
*(Vaccinium corymbosum L.)* cv. BRIGITTA

Memoria para optar al título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo

**KAROL FERNANDO IGNACIO ARAYA ANDRADE**

<b>Profesor Guía</b>	<b>CALIFICACIONES</b>
Sr. Carlos Muñoz S. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.	6,8
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Sra. M. Cecilia Peppi A. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.	5,7
Sr. Nicolás Franck B. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph. D.	6,5

Santiago, Chile

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo, quisiera agradecer a mis padres quienes fueron un pilar fundamental durante el proceso universitario, y creyeron en mí. A don Carlos Muñoz, mi profesor guía, por todo el apoyo, consejos y conocimientos entregados durante el proceso de esta memoria.

Además agradecer además al laboratorio de Postcosecha del INIA La Platina, al Centro de Estudios de Postcosecha (CEPOC), Laboratorio de Anatomía Vegetal, y al Laboratorio de Genómica Funcional y Bioinformática, por facilitar herramientas y espacio para el análisis de los frutos.

A Pamela por la ayuda brindada en la recolección de muestras, y a mis compañeros y amigos Pablo, Ignacio, Matias, Ricardo, Cindy, Diana y especialmente a Francisca, por todos los consejos, ayuda, paciencia, y motivación.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Hipótesis.....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Lugar de estudio y material vegetal .....	6
Tratamientos y diseño de los experimentos .....	6
Ensayo de aplicación de cianamida hidrogenada.....	6
Ensayo de poda.....	7
Ensayo de aplicación de etefón .....	8
Evaluaciones.....	9
Análisis estadístico.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
Ensayo con cianamida hidrogenada .....	12
Efectos sobre la Producción .....	12
Efectos sobre el peso fresco de la fruta .....	14
Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta.....	15
Efecto sobre el contenido de sólidos solubles.....	16
Efecto sobre la acidez titulable.....	17
Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable .....	17
Efectos sobre la firmeza de la fruta.....	19
Ensayo de poda.....	19
Efectos sobre la producción .....	19
Efectos sobre el peso fresco de la fruta .....	21
Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta.....	21

Efecto sobre el contenido de sólidos solubles .....	22
Efecto sobre la acidez titulable.....	23
Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable .....	23
Efectos sobre la firmeza de la fruta .....	24
Ensayo de etefón .....	24
Efectos sobre la producción .....	24
Efectos sobre el color de la fruta.....	26
Efectos sobre el peso fresco de la fruta .....	27
Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta.....	28
Efecto sobre el contenido de sólidos solubles.....	28
Efecto sobre la acidez titulable.....	29
Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable .....	30
Efectos sobre la firmeza de la fruta .....	31
Apreciaciones finales .....	32
CONCLUSIONES .....	34
BIBLIOGRAFÍA .....	35

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE PODA, CIANAMIDA HIDROGENADA Y ETEFÓN, PARA CONCENTRAR LA MADUREZ DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. BRIGITTA

Actualmente, el cultivo de los arándanos en Chile presenta serios problemas de rentabilidad, debido al bajo precio de venta de la fruta y a los altos costos de producción. La cosecha manual representa alrededor del 52% del total de los costos directos, por lo que la mecanización de esta labor puede ser una alternativa para disminuir costos. Sin embargo, para mecanizar la cosecha se requiere que la maduración de los frutos sea homogénea y concentrada en el tiempo, lo cual no ocurre con la mayoría de las variedades disponibles.

El presente trabajo tuvo por objetivo, concentrar la madurez en el cultivar Brigitta, mediante el uso de diversos manejos agronómicos. Para ello se realizaron tres ensayos independientes, evaluando los efectos de la poda, aplicación de cianamida hidrogenada ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ), y de etefón (ácido 2-cloroetilfosfónico) sobre la maduración.

El estudio de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  consistió en tres tratamientos, donde se aplicó 1% y 2% durante yema hinchada, y 1% a inicios de floración, los que fueron comparados con un testigo. Las aplicaciones de cianamida hidrogenada aumentaron el porcentaje de frutos cosechados durante la primera recolección. Además, la aplicación en yema hinchada adelantó el inicio del crecimiento vegetativo, sin disminuir la producción. No obstante, la aplicación a inicios de floración retrasó el crecimiento vegetativo y disminuyó la producción en un 25%.

El ensayo de poda consistió en dejar únicamente ramillas silépticas o dejar sólo ramillas prolépticas. Los tipos de poda no afectaron el porcentaje de frutos cosechados por fecha de recolección. No obstante, cuando se dejaron ramillas silépticas, la producción fue mayor, pero los frutos fueron de menor tamaño.

Los tratamientos con etefón se efectuaron 9 días antes de la primera cosecha, aplicando 2.000 y 4.000  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , las que fueron comparadas con un tratamiento testigo. Ninguna de las dos concentraciones afectó la producción total o el tamaño de los frutos; sin embargo, ambas aumentaron el porcentaje de frutos cosechados en la primera cosecha.

Finalmente, ninguno de los tratamientos estudiados fue suficiente como para modificar el patrón de maduración para realizar una cosecha mecánica sin disminuir el total de fruta cosechada. Sin embargo, para determinar la conveniencia de mecanizar la cosecha a través de los tratamientos evaluados, es necesario realizar un estudio económico.

**Palabras clave:** *Vaccinium corymbosum*, maduración, cosecha manual, cosecha mecanizada.

## ABSTRACT

EVALUATION OF TREATMENTS OF PRUNING, HYDROGEN CYANAMIDE AND ETHEPHON, TO CONCENTRATE THE MATURITY OF BLUEBERRIES (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. BRIGITTA.

Currently, blueberry growing in Chile is losing profitability due to low fruit prices and an increase in production costs. Manual harvesting accounts for about 52% of total crop costs, therefore harvest mechanization can be used to reduce costs. However, for mechanical harvesting, fruit ripening must be homogeneous and concentrated in time, which is not the case with many cultivars.

The objective of this study was to evaluate various management practices, to concentrate maturity in 'Brigitta' in order to allow mechanization. To do this, three independent assays were performed: a pruning trial, application of hydrogen cyanamide (CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), and 2-chloroethylphosphonic acid (ethephon).

The CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub> trial consisted of three treatments, where 1% and 2% sprays were applied at bud swell and 1% at the beginning of flowering, which were compared with a control. In all cases, an increase on the percentage of fruit harvested during the first collection was observed. Application at bud swell resulted in an advance of the initiation of vegetative growth without a reduction in yield. However, the application at early flowering delayed the onset of vegetative growth and decreased yield by 25%.

In the pruning trial, shoots with sylleptic branching were compared with proleptic shoots. No differences were observed in the percentage of fruits harvested at each recollection date. However, when sylleptic twigs were present, yield was higher, but fruits were smaller.

Ethephon treatments were applied 9 days before the first harvest, using 2,000 and 4,000 mg·L<sup>-1</sup>. Neither concentrations affected the total production or the size of the fruit; however, both resulted in an increase of the percentage of fruit harvested during the first picking.

Finally in all treatments, production decreases with a mechanical harvest at the first date. However, an economic study is necessary to establish which treatments increase the profitability of this crop.

**Keywords:** *Vaccinium corymbosum*, maturity, hand harvesting, mechanical harvesting.

## INTRODUCCIÓN

Los arándanos son especies arbustivas, perennes, de hoja caduca, nativos de Norteamérica y pertenecientes a la familia *Ericaceae* (Buzeta, 1997). Las variedades más plantadas pertenecen a la especie *Vaccinium corymbosum* (arándano de arbusto alto) y en menor proporción a la especie *Vaccinium ashei* (arándano ojo de conejo). Chile presenta condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de ambas especies, lo que lo ha transformado en el principal productor y exportador de arándanos del hemisferio Sur (Bañados, 2006; Brazelton y Strik, 2007). El cultivo de estas especies en Chile se extiende desde la Región de Coquimbo hasta la de Los Lagos, donde un 77% de la superficie plantada se concentra entre las regiones del Bío-Bío y de Los Lagos (Allende y Vial, 2005).

Actualmente, el cultivo de los arándanos en Chile presenta serios problemas de rentabilidad, derivado de una serie de factores externos, como son la baja en los precios derivada de una sobre oferta de fruta en los mercados, el incremento en el costo de la mano de obra, la baja en el tipo de cambio y las mayores exigencias de calidad de fruta por parte de los mercados (Luraschi, 2013). En este escenario, el problema del costo de la mano de obra, es uno de los más críticos, ya que éste representa alrededor del 70% del costo total de producción (Navarrete *et al.*, 2010). La mano de obra en la agricultura se ha encarecido y se ha hecho cada vez más escasa, debido al mayor atractivo que ofrecen las actividades no agrícolas u otros rubros agrícolas de mayor rentabilidad, que posibilitan el pago de mejores salarios (ODEPA, 2012). Es por esta razón que se hace necesario evaluar la cosecha mecanizada como una alternativa para disminuir los costos productivos.

Según datos de Arias (2006), la cosecha manual de arándanos constituye alrededor de un 52% del costo total de producción, mientras que con la mecanización, el costo de esta labor podría reducirse a un 18%, disminuyendo además el total de los costos directos desde US\$ 7.700 ha<sup>-1</sup> a US\$ 4.500 ha<sup>-1</sup> para un huerto de 30 hectáreas de arándanos en plena producción. Por otra parte, se estima que en Chile son usadas alrededor de tres millones de jornadas hombre para la cosecha de arándanos, jornadas que pueden verse disminuidas al tecnificar en algún porcentaje esta labor (ODEPA, 2012).

Hasta ahora, la cosecha mecánica en arándanos puede ser utilizada sólo en huertos destinados al uso agroindustrial (congelado o deshidratado), ya que para la comercialización en fresco, la mecanización de esta labor produce un rápido deterioro en la calidad de la fruta en postcosecha (Dale *et al.*, 1994).

Para que la cosecha mecánica pueda ser usada ventajosamente en arándanos en Chile es necesario que la maduración de las bayas en la planta sea lo más homogénea posible, es decir, que las bayas alcancen la madurez al mismo tiempo, cosa que en ciertas variedades es muy difícil de lograr. Se ha postulado que la sincronización de la madurez dentro de una planta puede mejorarse a través de ciertos manejos agronómicos, como la poda (Spiers *et*

*al.*, 2002) y las aplicaciones de reguladores de crecimiento como el etefón (Ban *et al.*, 2007) y la cianamida hidrogenada (Williamson y Maust, 2001).

