

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE SACAROSA Y DEL SOMBREAMIENTO
SOBRE EL CUAJADO Y EL RENDIMIENTO DEL CRANBERRY (*Vaccinium
macrocarpon*) VARIEDAD STEVENS**

JAMES ANDREW ROBINSON MUÑOZ

SANTIAGO – CHILE
2009

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE SACAROSA Y DEL SOMBREAMIENTO
SOBRE EL CUAJADO Y EL RENDIMIENTO DEL CRANBERRY (*Vaccinium
macrocarpon*) VARIEDAD STEVENS**

**EFFECT OF SUCROSE SPRAYS AND SHADING ON FRUIT SET AND YIELD
IN CRANBERRY (*Vaccinium macrocarpon*) CULTIVAR STEVENS**

JAMES ANDREW ROBINSON MUÑOZ

SANTIAGO – CHILE
2009

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Efecto de la aplicación de sacarosa y del sombreadamiento sobre el cuajado y el
rendimiento del cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) variedad Stevens**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

James Andrew Robinson Muñoz

Profesor Guía	Calificaciones
Sr. Nicolás Franck B. Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D.	7.0
Profesores Evaluadores	
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6.3
Sr. Jaime Auger S. Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D.	6.8

SANTIAGO – CHILE
2009

INDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCION	7
Hipótesis.....	8
Objetivo General.....	9
Objetivo Especifico.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Ensayo de aplicación de sombra.....	10
Ensayo de aplicación de sacarosa exógena.....	11
Mediciones.....	12
Fenología reproductiva.....	12
Variables vegetativas y reproductivas.....	12
Diseño experimental y análisis estadístico.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Fenología reproductiva.....	15
Variables productivas.....	15
Variables de calidad de fruto y jugo.....	22
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFIA	27
APENDICE I	30
APENDICE II	32

RESUMEN

Los bajos niveles de cuajado en cranberries han motivado el estudio de distintos aspectos relacionados con la biología reproductiva de la especie. Dichos estudios indican que el factor limitante que induciría estos bajos niveles de cuajado, sería la disponibilidad de carbohidratos durante el período que abarca desde inicio de floración al cuajado. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del sombreamiento, y de aplicaciones de sacarosa en cinco distintos estados de floración sobre el cuajado y el rendimiento del cranberry var. Stevens e identificar el periodo en que la disponibilidad de carbohidratos es limitante en el cuajado de frutos. Con este fin se realizaron mediciones de carga frutal, rendimiento, repartición de biomasa vegetativa y calidad de frutos y jugo en una plantación adulta de cranberry en la Región de la Araucanía. Los resultados permitieron identificar un periodo común en que la aplicación de sombreamiento afectó negativamente el cuajado y el rendimiento del cranberry, mientras que la aplicación de sacarosa afectó positivamente estas variables. Este período corresponde al estado de final de plena flor e inicios de cuajado de frutos. La distribución de materia seca no mostró diferencias significativas para ninguno de los dos ensayos, mientras que las variables de calidad de fruta (peso individual y distribución de calibres) y la intensidad colorante del jugo solamente fueron afectadas en el caso del ensayo de sombreamiento.

Se concluye que el período de fines de plena flor - inicios de cuajado de frutos, corresponde a un período crítico para el cultivo del cranberry var. "Stevens" durante el cual se determina la carga frutal de la planta. Bajo las condiciones del presente estudio, las aplicaciones de sacarosa durante dicho período aumentaron el cuajado y el rendimiento de este frutal sin afectar la calidad de los frutos y del jugo.

Palabras Clave

Azucar, sombra, sumidero, fruta, balance de carbono

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the effect of shading and sucrose sprays at five different flowering stages of the cranberry cultivar “Stevens” on fruit set and yield. Additionally the study aimed at identifying the period during which the plant’s carbohydrate availability is a limiting factor for fruit set. Fruit set, yield, vegetative biomass as well as fruit and juice quality measurements were conducted on a cranberry farm in the Araucanía Region of Chile. A common period during which fruit set and yield were negatively affected by shading and positively affected by sucrose application was identified. This period corresponded to end of full bloom and onset of fruits. Vegetative biomass distribution was not affected by neither shading nor sucrose applications whereas quality traits such as individual fruit weight and size distribution, as well as juice color intensity were only affected by shading.

The period during which the plant carbohydrate status is crucial could be identified and, under the trial’s conditions, sucrose sprays during this period enhance fruit set and yield of cranberry cv. Stevens without affecting fruit and juice quality.

Key Words

Sugar, shading, sink, fruit, carbon balance.

INTRODUCCION

El cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) es una especie leñosa, perenne, con hojas de forma ovalada y un crecimiento bajo, nativa de los pantanos del noreste de Norteamérica. Tiene brotes horizontales o “runners” que crecen sobre la superficie del suelo, produciendo raíces en intervalos para formar una densa cobertura, sus yemas florales se ubican en brotes cortos verticales o “uprights” (Handley, 2003). Bajo las condiciones del sur de Chile la floración se produce en noviembre y la maduración de la fruta en marzo¹. La densidad de plantación es de 3.228 verticales m⁻² (300 verticales pie²).

El cranberry generalmente produce de 2 a 7 flores por brote vertical en primavera sin embargo, solamente de 1 a 3 frutos llegan a cosecha (Brown y McNeil, 2006). Concordantemente, Stang (1990) reporta que, para las condiciones de Wisconsin, el rango de cuajado (porcentaje de las flores que producen frutos que llegan a cosecha) del cranberry varía entre 25% y 40%, ocasionalmente hasta 50% en cultivares nuevos. Estos bajos niveles de cuajado han motivado el estudio de aspectos relacionados con la biología reproductiva de la especie como: la anatomía floral, la polinización, la nutrición mineral, el uso de reguladores de crecimiento, el crecimiento del tubo polínico y los efectos de la temperatura, entre otros, sin llegar a resultados satisfactorios como consta en una revisión bibliográfica realizada por Stang (1990). El mismo autor (Stang, 1990) concluye que los bajos niveles de cuajado de cranberry estarían asociados a bajos niveles de carbohidratos en los tallos verticales, coincidiendo con Roper *et al.* (1993) quienes redujeron el suministro de carbohidratos de las fuentes (hojas) a los sumideros (frutos), aplicando tratamientos de sombreado o de eliminación de hojas, y concluyeron que, el factor limitante que induciría bajos niveles de cuajado en cranberry, sería la disponibilidad de carbohidratos durante el período que abarca desde inicio de floración al cuajado. No obstante lo anterior, el estado fenológico exacto en que la disponibilidad de carbohidratos es crítica para determinar el cuajado no ha sido establecido, ya que los períodos de restricción aplicados por estos autores (Roper *et al.*, 1995) fueron de un mes, muy superiores a la duración de los distintos estados reproductivos de cranberry. Por otra parte, Hagidimitriou y Roper (1994) siguieron la evolución del contenido de carbohidratos en brotes verticales a lo largo de una temporada de crecimiento de cranberry, observando que la concentración de carbohidratos disminuyó previo al inicio de floración, manteniéndose así durante todo el período de desarrollo del fruto y aumentando tras la cosecha, confirmando que la disponibilidad de carbohidratos puede ser un factor limitante en el cuajado de frutos en un momento específico en el desarrollo de la planta de cranberry (Roper, 2006). En un estudio similar, Hagidimitriou y Roper (1995) observaron que la reducción del contenido de carbohidratos es más marcada en brotes verticales fructíferos de cranberry en comparación con brotes no fructíferos, demostrando el papel significativo que tiene la fruta como sumidero de carbohidratos.

En relación al contenido de carbohidratos en los tejidos vegetales, se ha comprobado que su concentración modula y coordina, reguladores internos y señales ambientales que

¹ Ing. Agr. Luz María Bennet, com. pers. Cranchile. Fono: (56) 63 444 444

controlan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Koch, 1996; Sheen *et al.*, 1999; Smeekens, 2000), afectando directamente la expresión de un gran número de genes (Koch, 1996, Graham, 1996). Este tipo de regulaciones, mediadas por el contenido de carbohidratos en los tejidos vegetales, podrían por lo tanto ser responsables de controlar el cuajado en flores de cranberry.