En cuanto a la cianamida hidrogenada (CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), esta es generalmente utilizada en fruticultura para inducir la brotación de las yemas que no han completado sus requerimientos de frío para brotar (Gil, 2000). La cianamida hidrogenada actúa como un inhibidor incompleto de la enzima catalasa, la cual tiene como función descomponer peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (Leiva, 1986; Lang, 1989). Barceló *et al.* (1988), mencionan al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como responsable de la oxidación del NADPH a NADP, aumentando la actividad del ciclo de las pentosas-fosfatos. En este sentido, al aplicar cianamida hidrogenada, se provoca acumulación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> endógeno en la yemas y, observación que coincide con la ruptura del letargo (Arora *et al.*, 2003; Ugalde, 2005). En arándanos, hay antecedentes que adelanta la emisión de brotes vegetativos, adelanta y acorta el período de floración y disminuye el período de maduración del fruto (Williamson *et al.*, 2002). Vielma (2006) observó que la cianamida hidrogenada adelanta la cosecha en 8 y 7 días en arándanos ‘Tifblue’ y ‘Bluecrop’ respectivamente, pero con una reducción en el rendimiento cercano al 25%. Según ensayos de Williamson y Maust (2001) con concentraciones de 1,5 % a 2,0 % (v/v) de cianamida hidrogenada aplicadas sobre la variedad Misty se observan daños importantes en las flores, afectando el rendimiento. Por otra parte, aplicaciones en la etapa de post letargo son inefectivas o pueden retrasar la brotación (Luchsinger, 1989) e incluso causar fitotoxicidad (Stringer *et al.*, 2002).

Respecto a la poda, cabe señalar que en términos generales, la falta de poda produce escaso crecimiento de brotes nuevos en arándanos, lo que se puede traducir en un exceso de fruta pequeña y de mala calidad, producto del envejecimiento prematuro de la planta. Donoghue (1981) describe dos tipos de brotes en árboles frutales: los brotes prolépticos, los cuales se desarrollan a partir de yemas invernantes en primavera, y los brotes silépticos que se desarrollan en verano antes de entrar a latencia. Este último tipo de brotes son más frecuentes para variedades de arándano alto de cosecha temprana (Bañados, 2005). A través del despunte de ramas de buen vigor, se estimula un mayor desarrollo de brotes anticipados, aumentando la cantidad de yemas florales por planta, multiplicando los centros productivos para la temporada siguiente (Williamson *et al.*, 2004) y logrando concentrar la cosecha (Bañados *et al.*, 2007).

Strik *et al.* (2003) demostraron que cuando los cultivares Bluecrop y Berkeley no se podaron, la maduración se atrasó entre 3 a 5 días y se extendió una semana más que en plantas podadas en forma convencional, mientras que, podas severas provocaron un crecimiento vegetativo excesivo y poca cantidad de fruta. Ello hace que la poda deba ser balanceada para garantizar una producción constante y con fruta de calidad (Bañados, 2005).

En cuanto al etefón (ácido 2-cloroetilfosfónico), éste es un agente liberador de etileno, hormona que promueve la coloración de la fruta, además de adelantar y concentrar la madurez, llegando a reducir el periodo de cosecha en aproximadamente una semana, además de reducir la acidez titulable, sin que se observen cambios en el pH y la firmeza de

los frutos (Dekazos, 1978). La abscisión de los frutos también es promovida por aplicaciones de etefón, razón por la cual es utilizado en guindo (*Prunus cerasus* L.) para facilitar la cosecha mecánica (Looney y McMechan, 1970; Smith y Whiting, 2009). Sin embargo, según Eck (1970) los efectos del etefón pueden variar incluso entre diferentes variedades de arándanos.

### **Hipótesis**

Diversos manejos agronómicos pueden concentrar la madurez de la fruta y facilitar la cosecha mecanizada en arándanos 'Brigitta'.

### **Objetivo general**

Concentrar la madurez de arándanos 'Brigitta', mediante diversos manejos agronómicos.

### **Objetivos específicos**

- Determinar los efectos de la concentración y épocas de aplicación de cianamida hidrogenada sobre el periodo de madurez de la fruta y su calidad.
- Determinar los efectos de la poda sobre el periodo de maduración y la calidad de la fruta según el tipo de madera frutal.
- Determinar los efectos de aplicaciones del etefón sobre la uniformidad de la madurez de la fruta y su calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio y material vegetal

Los ensayos fueron realizados en el fundo Pidihuinco, perteneciente a la Agrícola y Lechera Los Robles Ltda., ubicada en la Comuna de Chimbarongo, Región del Libertador Bernardo O'Higgins (34° 16' 10" S y 70° 56' 39" O), durante la temporada 2012–2013. Se utilizaron plantas de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Brigitta, de ocho años de edad, plantadas a una distancia de 3 x 1 m, sobre camellones de 30 cm de altura y fertirrigados mediante un sistema de riego por goteo. El manejo agronómico del huerto fue el habitualmente utilizado en esta explotación, que tiene rendimientos por sobre las 15 toneladas por hectárea en todas las variedades.

Las mediciones fueron realizados en el Dpto. de Producción Agrícola de la Facultad de Cs. Agronómicas de la Universidad de Chile y en el Laboratorio de Postcosecha del INIA, CRI La Platina.

### Tratamientos y diseño de los experimentos

Se realizaron tres ensayos independientes para determinar los efectos de la poda, de la aplicación de cianamida hidrogenada y etefón sobre la maduración de la fruta de arándanos.

#### Ensayo de aplicación de cianamida hidrogenada

Para el ensayo de cianamida hidrogenada, se realizaron cuatro tratamientos dispuestos en un diseño completamente aleatorizado. Para cada tratamiento se realizaron 10 repeticiones, donde la unidad experimental fue una planta de arándano, las cuales fueron seleccionadas al azar entre dos hileras tratadas de 80 plantas cada una. La aplicación de cianamida hidrogenada se realizó utilizando el producto comercial Dormex<sup>®</sup>, que tiene un 49% de ingrediente activo. La aplicación se realizó mediante una nebulizadora, aplicando 0,12 L/planta de mezcla (agua + Dormex<sup>®</sup>) con las concentraciones y en los estados de desarrollo de la yema que se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción del ensayo de cianamida hidrogenada

Tratamiento	Concentración	Momento de aplicación
T0	0,0% (v/v) de cianamida hidrogenada	Sin aplicación
T1	1,0% (v/v) de cianamida hidrogenada	Yema hinchada
T2	2,0% (v/v) de cianamida hidrogenada	Yema hinchada
T3	1,0% (v/v) de cianamida hidrogenada	5% de flores abiertas

Los frutos maduros se cosecharon manualmente. El índice de madurez fue el momento en que el color de la piel cambia totalmente al color azul, incluso en el extremo proximal del fruto (Giacalone *et al.*, 2002).

Se determinaron tres cosechas, el día 7 de enero, 16 de enero y 31 de enero siguiendo las fechas de cosechas utilizadas en el campo. Se evaluó la producción por planta, la cual fue extrapolada a  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . De igual manera, se determinó el porcentaje de frutos cosechados en cada fecha para evaluar la dinámica de la maduración de los frutos.

Del mismo modo, se caracterizaron los frutos midiendo el diámetro ecuatorial, peso fresco, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y firmeza de la fruta, para lo cual se seleccionaron 10 frutos por planta, donde se definieron cuatro recolecciones a partir del día 9 de enero del 2013 y cada 9 días.

Además, para observar el efecto de la cianamida en la brotación vegetativa, se midió el largo de los brotes el día 27 de octubre, considerando que brotes más largos están asociados a una brotación temprana, y viceversa.

### Ensayo de poda

Se realizaron dos tratamientos de poda durante el receso invernal, el día 25 de julio del 2012. Dichos tratamientos, fueron dispuestos en un diseño completamente aleatorizado, con 5 repeticiones, donde la unidad experimental fue una planta de arándano cv. Brigitta, las cuales fueron seleccionadas entre dos hileras de 40 plantas para cada tratamiento. Los tratamientos se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción del ensayo de poda.

Tratamiento	Tipo de poda
T1	Dejar principalmente ramillas de la temporada con brotes silépticos
T2	Dejar principalmente ramillas prolépticas

La cosecha de frutos maduros se realizó de la misma manera que el ensayo de cianamida hidrogenada, definiendo tres recolecciones, pero los días 4 de enero, 23 de enero y 7 de febrero de 2013 siguiendo las fechas de cosecha utilizadas en el campo. Así, se determinó la producción por planta, la cual fue extrapolada a  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . De igual manera, se determinó el

porcentaje de frutos cosechados por cada fecha para evaluar la dinámica de la maduración de los frutos.

Del mismo modo, se caracterizaron los frutos midiendo el diámetro ecuatorial, peso fresco, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y firmeza de la fruta, para lo cual las recolecciones comenzaron el día 9 de enero del 2013 y cada 9 días. Sin embargo, sólo se realizaron cuatro cosechas en el tratamiento de poda con ramillas prolépticas, y tres para el tratamiento con ramillas prolépticas, debido a que para la última fecha no existía la cantidad de fruta suficiente para realizar las evaluaciones.

### **Ensayo de aplicación de etefón**

Para el ensayo de etefón, se realizaron tres tratamientos dispuestos en un diseño completamente aleatorizado. Para cada tratamiento, se realizaron 5 repeticiones, donde la unidad experimental fue una planta de arándano, las cuales fueron seleccionadas entre dos hileras de 40 plantas cada una. Las aplicaciones de etefón se realizaron usando el producto comercial Ethrel 240<sup>®</sup>, que tiene un 21,7% de ingrediente activo. La aplicación se hizo mediante una nebulizadora, aplicando 0,03 L/planta de mezcla (agua + Ethrel 240<sup>®</sup>) en dos concentraciones, 9 días antes de la primera cosecha (9 de enero), según se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción del ensayo de etefón

Tratamiento	Concentración	Momento de aplicación
T0	0 mg·L <sup>-1</sup> de etefón	Sin aplicación
T1	2.000 mg·L <sup>-1</sup> de etefón	9 días antes de primera cosecha (9 de enero)
T2	4.000 mg·L <sup>-1</sup> de etefón	9 días antes de primera cosecha (9 de enero)

En este caso, se cosecharon cinco ramillas en cinco plantas marcadas previamente y seleccionadas al azar, donde se definieron tres recolecciones a partir del día 18 de enero, cada 9 días. A partir de esto se determinó la producción y el porcentaje de frutos maduros, de la misma forma que en los ensayos anteriores.

Además, se caracterizaron los frutos midiendo el color, peso fresco, diámetro ecuatorial y polar, sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles acidez y firmeza de la fruta.

## Evaluaciones

Producción y distribución de cosecha. Para los ensayos de poda, cianamida hidrogenada y etefón se cuantificó la producción de las plantas por cada recolección, donde se pudo extrapolar gracias al número de plantas por hectárea la producción por unidad de superficie ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). De igual manera, se determinó el porcentaje de frutos cosechados por cada fecha para evaluar la maduración y la distribución de la cosecha.

Peso fresco, diámetro polar y ecuatorial. Se determinó el peso fresco (g) mediante una balanza digital seleccionando 10 frutos por planta. Además, el diámetro ecuatorial fue determinado mediante un pie de metro (mm).

Sólidos solubles totales. El contenido de sólidos solubles se determinó mediante un refractómetro termocompensado (REF 102/112, Veto®), donde se seleccionaron 10 frutos por planta, expresando los resultados como porcentaje de sólidos solubles totales.

Acidez titulable. Se seleccionaron 10 frutos por cada planta, donde la acidez titulable se determinó por valoración potenciométrica con NaOH 0,1 N hasta pH 8,1 en 10 ml de jugo de fruta diluido en 150 ml de agua desionizada. Posteriormente los gastos de NaOH fueron transformados y expresados en gramos de ácido cítrico en 100 ml según la siguiente fórmula:

$$\text{Ácido cítrico (\%)} = \frac{\text{Gasto de NaOH (ml)} \cdot \text{Concentración de NaOH} \cdot 0,075 \cdot 100}{\text{Volumen de muestra (ml)}}$$

Relación sólidos solubles/acidez. Esta relación es un indicador de la calidad de la fruta, considerando que el sabor de las frutas no se determina por la cantidad efectiva de azúcares y ácidos presentes, sino por la relación entre ellos (Galletta *et al.* 1971). Así, una mayor cantidad de ácido puede producir un sabor poco agradable a frutas que estén bajas de azúcar y un sabor agradable a aquellas que tengan mucho azúcar.

Color. Para evaluar el efecto del etefón sobre el color, se categorizaron 200 frutos al azar dentro de cinco plantas tratadas. De esta manera, se definieron cinco categorías de color (figura 1): verde (1), verde variando a rojizo (2), rojizo (3), 50% - 80% color azul (4), 100% color azul (5). En este sentido, las categorías 4 y 5 presentan el color necesario para ser cosechados.



Figura 1. Categorización de color de bayas.

Como referencia, en cada categoría se midió el color mediante un colorímetro portátil triestímulo (CR-300, Kónica Minolta Chroma meter, Ramsey, Nueva Jersey, EE.UU), determinando luminosidad ( $L^*$ ), croma ( $C^*$ ) y tonalidad ( $h^*$ ).  $L^*$  tiene valores que van desde 0 (sin luz) a 100 (máxima luminosidad),  $C^*$  posee una escala desde 0 a 100 (valores más altos corresponden a colores más puros) y  $h^*$  se expresa en grados, correspondiendo los  $0^\circ$  a tonos rojos,  $90^\circ$  a amarillos,  $180^\circ$  a verdes y  $270^\circ$  a azules (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estandarización de categorías de color de arándanos cv. Brigitta.

Categoría	Luminosidad	Croma	Tonalidad
1 (Verde)	62,67	37,47	117,46
2 (Verde – rojizo)	62,01	30,42	108,27
3 (Rojizo)	62,14	19,86	82,65
4 (50 - 80% azul)	62,03	13,55	50,98
5 (100% azul)	60,59	3,31	86,80

**Firmeza.** La firmeza se midió utilizando un analizador de firmeza (Firmtech 2®, BioWork Inc., U.S.A.), el cual mide la masa necesaria para deformar un milímetro de fruta, expresándolo en ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ ).

### **Análisis estadístico**

Para evaluar las posibles diferencias en el ensayo de cianamida hidrogenada y etefón, los datos fueron analizados mediante un ANDEVA (análisis de varianza), mientras que en el ensayo de poda que tiene solo dos tratamientos, los resultados fueron analizados mediante una prueba t-Student. Cuando se detectaron diferencias significativas entre las medias, se utilizó la prueba de comparación de Tukey al 5%.

Previo al análisis de varianza de la distribución de la cosecha, los datos de color, contenido de sólidos solubles totales y acidez titulable, los cuales son expresados en porcentaje (%), se realizó la transformación de Bliss ( $\text{asen}\sqrt{x/100}$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo con cianamida hidrogenada

#### Efectos sobre la Producción

Las aplicaciones de cianamida hidrogenada ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ) durante yema hinchada, no presentaron diferencias significativas en el total de la producción respecto al testigo. Sin embargo, la aplicación a inicios de floración, disminuyó la producción total en un 24,8% (Cuadro 5).

Además, todos los tratamientos presentaron mayor porcentaje de frutos maduros durante la primera cosecha (7 de enero). De esta manera, el tratamiento testigo alcanzó un 42% de frutos maduros, 45% el tratamiento T1 (aplicación 1% durante yema hinchada), 49% el tratamiento T3 (1% a inicios de floración), y un 53% el tratamiento T2 (aplicación 2% durante yema hinchada).

Sin embargo, el único tratamiento que logra aumentar la producción ante una eventual mecanización durante la primera cosecha (7 enero) es el tratamiento T2 (2% yema hinchada), aumentando en 1.508 kg cosechados respecto al tratamiento testigo en dicha fecha. Por otra parte, la aplicación de 1% a inicio de floración, disminuyó en 998 kg la producción respecto al testigo a la misma fecha de evaluación. No obstante, en el caso de una mecanización de la cosecha, ninguno de estos tratamientos logra concentrar la madurez de la fruta a niveles requeridos sin disminuir significativamente la producción, durante la primera recolección.

De igual manera, todas las aplicaciones de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  presentan mayor porcentaje de frutos maduros acumulados durante la segunda fecha evaluada en comparación al tratamiento testigo, tal como se muestra en el Cuadro 5. En este sentido, un retraso excesivo en la fecha de cosecha, pensando en la mecanización, conlleva a dificultades, donde la calidad de la fruta se ve disminuida, con una disminución en la firmeza y acidez titulable, un aumento de los sólidos solubles totales, lo que resulta en una baja aceptabilidad por parte de los consumidores (Morán, 2011; Lobos *et al.*, 2014).

Por otra parte, estos resultados no concuerdan con lo obtenido por Stringer *et al.* (2002), en el cv. Climax donde aplicaciones de 1%, 1,5% y 2% durante yema hinchada, disminuyen significativamente el rendimiento. Además Williamson (2002), determinó que concentraciones de 1,5% y 2%, aplicados durante el mismo estado fenológico en el cv. Misty, reducen el rendimiento en comparación al tratamiento testigo.

La disminución en los niveles de producción con la aplicación a inicio de floración, se debería al daño ocasionado por la  $\text{CN}_2\text{H}_2$ , sobre las yemas florales en avanzado estado de

desarrollo, ya que el producto ha sido reportado como fitotóxico en este estado del desarrollo de las flores. En otras palabras, el producto actúa como raleador de flores, cuando éste es aplicado en estados avanzados del desarrollo de las flores (Erez, 1987).

Cuadro 5. Efecto de la cianamida hidrogenada ( $CN_2H_2$ ) sobre la producción ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) y distribución de la cosecha (%), aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Producción y distribución de cosecha					
	07-ene		16-ene		31-ene	
	( $kg \cdot ha^{-1}$ )	(%)	( $kg \cdot ha^{-1}$ )	(%)	( $kg \cdot ha^{-1}$ )	(%)
<b>Producción por fecha</b>						
T0 (testigo)	7.602 b	42 A	6.339 a	35 B	4.167 a	23 C
T1 (1% yema hinchada)	7.830 b	45 A	6.960 a	40 A	2.622 c	15 B
T2 (2% yema hinchada)	9.187 a	53 A	5.227 b	30 B	2.938 b	17 C
T3 (1 % inicio floración)	6.664 c	49 A	5.049 b	37 B	1.904 d	14 C
<b>Producción acumulada</b>						
T0 (testigo)	7.602 b	42 c	13941 a	77 b	18.107 a	100
T1 (1% yema hinchada)	7.830 b	45 c	14790 a	85 a	17.412 a	100
T2 (2% yema hinchada)	9.187 a	53 a	14414 a	83 a	17.351 a	100
T3 (1% inicio floración)	6.664 c	49 b	11713 b	86 a	13.617 b	100

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos de un mismo parámetro, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha de un mismo tratamiento, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

El aumento del porcentaje de fruta cosechada en la primera pasada en algunos tratamientos, puede atribuirse a que las aplicaciones de cianamida hidrogenada  $CN_2H_2$  aceleran y aumentan la brotación vegetativa en arándanos, afectando la relación hoja:fruta, donde un aumento en esta relación aumenta la disponibilidad de carbohidratos y disminuye la competencia entre los frutos, acelerando la maduración (Maust *et al.*, 1999).

Stringer *et al.* (2002) afirman que aplicaciones de cianamida hidrogenada en arándanos cv. ‘Climax’, aumentan el área foliar de las hojas provenientes de yemas terminales, siempre y cuando estén cumplidos los requerimientos de frío invernal. En cambio, si no se cumple este requisito, aumenta la mortalidad de las yemas por toxicidad. Además, Williamson y Maust (2001) observaron que el número de yemas vegetativas que brotaron aumentó linealmente con el incremento de la concentración de este regulador de crecimiento.

Aunque la relación hoja:fruto no fue directamente medida en este ensayo, se observaron diferencias significativas en el largo de los brotes a medida que aumentan las concentraciones de  $CN_2H_2$ . No obstante, en la aplicación tardía de este regulador de crecimiento, se observó un retraso en la brotación, viéndose reflejado en una disminución del largo de los brotes a la fecha de medición (Cuadro 6). Esto concuerda con lo señalado

por Hernández (1991), quien indica que aplicaciones tempranas de este producto en frambueso, adelantan la brotación, logrando aumentar el número de yemas brotadas por caña, mientras que aplicaciones tardías retrasan el inicio de brotación. Luchsinger (1989) observó el mismo fenómeno en ciruelo japonés.

Cuadro 6. Efecto de diferentes concentraciones y épocas de aplicación de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  sobre el largo de los brotes de ramillas prolépticas y silépticas al 27 de octubre de 2013 en arándanos 'Brigitta'.

Tratamiento	Largo de brotes	
	Ramillas prolépticas (mm)	Ramillas silépticas (mm)
T0 (testigo)	95,3 c	34,8 b
T1 (1% yema hinchada)	106,4 b	31,1 b
T2 (2% yema hinchada)	140,8 a	50,9 a
T3 (1% comienzo floración)	66,2 d	30,4 b

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Además, la aplicación de cianamida hidrogenada durante yema hinchada, pudo haber adelantado la floración, permitiendo a la fruta desarrollarse con anterioridad y adelantar la curva de cosecha (Williamson y Maust, 2001; Susuki y Kawata, 2001). Vielma (2006) observó un adelanto en los estados fenológicos de aproximadamente dos semanas, con aplicaciones de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  en yema dormida, obteniendo finalmente un adelanto en la maduración y una cosecha más temprana.

### Efectos sobre el peso fresco de la fruta

Una aplicación tardía de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  (T3), resultó en la presencia de frutos más pequeños respecto al resto de los tratamientos, en todas las mediciones (Cuadro 7). Esto puede deberse a que la aplicación a inicios de floración, retrasó la brotación vegetativa, con lo cual según Maust *et al.* (1999), pudo existir una menor disponibilidad de asimilados durante la primera fase de crecimiento del fruto.

Por otra parte, también se evidencia una disminución del tamaño de las bayas a medida que avanza la cosecha (Cuadro 7), lo cual es frecuente en muchas variedades de arándanos y puede deberse a la competencia desarrollada entre los frutos, donde los frutos que se originan más tarde presentan cierta inhibición en el crecimiento respecto a los primeros frutos originados (Bangerth, 1989). Además, los frutos formados posteriormente, tienen menor tiempo para acumular biomasa, afectando así el tamaño.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Bustos (2008), quien observó una disminución en el peso de los frutos de arándanos en el transcurso del tiempo en el cv.