En base a las evidencias que, indican que el factor limitante del cuajado en cranberry sería el contenido de carbohidratos en tallos reproductivos, durante un período crítico del desarrollo de la planta, se puede concluir que el desarrollo de técnicas agronómicas que permitan aumentar la disponibilidad de carbohidratos en dicho período debiera aumentar la retención de frutos y consiguiente el rendimiento de esta especie (Roper *et al.*, 1993). Una forma directa de aumentar la disponibilidad de carbohidratos en tejidos vegetales, es la aspersión foliar de carbohidratos exógenos. Así, en estudios con tomate, se ha observado que las aplicaciones de soluciones con 10% de sacarosa mejoran la disponibilidad de sacarosa y en consecuencia la condición de la planta (Went y Carter, 1948). En el caso de especies frutales como el pistacho (*Pistacea vera* L.) se ha comprobado que los carbohidratos son absorbidos por las hojas y mejoran la calidad de la nuez (Arzani *et al.*, 2001) mientras en el caso de perales var. Leconte, la aspersión de soluciones de sacarosa de entre 5 y 20% de concentración, al follaje, mejoraron significativamente el cuajado, la producción y otras variables de interés agronómico (Yehia y Hassan, 2005). Si en el caso del cranberry también se lograra aumentar el cuajado mediante la aplicación de carbohidratos en un período dado, sería necesario que la planta fuese capaz de producir una cantidad de carbohidratos suficiente como para sustentar el llenado de los frutos cuajados y así permitir que la mayor cantidad de frutos retenidos se traduzca en un aumento en el rendimiento del cultivo. En varias especies se ha demostrado que la demanda de los sumideros de la planta, en especial los frutos, se correlaciona positivamente con el nivel de asimilación neta de CO₂ en las hojas (Franck *et al.*, 2005), lo que quiere decir que al aumentar la carga de fruta, el nivel de fotosíntesis en las hojas aumenta. Si este fuera el caso en cranberry, es válido suponer que, si la carga frutal aumenta, esta mayor cantidad de fruta podría tener sus necesidades de carbohidratos suplidas debido un aumento de la fotosíntesis estimulada por la mayor demanda por parte de los frutos.

Hipótesis

En base a los antecedentes anteriormente expuestos, la hipótesis de este estudio es que, los bajos niveles de cuajado en plantas de cranberry son atribuibles a una baja disponibilidad de carbohidratos en la planta en un momento fenológico crítico. El aumentar el contenido de carbohidratos en dicho momento, mediante aplicaciones exógenas de sacarosa incrementaría el cuajado y el rendimiento en cranberry mientras el sombreado intenso en ese mismo período, induciría una reducción del cuajado y el consiguiente rendimiento.

Objetivo General

Evaluar el efecto del sombreado y de aplicaciones de sacarosa en distintos momentos fenológicos sobre el cuajado y rendimiento en cranberry var. Stevens.

Objetivo Especifico

Evaluar el efecto del sombreado y de aplicaciones de sacarosa en distintos momentos fenológicos sobre la distribución de la materia seca vegetativa aérea, y subterránea, y reproductiva en cranberry var. Stevens.

Evaluar el efecto del sombreado y de aplicaciones de sacarosa en distintos momentos fenológicos sobre la calidad de los frutos (tamaño y distribución de calibres) y del jugo (sólidos solubles, acidez e intensidad colorante) en cranberry var. Stevens.

Identificar el período en que la disponibilidad de carbohidratos es limitante para el cuajado de frutos en cranberry.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en una plantación de cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) variedad Stevens plantada el año 2003 en el predio Zapaco (39°23'26.67"S, 72°38'11.53"O) de propiedad de la empresa Cranchile, ubicada en la comuna de Loncoche, Región de la Araucanía, entre los meses de Octubre de 2007 y Marzo de 2008.

La investigación se dividió en dos ensayos independientes: aplicación de sombreamiento y aplicación de sacarosa exógena.

Ensayo de aplicación de sombra

Los tratamientos de sombra se aplicaron a parcelas de 1,2 x 0,6 m durante cinco periodos consecutivos de 14 días cada uno. El primer período comenzó al inicio de floración (estado de “flor en gancho”) el día 29 de octubre de 2007, sucediéndose los periodos consecutivamente de modo de finalizar el quinto período el día 6 de enero de 2008 (Cuadro 1). Los tratamientos de sombra se aplicaron mediante túneles cubiertos con malla de sombreamiento negra con una transmisividad de 10 % (valor seleccionado en base a los estudios de Roper *et al.*, (1995). Los túneles de sombreamiento tenían una altura de 0,4 m y una base de 1,2 x 0,6 m, y se orientaron en sentido norte-sur en el terreno (Figura 1). Se construyó un total de cuatro túneles (uno por repetición) que fueron trasladados cada vez que acabó un período de ensayo y comenzó otro.