O'Neal. Además, Gough (1994), afirma que a medida que se avanza en las semanas de cosecha, el tamaño en frutos de arándano va disminuyendo.

Cuadro 7. Efecto de la cianamida hidrogenada ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ) sobre el peso fresco de bayas (g), aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos 'Brigitta'.

Tratamiento	Peso fresco			
	09 – enero (g)	18 – enero (g)	27 – enero (g)	05 – febrero (g)
T0 (testigo)	2,22 a A	2,11 a AB	2,05 a B	1,51 a C
T1 (1% yema hinchada)	2,36 a A	2,24 a A	1,97 a A	1,41 a B
T2 (2% yema hinchada)	2,25 a A	2,13 a AB	2,00 a B	1,51 a C
T3 (1% comienzo floración)	1,96 b A	1,89 b AB	1,73 b B	1,22 b C

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta

Respecto al diámetro ecuatorial, se presentó la misma tendencia que el peso fresco, donde el tratamiento de aplicación tardía de cianamida hidrogenada (T3) presentó menor diámetro que el resto de los tratamientos, durante todas las mediciones. Además, se aprecia que en las últimas cosechas hay una disminución del diámetro ecuatorial, exceptuando en el testigo que en las primeras dos cosechas no se observaron diferencias significativas respecto a la última cosecha la que fue significativamente menor que la tercera recolección (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la cianamida hidrogenada ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ) sobre el diámetro ecuatorial de los frutos (mm), aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos 'Brigitta'.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial			
	09 – enero (mm)	18 – enero (mm)	27 – enero (mm)	05 – febrero (mm)
T0	16,53 a AB	16,35 a AB	17,73 a A	14,41 a B
T1 (1% yema hinchada)	16,56 a A	16,94 a A	16,12 a A	14,15 a B
T2 (2% yema hinchada)	16,89 a A	16,89 a A	16,08 a AB	14,29 a B
T3 (1% comienzo floración)	15,89 b A	15,43 b B	15,31 b B	13,18 b C

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Según Gough (1994), el tamaño de las bayas es afectado por la ubicación de éstas en la planta, donde ramillas más gruesas producen bayas más grandes, debido a una mayor

capacidad de suministro de agua y nutrientes para el fruto, por medio de un xilema más desarrollado que facilita su transporte.

Por otra parte, Maust *et al.* (1999) afirmaron que una disminución de la densidad de las yemas florales en arándanos, aumenta el tamaño de frutos y la calidad de éstas, al disminuir la competencia.

### Efecto sobre el contenido de sólidos solubles

La aplicación de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  al 2% en yema hinchada (T2), aumentó el contenido de sólidos solubles durante la primera cosecha en comparación al resto de los tratamientos. En la segunda cosecha, la aplicación de  $\text{CN}_2\text{H}_2$  al 2% presentó diferencias solamente con el tratamiento al 1% en yema hinchada (T1), donde éste último mostró un menor contenido de sólidos solubles, sin presentar diferencias significativas respecto al testigo ni con el tratamiento a 1% al inicio de floración (T3). Durante la tercera recolección, el tratamiento al 1% al inicio de floración (T3) presentó un mayor porcentaje de sólidos solubles respecto al resto de los tratamientos. No obstante, durante la cuarta cosecha, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 9).

Por otra parte, el tratamiento testigo, T1 (1% yema hinchada) y T3 (1% a inicio de la floración) presentaron un alza en el contenido de sólidos solubles entre la primera y última recolección. Sin embargo, el tratamiento T2 (aplicación de cianamida hidrogenada 2% durante yema hinchada) no presentó diferencias entre la primera y última recolección, sufriendo una disminución en los sólidos solubles totales durante la tercera cosecha.

Cuadro 9. Efecto de la cianamida hidrogenada ( $\text{CN}_2\text{H}_2$ ) el porcentaje de sólidos solubles totales (% SST), aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos 'Brigitta'.

Tratamiento	Sólidos solubles totales			
	09 – enero (% SST)	18 – enero (% SST)	27 – enero (% SST)	05 – febrero (% SST)
T0	11,16 b C	12,38 ab B	12,26 b B	13,40 a A
T1 (1% yema hinchada)	11,53 b C	11,95 b BC	11,81 b B	13,15 a A
T2 (2% yema hinchada)	13,45 a A	12,81 a AB	12,27 b B	13,05 a A
T3 (1% comienzo floración)	11,31 b C	12,38 ab B	13,41 a A	14,30 a A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Las diferencias en el contenido de sólidos solubles durante la primera cosecha podrían estar influenciadas por un adelanto en la madurez de los frutos. En este sentido, Giacalone *et al.* (2002) indicaron que a medida que el color cambia, se produce un aumento en el contenido de sólidos solubles, y una disminución de la acidez, sin embargo, luego que la fruta alcanza el estado completo del color azul de la piel, el color no varía, pero sí lo hacen los

indicadores de calidad como los sólidos solubles, acidez titulable y pH. Esto puede provocar que frutos completamente azules puedan presentar valores diferentes en estos parámetros. Esta situación explicaría la alta concentración de sólidos solubles presente en las plantas tratadas con cianamida hidrogenada al 2% durante yema hinchada, reflejando además que los frutos de este tratamiento maduraron antes que el resto de los tratamientos.

Por otro lado, las diferencias a partir de la segunda recolección no se verían tan influenciados por el adelanto de madurez de los frutos, sino más bien, por la intensidad de la cosecha anterior. De esta manera, las diferencias en el contenido de sólidos solubles entre los tratamientos son menores al existir un mismo periodo de tiempo transcurrido entre las cosechas. Esta situación explicaría la disminución en el porcentaje de sólidos solubles presentado en el tratamiento T2 (2% yema hinchada) entre la primera y tercera cosecha.

### Efecto sobre la acidez titulable

Respecto a la acidez titulable, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos durante todas las fechas de evaluación. Además, la acidez titulable tuvo la tendencia de disminuir a medida que se realizaron cosechas más tardías (Cuadro 10). En este sentido, Sapers *et al.* (1984) indican que a medida que la fruta madura, la acidez titulable disminuye debido a la degradación de ácidos que contribuyen en la producción de carbohidratos en la baya.

Cuadro 10. Efecto de la cianamida hidrogenada (CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) sobre la acidez titulable (% ácido cítrico) aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Acidez titulable			
	09 – enero (% ác. cítrico)	18 – enero (% ác. cítrico)	27 – enero (% ác. cítrico)	05 – febrero (% ác. cítrico)
T0	0,52 a A	0,54 a A	0,47 a AB	0,41 a B
T1 (1% yema hinchada)	0,57 a A	0,53 a AB	0,50 a B	0,41 a B
T2 (2% yema hinchada)	0,54 a A	0,53 a A	0,48 a AB	0,43 a B
T3 (1% comienzo floración)	0,56 a A	0,50 a A	0,41 a B	0,41 a B

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable

Galletta *et al.* (1971), indicaron que la relación entre el nivel de sólidos solubles y acidez titulable es un indicador simple de la calidad de la fruta, considerando que el sabor de las frutas no se determina por la cantidad efectiva de azúcares y ácidos presentes, sino por la relación entre ellos. De esta manera, una mayor cantidad de ácido puede producir un sabor

poco agradable a frutas que estén bajas de azúcar y un sabor agradable a aquellas que tengan mucho azúcar.

Kushman y Ballinger (1968) señalan que los principales responsables en el incremento en la relación sólidos solubles/acidez titulable, son aumentos en el contenido de glucosa y fructosa y una disminución del contenido de ácido cítrico.

Castrejón *et al.* (2008), indican que los valores de la relación entre los sólidos solubles: acidez, varían desde 3 cuando la fruta se encuentra en un estado verde inmaduro, hasta valores cercanos a 20 cuando el fruto se encuentra completamente azul.

Adicionalmente, bajos valores en la relación sólidos solubles: acidez se han asociado a una buena calidad de conservación (Ballinger y Kushman, 1970). En este sentido, Galletta *et al.* (1971) establecieron tres categorías: i). Los cultivares que tienen valores bajo 18 en la relación sólidos solubles: acidez titulable, los cuales poseen una buena calidad de conservación. ii). Esos cultivares tienen valores SS / AT entre 18 y 32 tienen calidad de conservación medio. iii). La calidad de conservación sería baja para los cultivares que tienen valores de SS / TA superiores a 32. Por otra parte, Sapers *et al.* (1984) indican valores para la relación sólidos solubles/acidez titulable que varían entre 8,7 y 34,6.

En este ensayo, el tratamiento T2 (2% yema hinchada) presentó un mayor valor en la relación sólidos solubles: acidez titulable en comparación con el resto de los tratamientos durante la primera recolección (Cuadro 11). Estos valores estarían influenciados principalmente por las diferencias en el contenido de sólidos solubles, donde se presentó la misma tendencia durante la primera fecha evaluada.

Cuadro 11. Efecto de la cianamida hidrogenada (CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable, aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Relación sólidos solubles/acidez			
	09 – enero	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
T0	21,46 b B	22,93 a B	26,09 b AB	32,68 a A
T1 (1% yema hinchada)	20,23 b B	22,55 a B	23,62 b B	32,07 a A
T2 (2% yema hinchada)	24,91 a B	24,17 a B	25,56 b B	30,35 a A
T3 (1% comienzo floración)	20,20 b B	24,76 a B	32,71 a A	34,88 a A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efectos sobre la firmeza de la fruta

Durante la primera y segunda cosecha no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. No obstante, en la tercera recolección hubo diferencias entre el tratamiento T1 (1% yema hinchada) y T3 (1% a comienzo de la floración), donde este último presentó menor firmeza, sin presentar diferencias con el resto de los tratamientos (Cuadro 12). Por otra parte, la firmeza de las bayas disminuyó significativamente a partir de la tercera cosecha.

La pérdida de la firmeza de los frutos de arándanos se debe principalmente a la degradación de la lamela media y la pared celular, debido a la disminución de los niveles de hemicelulosa y pectinas hidrosolubles a medida que avanza la maduración (Vicente *et al.*, 2007).

Cuadro 12. Efecto de la cianamida hidrogenada (CN<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) sobre la firmeza de las bayas (g·mm<sup>-1</sup>), aplicados en dos concentraciones y en dos épocas distintas durante el período inicial de brotación en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Firmeza			
	09 – enero (g·mm <sup>-1</sup> )	18 – enero (g·mm <sup>-1</sup> )	27 – enero (g·mm <sup>-1</sup> )	05 – febrero (g·mm <sup>-1</sup> )
T0	267,5 a A	253,2 a AB	242,4 ab B	241,5 a B
T1 (1% yema hinchada)	272,5 a A	267,2 a A	246,7 a B	233,8 ab B
T2 (2% yema hinchada)	262,6 a A	255,3 a A	235,7 ab B	222,9 bc B
T3 (1% comienzo floración)	256,4 a A	263,7 a A	231,6 b B	221,4 c B

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Ensayo de poda

#### Efectos sobre la producción

La variedad Brigitta tiene un período de maduración del fruto relativamente largo. Los primeros frutos maduros se presentaron el 26 de diciembre y la última cosecha se realizó el 7 de febrero, es decir el proceso de maduración se extendió por un período de 42 días. En el Cuadro 13 puede apreciarse que en promedio, un 43% de la fruta se cosechó en la primera cosecha, un 33% en la segunda y un 23% en la tercera, lo que significa que al 4 de enero, es decir, 9 días después de iniciada la maduración, se había cosechado un 43% de la fruta; al 23 de enero (28 días después de iniciada la maduración) se había cosechado un 77% de la fruta; y, que al 7 de febrero (es decir 42 días después de iniciada la maduración), se completó la cosecha, recolectando prácticamente el 100% de la fruta disponible.

Los tratamientos de poda no fueron efectivos en modificar las curvas de maduración, sin embargo alteraron significativamente los rendimientos. El tratamiento de poda donde se dejaron solo ramillas con brotes silépticos, presentó una mayor producción ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) que el tratamiento en el cual no se dejaron ramillas prolépticos. Esta mayor producción se manifestó tanto en la cosecha del total de la temporada, como en cada una de las cosechas parciales realizadas (Cuadro 13). Cuando se dejaron sólo ramillas prolépticas, el rendimiento disminuyó un 56,3% en relación con el rendimiento observado en el tratamiento donde se dejaron sólo ramillas silépticas.

En este ensayo nuevamente se confirma la tendencia que tiene esta variedad, que es similar a la de la mayoría de las variedades de arándanos, a disminuir el porcentaje de fruta que se cosecha a medida que avanza la temporada.

Cuadro 13. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre la producción ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y distribución de la cosecha (%) en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Producción y distribución de cosecha					
	04-ene		23-ene		07-feb	
	( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	(%)	( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	(%)	( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	(%)
<b>Producción por fecha</b>						
T1 (poda con silépticas)	6.946,9 a	45,1 A	5.037,1 a	32,7 B	3.420,0 a	22,2 C
T2 (poda con prolépticas)	2.810,1 b	41,7 A	2.270,9 b	33,7 B	1.656,7 b	24,6 C
<b>Producción acumulada</b>						
T1 (poda con silépticas)	6.946,9 a	45,1 a	11.984,0 a	77,8 a	15.404,0 a	100
T2 (poda con prolépticas)	2.810,1 b	41,7 a	5.081,0 b	75,4 a	6.737,7 b	100

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos para un mismo parámetro, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha de un mismo tratamiento, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Las diferencias de producción entre los tratamientos se deben principalmente a que la poda con ramillas prolépticas elimina más yemas, que son puntos de fructificación, por lo que al realizar una poda tan drástica se está eliminando fruta para la siguiente cosecha. Por lo tanto, para maximizar la producción sería recomendable no eliminar las ramillas que posean brotes silépticos.

Retamales y Hancock (2012) indican que el rendimiento en arándanos responde a una compleja interacción entre distintos componentes de rendimiento incluyendo cañas por arbusto, yemas florales por caña y peso de los frutos.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Siefker y Hancock (1986), quienes determinaron los componentes que afectan el rendimiento, estableciendo que la producción del arándano depende más del número de brotes por planta y del número de frutos por brote que del peso promedio del fruto. Por otra parte, aunque no se presentan datos específicos, estos resultados también confirman lo reportado por otros autores en el sentido que la

cantidad de yemas por rama productiva está relacionada con su diámetro, su longitud y la cantidad de nudos que ella posea. Así, a mayor cantidad de nudos y a mayor diámetro de la rama, mayor es la posibilidad de que se desarrollen yemas florales (Jansen, 1997; Hanson *et al.*, 2000).

### Efectos sobre el peso fresco de la fruta

El tratamiento de poda donde se dejaron ramillas con prolépticas (T2), presentó frutos de mayor peso y tamaño que cuando se dejaron ramillas con brotes silépticos (T1) en todos los períodos de recolección (cuadros 14 y 15). Esto probablemente se deba a que al reducir el rendimiento debido a una reducción en el número de frutos por planta, se obtiene un incremento en el tamaño del fruto que tendería a compensar el rendimiento final por planta, tal como ha sido reportado por otros autores (Siefker y Hancock, 1986; Jansen, 1997; Strik *et al.*, 2003). Además, se observa una disminución en el peso de las bayas a partir de la tercera recolección en ambos tratamientos, tal como se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre el peso fresco de los frutos (g) en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Peso fresco			
	09 – enero (g)	18 – enero (g)	27 – enero (g)	05 – febrero (g)
T1 (Poda con silépticas)	1,91 b A	1,92 b A	1,04 b B	1,16 B
T2 (Poda con prolépticas)	2,08 a A	2,06 a A	1,62 a B	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

Por otra parte, Strik *et al.* (2003) demostraron que la poda tiene efectos significativos sobre el peso del fruto. Ellos mostraron que los frutos eran más pequeños en plantas sin podar que en plantas podadas, lo que se tradujo en una eficiencia de cosecha 51% mayor que en plantas sin podar, debido principalmente a que la fruta se hace más accesible al recolector. Otros autores también han demostrado que la poda no sólo induce un mayor tamaño en la fruta, sino que además la maduración es más uniforme, lo que también facilita su recolección (Buzeta, 1997).

### Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta

Respecto al diámetro ecuatorial del fruto (calibre), se mantuvo la misma tendencia que la observada en relación con el peso fresco, observándose frutos de mayor calibre en el tratamiento de poda donde se dejaron ramillas prolépticas, lo que se evidenció en todas las fechas de recolección del fruto. Además, se observó una disminución en el diámetro ecuatorial a partir de la tercera recolección (Cuadro 15).

Estos resultados concuerdan con lo observado por Retamales (1991), quien señala que existe una relación positiva entre el tamaño del fruto y el vigor de las ramillas, donde que ramillas de mayor vigor generalmente producen las bayas más grandes. En este ensayo, las ramillas prolépticas en general fueron de mayor vigor que las silépticas (datos no mostrados). Además, estos resultados concuerdan con lo señalado por Pescie *et al.* (2011), quienes indican que a medida que avanza la cosecha, el peso de los frutos van disminuyendo.

Cuadro 15. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre el diámetro ecuatorial de los frutos (mm) en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial			
	09 – enero (mm)	18 – enero (mm)	27 – enero (mm)	05 – febrero (mm)
T1 (Poda con silépticas)	15,6 b A	15,9 b A	12,67 b C	13,28 B
T2 (Poda con prolépticas)	16,1 a A	16,2 a A	14,8 a B	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

### Efecto sobre el contenido de sólidos solubles

En relación a los efectos de la poda sobre el contenido de sólidos solubles, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos durante todas las fechas de recolección. Por otra parte, se evidencia un aumento en el contenido de sólidos solubles totales a partir de la cuarta recolección para la poda con ramillas silépticas, lo que no ocurrió en el tratamiento con ramillas prolépticas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre el porcentaje de sólidos solubles totales de los frutos, en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Sólidos solubles totales			
	09 – enero (% SST)	18 – enero (% SST)	27 – enero (% SST)	05 – febrero (% SST)
T1 (Poda con silépticas)	12,91 a B	13,72 a B	14,02 a AB	15,07 A
T2 (Poda con prolépticas)	13,04 a A	13,94 a A	14,26 a A	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

En este sentido, Moggia (1991) menciona que frutos inmaduros poseen un contenido menor de sólidos solubles (11 v/s 13,5 °Brix) y que son generalmente ácidos. Además, este mismo autor indica que, en las condiciones de cultivo en Chile, los frutos logran el contenido de

sólidos solubles requerido antes de lograr la coloración completa, lo que permitiría una cosecha más temprana.

### Efecto sobre la acidez titulable

En relación con la acidez titulable, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en todas las fechas de cosecha (Cuadro 17). De igual manera, no se observaron diferencias significativas en la acidez titulable entre los frutos de las diferentes fechas de recolección estudiadas en el tratamiento de poda con ramillas silépticas. No obstante, en una poda con ramillas prolépticas (T2), la acidez titulable de las bayas disminuyó significativamente a partir del segundo período de recolección.

Cuadro 17. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre la acidez titulable (% ácido cítrico) en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Acidez titulable			
	09 – enero (% ác. cítrico)	18 – enero (% ác. cítrico)	27 – enero (% ác. cítrico)	05 – febrero (% ác. cítrico)
T1 (Poda con silépticas)	0,45 a A	0,44 a A	0,41 a A	0,40 A
T2 (Poda con prolépticas)	0,47 a A	0,42 a B	0,39 a B	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

### Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable

No existieron diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la relación sólidos solubles: acidez titulable en las fechas evaluadas, siguiendo la misma tendencia presente en los parámetros de acidez titulable y sólidos solubles presente discutidos anteriormente en este ensayo (Cuadro 18). Además, esta relación aumentó significativamente a partir de la cuarta fecha para la poda con silépticas, mientras que este parámetro aumentó a partir de la segunda fecha para una poda con ramillas prolépticas.

Cuadro 18. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre la relación sólidos soluble: acidez titulable de los frutos, en arándanos ‘Brigitta’.

Tratamiento	Relación sólidos solubles/acidez			
	09 – enero	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
T1 (Poda con silépticas)	28,69 a B	31,18 a AB	34,20 a AB	37,68 A
T2 (Poda con prolépticas)	27,74 a B	33,19 a A	36,56 a A	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

Al igual que lo observado en el ensayo de cianamida hidrogenada, la relación de sólidos solubles: acidez son muy elevados para los gustos y preferencias del mercado americano, quienes gustan de arándanos con un sabor moderadamente dulce y subácido. Sin embargo, esta fruta presentaría ventajas en el mercado asiático, cuyos consumidores prefieren los frutos extremadamente dulces y con baja acidez (Galletta y Ballington, 1996).

### Efectos sobre la firmeza de la fruta

Durante la primera y segunda recolección de fruta, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en el tercer período de recolección de fruta, el tratamiento de poda con ramillas prolépticas (T2) presentó significativamente mayor firmeza que el tratamiento con ramillas silépticas (T1). En ambos tratamientos de poda se observó una disminución de la firmeza a medida que avanzó la temporada. En este sentido, se observó que el tratamiento de poda donde se dejaron ramillas con brotes silépticos (T1), la firmeza disminuyó significativamente a partir de la tercera fecha de recolección de fruta, mientras que la poda donde no se dejaron ramillas prolépticas (T2), este parámetro disminuyó a partir de la segunda recolección (Cuadro 19).

Cuadro 19. Efecto de dos tipos de poda invernal sobre la firmeza de bayas ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ ) en arándanos 'Brigitta'.

Tratamiento	Firmeza			
	09 enero ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ )	18 enero ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ )	27 enero ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ )	05 febrero ( $\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ )
T1 (Poda con silépticas)	259,8 a A	233,8 a A	213,6 b B	214,6 B
T2 (Poda con prolépticas)	272,1 a A	246,3 a B	236,5 a B	-

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de t-Student ( $\alpha=0,05$ ).