Cuadro 1. Inicio y fin de los periodos de aplicación de sombra.

Tratamiento	Inicio sombra	Fin sombra
Periodo 1	29-Oct	12-Nov
Periodo 2	12-Nov	26-Nov
Periodo 3	26-Nov	10-Dic
Periodo 4	10-Dic	24-Dic
Periodo 5	24-Dic	06-Ene

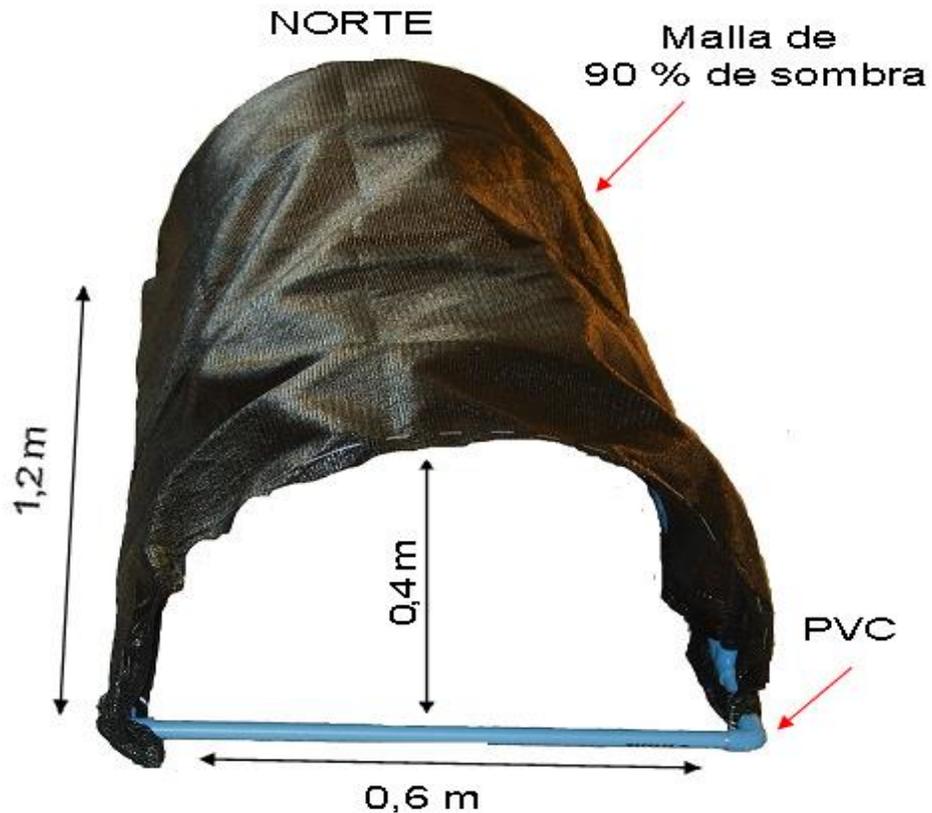


Figura 1. Túnel de sombreado con sus dimensiones, materiales y orientación en el terreno utilizado en cranberry.

Ensayo de aplicación de sacarosa exógena

Se asperjó una solución acuosa de sacarosa al 10 % p/v (concentración seleccionada en base a las dosis utilizadas en tomates por Went y Carter (1948) y en peras por Yehia y Hassan (2005) combinada con un surfactante (Silwet L77 Ag) en una concentración de $12 \text{ cm}^3 \text{ HI}^{-1}$, durante los mismos cinco períodos del ensayo de sombreado (Cuadro 1) en parcelas de $0,6 \times 1,2 \text{ m}$, adyacentes a las parcelas utilizadas para los tratamientos de sombreado. La solución de sacarosa se aplicó con una bomba pulverizadora manual aforada, directamente al follaje de la plantación hasta llegar al punto de goteo. El contenido de solución de sacarosa en la bomba previo y posterior a cada aplicación fue registrado para determinar el volumen aplicado en cada ocasión.

Mediciones

Fenología reproductiva

Al inicio de cada período se realizó un conteo de la cantidad de flores en distintos estados fenológicos, en cuatro cuadrantes de 0,2 x 0,2 m seleccionados al azar dentro de la misma cama de plantación estudiada pero, al exterior del perímetro experimental. Los estados fenológicos que se consideraron se indican en la Figura 2.

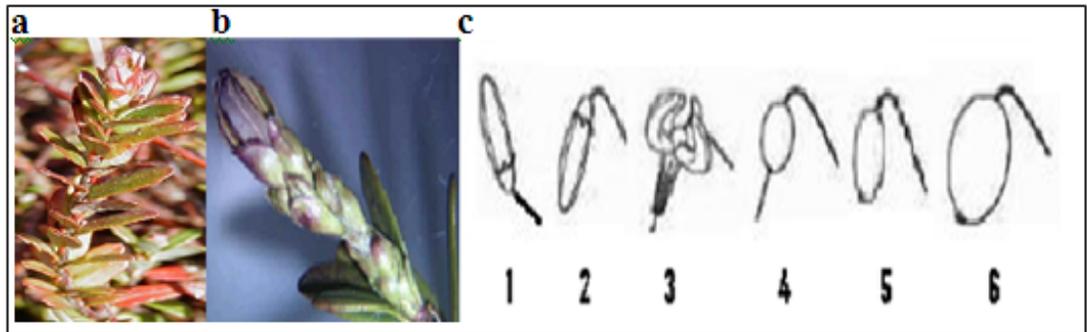


Figura 2. Estados de la fenología reproductiva de cranberry **a:** elongación **b:** cuello aspero (roughneck); **c:** 1: pregancho, 2: gancho, 3: flor abierta, 4: pinhead, 5: arveja, 6: fruto maduro (basado en Workmaster *et al.*, 1997)

Variables vegetativas y reproductivas

En cada parcela de ambos ensayos se muestrearon dos áreas utilizando un molde hecho de PVC con las medidas interiores de 0,2 x 0,2 m (0,04 m²). Estas áreas fueron marcadas con un borde de 0,15 m cada una (área 1 y área 2) con respecto a los límites de cada parcela (Figura 3C). El área 1 fue usada para la medición de verano y el área 2 para la medición de otoño.