### Ensayo de etefón

#### Efectos sobre la producción

Tal como se aprecia en el Cuadro 20, las aplicaciones de etefón no alteraron la producción total, ya que todos los tratamientos mostraron rendimientos en torno a los  $16.500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Sin embargo, el producto fue muy efectivo en adelantar la madurez. En todos los casos la primera cosecha superó el 50% del total de fruta cosechada, alcanzando en el tratamiento testigo, al 56,7% del total. Los tratamientos con etefón aumentaron significativamente la cantidad de fruta cosechada en la primera cosecha, alcanzando a un 69,9%, cuando se

aplicó una concentración de 2.000 mg·L<sup>-1</sup> y un 80,1% cuando ésta fue de 4.000 mg·L<sup>-1</sup> (Cuadro 20). En la segunda cosecha, no hubo diferencias entre las concentraciones del producto, pero sí las hubo cuando se comparan los tratamientos con etefón con el testigo. Sin embargo, si se compara el total acumulado cosechado a la fecha, sólo la concentración mayor de etefón muestra diferencias con los otros dos tratamientos, alcanzando alrededor de un 93% de los frutos cosechados en relación al total de frutos cosechados al final de la temporada, comparado con del tratamiento testigo y la aplicación de 2.000 mg·L<sup>-1</sup> que alcanzaron a acumular alrededor de un 82% y 84% respectivamente.

Cuadro 20. Efecto de la aplicación de etefón sobre la producción (kg·ha<sup>-1</sup>), y distribución de la cosecha (%) en arándanos ‘Brigitta’ aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Producción y distribución de cosecha					
	18-ene		27-ene		05-feb	
	(kg·ha <sup>-1</sup> )	(%)	(kg·ha <sup>-1</sup> )	(%)	(kg·ha <sup>-1</sup> )	(%)
T0 (testigo)	9.465 c	56,7 A	4.166 a	25,0 B	3.066 a	18,3 B
T1 (2000 mg·L <sup>-1</sup> )	11.632 b	69,9 A	2.366 b	14,3 B	2.633 a	15,8 B
T2 (4000 mg·L <sup>-1</sup> )	13.098 a	80,1 A	2.066 b	12,6 B	1.199 b	7,3 B
Producción acumulada						
T0 (testigo)	9.465 c	56,7 c	13.631 b	81,7 b	16.697 a	100
T1 (2000 mg·L <sup>-1</sup> )	11.632 b	69,9 b	13.998 b	84,2 b	16.631 a	100
T2 (4000 mg·L <sup>-1</sup> )	13.098 a	80,1 a	15.164 a	92,7 a	16.363 a	100

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos de un mismo parámetro, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha de un mismo tratamiento, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Dekazos (1976) y Forsyth *et al.* (1977) quienes tampoco observaron diferencias en el rendimiento ni en el tamaño de los frutos en arándanos ojo de conejo, aplicando 500 mg·L<sup>-1</sup> y 1.000 mg·L<sup>-1</sup>.

Eck (1970), demostró que concentraciones sobre 240 mg·L<sup>-1</sup> de etefón en cv. Weymouth y sobre 920 mg·L<sup>-1</sup> en el cv. Blueray, logran adelantar la maduración de arándanos y el período de cosecha. Del mismo modo, Ban *et al.* (2007), observaron diferencias significativas en la maduración y en el contenido de sólidos solubles a partir del octavo día después de la aplicación de 100 mg·L<sup>-1</sup> de etefón en el cv. Tifblue.

Cabe señalar que en general, la determinación del periodo de cosecha de arándanos y la intensidad de ésta, depende principalmente de la coloración de la piel de fruta y no de otros indicadores de madurez tales como el contenido de azúcar o la firmeza de frutos. Sin embargo, estos parámetros continúan variando después de que el color de la piel cambia a azul (Giacalone *et al.*, 2002).

### Efectos sobre el color de la fruta

Tal como se esperaba, la aplicación de  $4.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón logró aumentar la proporción de frutos completamente azules (categoría 5), diferenciándose significativamente con el tratamiento testigo, mientras que aplicaciones de  $2.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón no presentaron diferencias con el resto de los tratamientos. Adicionalmente, ambos tratamientos lograron disminuir la cantidad de frutos verdes (categoría 1) durante la primera cosecha, tal como se muestra en el Cuadro 21.

Por otra parte, en la segunda cosecha, se observa una disminución de frutos verdes (categoría 1) en las plantas tratadas con  $4.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón, respecto al tratamiento testigo. No obstante, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la proporción de frutos completamente azules (categoría 5).

Durante la tercera cosecha, no se observaron diferencias entre los tratamientos; sin embargo, la mayor parte de los frutos se encuentran con el color necesario para ser cosechados (categorías 4 y 5).

Las antocianinas son los principales responsables del color de los frutos de arándanos, abarcando desde el color rojo hasta el azul. La mayoría de los pigmentos de antocianina se forman 6 días tras el desarrollo del color rojo (Woodruff *et al.*, 1960). Mientras que factores como la cantidad de antocianinas en el fruto (Kushman y Ballinger, 1975a), su misma estructura química, el pH, su concentración, la temperatura, la presencia de oxígeno, el contenido de ácido ascórbico y la reactividad del agua, determinan la estabilidad del pigmento y el color en la fruta (Astrid, 2008), los que estarían sujetos a la variabilidad genética de las variedades (Ballinger *et al.*, 1979; Ballinger *et al.*, 1972) y a las influencias medioambientales (Kushman y Ballinger, 1975b). No obstante, estos factores dependen del grado de madurez de los frutos (Ballinger and Kushman, 1970).

Por otra parte, se ha comprobado que el etileno es requerido para la síntesis y el mantenimiento de la alta actividad de fenilalanina amonioliasa (PAL) para la formación de ácido cinámico, la cual es un precursor en la biosíntesis de antocianinas y otros compuestos fenólicos (Singh *et al.*, 2010).

Ban *et al.* (2007) reportaron un aumento significativo en el contenido de antocianos con aplicaciones de  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de etefón después de cuatro días de aplicado el producto. De igual manera, Dekazos (1976) observó un incremento de este parámetro con aplicaciones de  $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y  $1.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Cuadro 21. Efecto de la aplicación de etefón sobre el color en arándanos ‘Brigitta’, expresados como porcentaje según categoría de color.

Tratamiento	Porcentaje de frutos cosechados para cada categoría				
	Categoría 1 verde	Categoría 2 verde-rojizo	Categoría 3 rojizo	Categoría 4 50%-80% azul	Categoría 5 100% azul
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Primera cosecha					
T0 (testigo)	28,50 a	10,07 a	8,13 a	18,80 a	34,50 b
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	11,13 b	9,88 a	13,00 a	22,88 a	43,11 ab
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	5,75 b	5,75 a	9,13 a	16,87 a	62,50 a
Segunda cosecha					
T0 (testigo)	29,25 a	8,63 a	11,88 b	29,13 a	21,11 a
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	18,57 ab	12,44 a	28,62 b	32,28 a	8,09 a
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	13,58 b	11,2 a	18,79 ab	38,91 a	17,52 a
Tercera cosecha					
T0 (testigo)	6,75 a	8,50 a	10,25 a	37,25 a	37,25 a
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	6,39 a	9,94 a	14,06 a	32,06 a	37,55 a
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	7,00 a	5,50 a	12,50 a	23,00 a	52,00 a

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos de un mismo parámetro, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efectos sobre el peso fresco de la fruta

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en todas las recolecciones realizadas respecto al peso fresco de los frutos. Sin embargo, se aprecia una disminución significativa de este parámetro cuando se comparan las distintas fechas de cosecha. Es así como a partir de la tercera cosecha en T1 (2.000 mg·L<sup>-1</sup>) y en T2 (4.000 mg·L<sup>-1</sup>), se observaron calibres significativamente disminuidos (Cuadro 22).

Estos resultados coinciden con Forsyth *et al.* (1977), Dekazos (1978) y Ban *et al.* (2007), quienes no observaron aumento en el peso de las bayas. Por otro lado, Eck (1970) afirma que las aplicaciones de etefón tienden a disminuir el tamaño de los frutos.

Cuadro 22. Efecto del etefón sobre el peso fresco de bayas (g) de arándanos ‘Brigitta’ aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Peso fresco		
	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
	(g)	(g)	(g)
T0 (testigo)	1,88 a A	1,83 a A	1,41 a A
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	1,84 a A	1,81 a A	1,33 a B
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	1,77 a A	1,86 a A	1,38 a B

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efectos sobre el diámetro ecuatorial (calibre) de la fruta

Como era de esperar, una tendencia similar a la observada en cuanto al peso del fruto, se observó en cuanto al diámetro ecuatorial (calibre) del fruto. En el Cuadro 23, puede observarse que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna fecha de cosecha. Tampoco hubo diferencias significativas respecto a este parámetro entre las fechas de cosecha en el tratamiento testigo y T2 (4.000 mg·L<sup>-1</sup>). Sin embargo en T1 (2.000 mg·L<sup>-1</sup>), el diámetro ecuatorial disminuye a partir de la segunda recolección.

Cuadro 23. Efecto del etefón sobre el diámetro ecuatorial de la fruta (mm), en arándanos ‘Brigitta’ aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial		
	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
	(mm)	(mm)	(mm)
T0 (testigo)	15,44 a A	15,52 a A	14,32 a A
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	15,27 a A	14,42 a B	14,07 a B
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	14,93 a A	15,25 a A	13,87 a A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efecto sobre el contenido de sólidos solubles

Tal como se aprecia en el cuadro 24, el contenido de sólidos solubles aumenta a medida que aumenta la concentración del etefón en la primera cosecha (9 días después de la aplicación). Es así como la aplicación de 4.000 mg·L<sup>-1</sup> aumentó significativamente el contenido de sólidos solubles totales en relación con el testigo, mientras que la aplicación de 2.000 mg L<sup>-1</sup> no presentó diferencias con el resto de tratamientos.

Sin embargo, en la segunda cosecha los tratamientos de aplicación T1 (2.000 mg·L<sup>-1</sup>) y T2 (4.000 mg·L<sup>-1</sup>) presentaron significativamente menor porcentaje de sólidos solubles respecto al testigo. Esto puede deberse al aumento de la coloración de las bayas debido a la aplicación de etefón, trayendo como consecuencia un aumento en la proporción de frutos cosechados durante la primera recolección, lo que se ve reflejado en una disminución en los sólidos solubles en los frutos durante la segunda cosecha, teniendo en cuenta que se utiliza como índice de cosecha el color azul de los frutos, y que luego del estado completamente azul de la piel, el color no varía, pero sí lo hacen los indicadores de calidad tales como sólidos solubles, acidez titulable y pH (Giacalone *et al.*, 2002).

Por otro lado, durante la tercera cosecha, el tratamiento T2 (4.000 mg·L<sup>-1</sup>) presentó menor porcentaje de sólidos solubles respecto al testigo y al tratamiento T1 (2.000 mg·L<sup>-1</sup>). Además, se observa un aumento en el porcentaje de sólidos solubles, a partir de la tercera cosecha en el tratamiento testigo. Mientras que los tratamientos T1 (2.000 mg·L<sup>-1</sup>) y T2 (4.000 mg·L<sup>-1</sup>) en la segunda recolección presentaron contenido de sólidos solubles significativamente menores respecto a la primera y tercera colecta.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Ban *et al.* (2007), donde el contenido de sólidos solubles aumentó significativamente a partir de los 8 días después de la aplicación de 2000 mg L<sup>-1</sup> de etefón.

Cuadro 24. Efecto del etefón sobre el porcentaje de sólidos solubles totales en arándanos ‘Brigitta’, aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Sólidos solubles totales		
	18 – enero (% SST)	27 – enero (% SST)	05 – febrero (% SST)
T0 (testigo)	11,96 b B	12,27 a B	13,65 a A
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	12,44 ab A	10,35 b B	13,71 a A
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	13,25 a A	10,82 b B	12,68 b A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### Efecto sobre la acidez titulable

Respecto a la acidez titulable no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y fechas de cosecha, tal como se observa en el Cuadro 25. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Forsyth *et al.* (1977), quienes encontraron que el etefón no reduce la acidez titulable con una concentración de 1.000 mg·L<sup>-1</sup>. Sin embargo, Ban *et al.* (2007) observaron una reducción en la acidez titulable 4 días después de la aplicación con una concentración de 200 mg·L<sup>-1</sup>.

Cuadro 25. Efecto del etefón sobre la acidez titulable (% de ácido cítrico) en arándanos ‘Brigitta’, aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Acidez titulable		
	18 – enero (% ác. cítrico)	27 – enero (% ác. cítrico)	05 – febrero (% ác. cítrico)
T0 (testigo)	0,49 a A	0,50 a A	0,40 a A
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	0,48 a A	0,55 a A	0,45 a A
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	0,41 a A	0,47 a A	0,38 a A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

El ácido cítrico es el principal ácido orgánico presente en frutos de arándanos de arbusto alto, cuya concentración disminuye notoriamente a medida que la fruta madura, a diferencia de otros ácidos, como el ácido málico, ácido succínico y ácido quínico, que prácticamente se mantienen a niveles constantes (Kalt y McDonald, 2006)

Sapers *et al.* (1984) señalan valores de acidez titulable que varían entre 0,40% y 1,31 % de ácido cítrico. Los bajos niveles de acidez titulable presentes en los frutos de este ensayo en comparación a otros reportados en la literatura, podrían deberse a una característica genética de la variedad Brigitta y/o producto de una cosecha tardía. En este sentido, es importante destacar que luego de madurar los frutos de arándanos presentan una brusca caída en la acidez titulable (Ballinger y Kushman, 1970).

### **Efecto sobre la relación sólidos solubles: acidez titulable**

En este ensayo, se detectaron diferencias significativas en la relación sólidos solubles: acidez únicamente en la primera fecha de cosecha, en donde la aplicación de 4.000 mg·L<sup>-1</sup> alcanzó valores más altos, el tratamiento testigo presentó un menor valor en dicha relación, mientras que la aplicación de 2.000 mg·L<sup>-1</sup> no se diferenció del resto de los tratamientos (Cuadro 26). Estas diferencias estarían mayormente influenciadas por un mayor contenido de sólidos solubles presente en los tratamientos de aplicación de etefón detectados durante la primera fecha de recolección (18 enero).

Los altos valores obtenidas en la relación sólidos solubles: acidez titulable en el presente ensayo, se deberían principalmente al bajo nivel de acidez titulable que poseen estas frutas, señalado anteriormente.

Cuadro 26. Efecto del etefón sobre la relación sólidos solubles /acidez en arándanos ‘Brigitta’, aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones. .

Tratamiento	Relación sólidos solubles/acidez		
	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
T0 (testigo)	24,41 b B	24,54 a B	34,13 a A
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	25,92 ab B	18,82 a C	30,47 a A
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	32,32 a A	23,02 a B	33,37 a A

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Al igual que los ensayos anteriores, los valores obtenidos en la relación sólidos solubles: acidez, esta fruta no concordaría con los gustos y preferencias del mercado americano que gusta de arándanos con un sabor moderadamente dulce y subácido. Sin embargo, esta fruta presentaría ventajas en el mercado asiático, cuyos consumidores prefieren los frutos extremadamente dulces y con baja acidez (Galletta y Ballington, 1996).

### Efectos sobre la firmeza de la fruta

Respecto a la primera cosecha, se observó que el tratamiento de etefón con 4.000 mg·L<sup>-1</sup> disminuyó la firmeza respecto al testigo, mientras que el tratamiento de aplicación de 2.000 mg·L<sup>-1</sup> de etefón, no presentó diferencias estadísticas comparado con el resto de los tratamientos. Además, no se observaron diferencias entre los tratamientos durante la segunda y tercera recolección. No obstante, la firmeza de la pulpa disminuyó significativamente a partir de la segunda cosecha en todos los tratamientos, tal como se muestra en el Cuadro 27.

Asimismo, Ban *et al.* (2007) observaron una reducción significativa en la firmeza de las bayas a partir de los 4 días luego de aplicar 200 mg·L<sup>-1</sup> de etefón.

Cuadro 27. Efecto del etefón sobre la firmeza (g·mm<sup>-1</sup>) en arándanos ‘Brigitta’, aplicados el día 9 de enero, en dos concentraciones.

Tratamiento	Firmeza		
	18 – enero	27 – enero	05 – febrero
	(g·mm <sup>-1</sup> )	(g·mm <sup>-1</sup> )	(g·mm <sup>-1</sup> )
T0 (testigo)	286,6 a A	228,4 a B	235,5 a B
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	266,8 ab A	237,4 a B	231,0 a B
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	260,4 b A	234,3 a B	227,2 a B

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras mayúsculas diferentes en sentido horizontal indican diferencias significativas entre las fechas de cosecha, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

### **Apreciaciones finales**

Al evaluar los tres ensayos, se observa que la maduración de los frutos, independiente del tratamiento, se concentra principalmente en la primera fecha de recolección. Sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados fue suficiente como para modificar el patrón de maduración para realizar teóricamente una cosecha mecánica, ya que ésta requiere que toda la fruta sea cosechada de una sola vez, sin que ello implique una baja en el total de fruta cosechada.

Entre los tratamientos evaluados, las aplicaciones de etefón resultaron ser las más favorables ante una eventual mecanización de la cosecha, ya que permitieron modificar el patrón de maduración, aumentando significativamente la fruta cosechada en la primera cosecha, sin disminuir significativamente el total de fruta cosechada (Cuadro 28).

Con las aplicaciones de cianamida hidrogenada, el tratamiento con un 1% aplicado a inicios de floración, disminuyó el rendimiento total en la planta y el la fruta cosechada en la primera cosecha. Mientras que las aplicaciones durante yema hinchada no afectaron el rendimiento total; no obstante, la aplicación de 2% en yema hinchada presentó mayor producción en la primera cosecha.

Los sistemas de poda no modificaron la dinámica de la maduración; sin embargo, la poda donde se dejaron solo ramillas con brotes prolépticos, presentó menor producción durante todas las fechas evaluadas.

Finalmente, para determinar la conveniencia de mecanizar la cosecha a través de los tratamientos evaluados, es necesario realizar un estudio económico, teniendo en cuenta que existe una disminución los costos asociados a la cosecha, pero con una merma en los ingresos, producto a una pérdida en la producción.

Cuadro 28. Efecto de diversos manejos agronómicos sobre el rendimiento total y durante la primera cosecha en arándanos Brigitta.

Tratamiento	Producción		
	Primera cosecha	%	Total
	kg·ha <sup>-1</sup>		kg·ha <sup>-1</sup>
Cianamida Hidrogenada			
T0 (testigo)	7.602 b	42 c	18.107 a
T1 (1% yema hinchada)	7.830 b	45 c	17.412 a
T2 (2% yema hinchada)	9.187 a	53 a	17.351 a
T3 (1 % inicio floración)	6.664 c	49 b	13.617 b
Poda			
T1 (poda con silépticas)	6.947 a	45 a	15.404 a
T2 (poda con prolépticas)	2.810 b	42 a	6.738 b
Etefón			
T0 (testigo)	9.465 c	57 c	16.697 a
T1 (2.000 mg·L <sup>-1</sup> )	11.632 b	70 b	16.631 a
T2 (4.000 mg·L <sup>-1</sup> )	13.098 a	80 a	16.363 a

Letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas entre tratamientos de un mismo parámetro, según prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir lo siguiente:

- Ningún tratamiento de los estudiados, es suficiente como para modificar el patrón de maduración, sin una sin una pérdida significativa de la producción.
- Sin embargo, para determinar que tratamientos aumentan la rentabilidad del cultivo, pensando en una mecanización, es necesario realizar un estudio económico.
- Las aplicaciones de cianamida hidrogenada, en las dos concentraciones utilizadas y en los dos momentos de aplicación, permiten aumentar el porcentaje de frutos cosechados durante la primera fecha de recolección. Además, aplicaciones en yema hinchada, adelantan el inicio del crecimiento vegetativo y no disminuyen la producción, mientras que la aplicación a inicios de floración retrasa el inicio del crecimiento vegetativo, pero disminuye la producción alrededor de un 25%. Además, las aplicaciones de cianamida hidrogenada no afectan la acidez titulable, ni la firmeza de los frutos; no obstante, aplicaciones al 2% durante yema hinchada aumentan el contenido de sólidos solubles durante la primera cosecha.
- Podar dejando sólo ramillas silépticas aumenta la producción, pero disminuye el tamaño de los frutos. Además, los tipos de poda no afectan el porcentaje de frutos cosechados por fecha de recolección, el contenido de sólidos solubles, la acidez titulable, ni la firmeza de los frutos, en ninguna de las fechas evaluadas.
- Aplicaciones de etefón logran aumentar el porcentaje de frutos maduros a la primera fecha de cosecha, mejoran la coloración de las bayas, aumentan el contenido de sólidos solubles y reducen la firmeza de los frutos; sin embargo, no afectan la producción, el tamaño de los frutos, ni la acidez titulable.
- En general, a medida que avanza la cosecha, se reduce el tamaño de las bayas, aumenta el contenido de sólidos solubles, disminuye la acidez titulable y la firmeza de los frutos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allende, J. y C. Vial. 2005. Análisis comercial y visión general del arándano en Chile. En: Ciclo de seminarios frutícolas de actualización técnico comercial. Berries: arándanos y frambuesas (21-22 de junio de 2005). Asociación de exportadores de Chile (ASOEX). Santiago, Chile. 69p.
- Arias, R. 2006. Mecanización de la cosecha de frambuesas (*Rubus idaeus*) y arándanos (*Highbush*), y la incidencia en la rentabilidad de sus cultivos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de las Américas. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Santiago, Chile. 129h.
- Arora, R., L. Rowland and K. Tanino. 2003. Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. *HortScience*. 38(5): 911-921.
- Astrid, G. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biológica Colombiana*. 13 (3): 27-36.
- Ballinger, W. and L. Kushman. 1970. Relationship of stage of ripeness to composition and keeping quality highbush blueberries. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 95 (2): 239-242.
- Ballinger W.; E. Maness; G. Galletta and L. Kushman. 1972. Anthocynins of ripe fruit of a “pink fruited” hybrid of highbush blueberries, *Vaccinium corymbosum*. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 97: 381-384.
- Ballinger W.; G. Galletta and E. Maness. 1979. Anthocyanins of fruits of *Vaccinium*, subgenera *Cyanococcus*, and *Polycodium*. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 104: 554-557.
- Ban, T.; M. Kugishima; T. Ogata; S. Shiozaki; S. Horiuchi and H. Ueda. 2007. Effect of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on the fruit ripening characters of rabbiteye blueberry. *Scientia Horticulturae*. 112: 278-281.
- Bangerth, F. 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for a correlative signal. *Physiology Plantarum*. 76: 608-614.
- Bañados, P. 2005. Claves para la poda de arándanos. *Agronomía y Forestal*. 25: 28-31.
- Bañados, P. 2006. Blueberry Production in South America. *Acta Horticulturae (ISHS)*. 715:165–172

- Bañados, P.; D. Donnay y P. Uribe. 2007. Poda en verde en arándanos. *Agronomía y Forestal*. 31: 16-19.
- Barceló, J.; G. Nicolás; B. Sabater y R. Sánchez. 1988. Fisiología Vegetal. 5ª Edición. Madrid, España: Editorial Pirámide. 823p.
- Brazelton, D. and B. Strik. 2007. Perspective on the U.S. and global blueberry industry. *Journal of the American Pomological Society*. 61:144–147.
- Bustos, M. 2008. Efecto de la aplicación de cianamida hidrogenada sobre el período de floración y cosecha de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad O'Neal. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 61h.
- Buzeta, A. 1997. Berries para el 2000. Fundación Chile. Santiago, Chile. 132p.
- Castrejón A.; I Eichholz; S. Rohn; L. Kroh and S. Huykens-Keil. 2008. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*) during fruit maturation and ripening. *Food Chemistry*. 109: 564-572.
- Dale, A.; E. Hanson; D. Yarborough; R. McNicol; E. Stang; R. Brennan. *et. al.* 1994. Mechanical harvesting of berry crops. *Horticultural Reviews*. 16: 255-382.
- Dekazos, E. 1976. Effects of preharvest applications of ethephon and SADH on ripening, firmness and storage quality of rabbiteye blueberries (cv. 't-19'). *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 89: 266-270.
- Dekazos, E. 1978. Maturity and quality responses of 'Tifblue' rabbiteye blueberries to sadh and ethephon. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 91: 168-170.
- Donoghue, M. 1981. Growth patterns in woody plants with examples from the *Genus viburnum*. *Arnoldia*. 41: 2-23.
- Eck, P. 1970. Influence of Ethrel upon highbush blueberry fruit ripening. *HortScience*. 5: 23-25.
- Erez, A. 1987. Chemical control of budbreak. *HortScience*. 22: 1240-1243.
- Forsyth, F.; D. Craig and R. Stark. 1977. Ethephon as a chemical harvesting aid for the late season highbush blueberry Coville. *Canadian Journal of Plant Science*. 57: 1099-1102.
- Galletta, G.; W. Ballinger; R. Monroe and L. Kushman. 1971. Relationships between fruit acidity and soluble solids levels of highbush blueberry clones and fruit keeping quality. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 96 (6): 758-762.

Galletta, G and J. Ballington. 1996. Blueberry, cranberries and lingonberries (pp 1-108). *In: Fruit Breeding. Vol. I, Vine and Small Fruit Crops. (Eds.) Janick, J. and J. Moore. New York. 477p.*

Giocalone, G.; C. Peano; A. Guarinoni; G. Beccaro y G. Bounous. 2002. Ripening curve of early, midseason and late maturing highbush blueberry cultivars. *Acta Horticulturae (ISHS)* 574: 119-121.

Gil, G. 2000. Fruticultura. El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. 4<sup>ta</sup> edición. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. 398p.

Gough, R. 1994. The Highbush Blueberry and its Management. Food Products Press, New York, USA. 272p.

Hanson, E.; J. Hancock; D. Ramsdell; A. Schilder; G. Vanee and R. Ledebuhr. 2000. Sprayer type and pruning affect the incidence of blueberry fruit rots. *HortScience*. 35: 235-238.

Hernández, C. 1991. Efecto de la aplicación de cianamida hidrogenada sobre 2 cultivares de frambueso rojo (*Rubus idaeus* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 61h.

Jansen, W. 1997. Pruning of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*. 446: 333-335.

Kalt, W. and J. E. McDonald. 1996. Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 121(1): 142-146.

Kushman, J. and W. Ballinger. 1968. Acid and sugar changes during ripening in Wolcott blueberries. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 92: 290-295.

Kushman, L. and W. Ballinger. 1975a. Relation on quality indices of individual blueberries to photoelectric measurement of anthocyanin content. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 100: 561-564.

Kushman L. and W. Ballinger. 1975b. Effect of season, location, cultivar, and fruit size upon quality of light-sorted blueberries. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 100: 564-569.

Lang, G. 1989. Dormancy-models and manipulation of environmental – physiological regulation. (pp. 79-98). *In: Manipulation of fruiting. (Ed.) Wrigth, C. Sevenoaks, UK. 414p.*

Leiva, J. 1986. Efecto de diferentes dosis y épocas de aplicación de cianamida hidrogenada en la brotación, desarrollo vegetativo, producción y calidad de la fruta en vides cvs.

Sultanina y Cabernet-Sauvignon. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile. 71h.

Lobos, A.; P. Callow and J. Hancock. 2014. The effect of delaying harvest date on fruit quality and storage of late highbush blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.). *Postharvest Biology and Technology*. 87: 133-139.

Looney, N. and A. McMechan. 1970. The use of 2-chloroethylphosphonic acid and succinamic acid 2,2-dimethyl hydrazide to aid in mechanical shaking of sour cherries. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 95: 452-457.

Luchsinger, L. 1989. Adelanto de la madurez en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Linl.) cv. Santa Rosa mediante la aplicación de cianamida hidrogenada y ácido-2-cloroetilfosfonico. Tesis Ing. Agr. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 92h.

Luraschi, M. 2013, mayo – junio. El negocio global de los berries. *Red Agrícola*. 54 (7): 8-9.

Maust, B.; J. Williamson and R. Darnell. 1999. Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. *HortScience*. 34(4): 607-610.

Moggia, C. 1991. Aspectos de Cosecha y Postcosecha de arándanos. (pp. 80-82). En: Arándano. Seminario Internacional Producción Comercial y Perspectivas Económicas. (3-4 de octubre de 1991, Universidad de Talca, Talca, Chile). (Eds.) Retamales J.; C. Moggia; M. Lolas y H. Román. 210p.

Morán, A. 2011. Influencia del retraso de la cosecha sobre la producción y calidad del fruto en arándano de arbusto alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Brigitta. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Talca, Chile. 45h.

Navarrete, J.; R. Jorquera; R. Soto; C Rojas; A. Astorga y E. Guerra. 2010. Arándanos. [En línea]. Centro de Competitividad del Maule. Talca, Chile. 31p. Recuperado en: <<http://www.centrodecompetitividaddelmaule.cl/files/arandanos.pdf>>. Consultado el 7 de julio 2012.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias), Chile. 2012. Estudio: Estimación y caracterización de la demanda de la mano de obra asociada a la fruticultura de exportación. [Santiago, Chile]: ODEPA del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 337p.

Pescie, M.; M. Borda; P. Fedyszak y C. López. 2011. Efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad del fruto en arándano altos del sur (*Vaccinium corymbosum*) var. O'Neal en la provincia de Buenos Aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*. 37 (3): 268-274.

- Retamales, J. 1991. Arándano; antecedentes generales. (pp. 1-12). En: Arándano. Seminario Internacional Producción Comercial y Perspectivas Económicas. (3-4 de octubre de 1991, Universidad de Talca, Talca, Chile). (Eds.) Retamales J.; C. Moggia; M. Lolas y H. Román. 210p.
- Retamales, J. and J. Hancock. 2012. Blueberries: Crop production science in horticulture series No. 21. Wallingford, Oxfordshire, UK; Cambridge, MA, USA: CABI. 323p.
- Sapers, G.; A. Burgher; J. Phillips and S. Jones. 1984. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 109 (1): 105-111.
- Siefker, J. and J. Hancock. 1986. Yield Component Interactions in Cultivars of the Highbush Blueberry. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 111(4): 606-608.
- Singh, R.; S. Rastogi and U. Dwivedi. 2010. Phenylpropanoid metabolism in ripening fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9: 398-416.
- Smith, E. and M. Whiting. 2009. Effect of ethephon on sweet cherry pedicel-fruit retention force and quality is a cultivar dependent. *Plant Growth Regul.* 60: 213-223.
- Spiers, J.; J. Braswell and R. Constantin. 2002. Effects of pruning on 'climax' rabbiteye blueberry. *Acta Horticulturae (ISHS)*. 574: 233-237.
- Stringer, S.; J. Spiers; J. Braswell and D. Marshall. 2002. Effects of hydrogen cyanamide application rates and timing on fruit and foliage of 'climax' rabbiteye blueberry. *Acta Horticulturae (ISHS)*. 574: 245-251.
- Strik, B.; G. Buller and E. Hellman. 2003. Pruning severity affects yield, berry weight, and hand harvest efficiency of Highbush Blueberry. *HortScience*. 38: 196-199.
- Susuki, A. and N. Kawata. 2001. Relationship between anthesis and harvest date in highbush blueberry. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 70(1): 60-62.
- Ugalde, H. 2005. Efecto del peróxido de hidrógeno en la ruptura del letargo invernal en yemas de vid (cv. sultanina). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 82h.
- Vicente, A.; C. Ortugno; H. Rosli; A. Powell; L. Greve and J. Labavitch. 2007. Temporal sequence of cell wall disassembly events in developing fruits. 2. Analysis of blueberry (*Vaccinium* species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 4125-4130.

Vielma, N. 2006. Influencia de cianamida hidrogenada (dormex) y túneles plásticos en arándano arbustos alto (cv. bluecrop) y ojo conejo (cv. tifblue) en la VII Región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Talca, Chile. 54h.

Williamson, J.; G.Krewer; B. Maust and P. Miller. 2002. Hydrogen cyanamide accelerates vegetative budbreak and shortens fruit development period of blueberry. *HortScience*. 37(3): 539-542.

Williamson, J. and B.Maust. 2001. Timing and concentration of hydrogen cyanamide sprays affect bud development, flower mortality, and hasten fruit maturity of blueberry. *HortScience*. 114: 27-30.

Williamson, J.; F. Davies and P. Lyrene. 2004. Pruning blueberry plants in Florida. HS985. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS), University of Florida. 5p. Recuperado en: <<http://edis.ifas.ufl.edu/HS223>>. Consultado el 18 de julio 2012.

Woodruff, R.; D. Dewey and H. Sell. 1960. Chemical changes of 'Jersey' and 'Rubel' blueberry fruit associated with ripening and deterioration. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 75: 387-401.