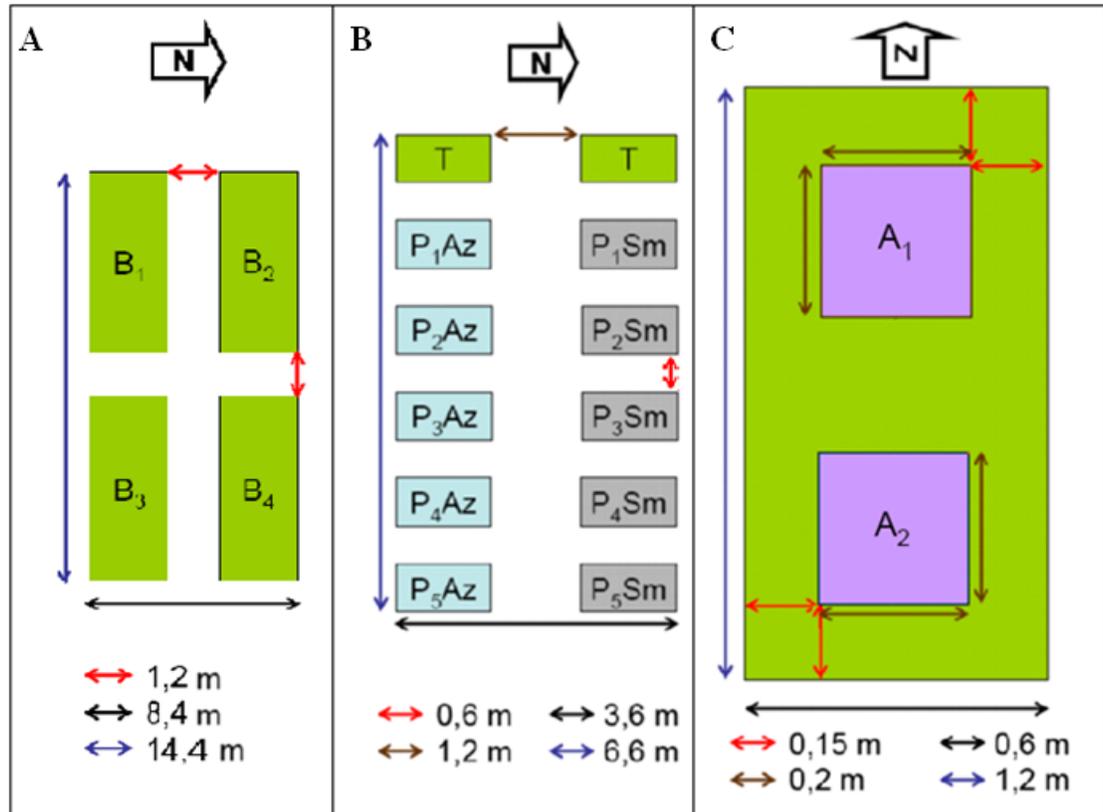


Figura 3. Diseño experimental. A: Disposición de los bloques en la cama de plantación (B: bloque); B: Disposición de los tratamientos al interior de cada bloque (T: testigo; P: período; Az: aplicación de sacarosa; Sm: aplicación de sombra); C: Disposición de las áreas (A) de muestreo al interior de cada parcela.

Una primera serie de mediciones se realizaron en verano, una vez finalizado el último período de aplicaciones. El área 1 se utilizó para realizar un análisis biométrico destructivo, consistente en la extracción de la totalidad del material vegetal contenido en dicho área (Figura 3), incluyendo sus raíces, y su traslado en una hielera al laboratorio donde se separó el material vegetal extraído en los siguientes compartimentos: raíces, ejes horizontales, ejes verticales, hojas y frutos. Luego se separaron 20 frutos al azar para medir su peso fresco individual. Los diferentes compartimentos fueron secados separadamente en un horno a 75 °C por 48 h para luego determinar el peso seco de cada uno de estos compartimentos.

Una vez que la fruta alcanzó la madurez de cosecha (10° % de sólidos solubles, intensidad de color 7, para una absorbancia a 520 nm y acidez titulable de 11%) se extrajo la totalidad del material vegetal del área 2 para repetir el análisis biométrico destructivo realizado en verano.

La calidad de los frutos cosechados fue medida considerando el peso individual fresco y seco de los frutos como también la distribución de calibres (Menores a 1 gramo y mayores o iguales a 1 gramo), los sólidos solubles (%), el porcentaje de acidez, la

relación sólidos solubles/acidez y la intensidad de color (Lectura espectrofotómetro a 520 nm multiplicado por un factor de dilución de 25) para cada muestra de jugo.

Posteriormente, se cosecharon los frutos de cada parcela experimental al exterior de las áreas previamente muestreadas para hacer un análisis de laboratorio del jugo. Dicho análisis consistió en calentar los frutos muestreados en un horno microonda hasta que los frutos llegaran a una temperatura de ~ 90 °C, para luego triturarlos con una licuadora hasta obtener una consistencia pastosa. La pasta se dejó enfriar hasta una temperatura de 50°C y se agregó una enzima pectinasa (Kleryzme 150 de DSM Foods) para aumentar la liberación de jugo de cada muestra. Para cada muestra de jugo se midió el contenido de sólidos solubles mediante un refractómetro digital (Leica ar200, Leica Microsystems, Sídney, Australia) y se realizó una titulación de la acidez usando NaOH y un pHmetro (Extech 321990, Extech Instruments Corp., Massachusetts, EEUU). El porcentaje de acidez de cada muestra se estimó utilizando la siguiente fórmula:

$$Acidez = \frac{V_{NaOH} \times C_{AD} \times C_B}{M_m} \times 100$$

Donde:

V_{NaOH} = Volumen de NaOH

C_{AD} : Concentración de ácido débil (Ácido Cítrico) = 0,064 (mEq)

C_B : Concentración de la base (NaOH) = 0,1 N

M_m : Masa de muestra a titular (g)

Finalmente se determinó la intensidad colorante del jugo mediante un espectrofotómetro (Jenway 6400, Jenway Ltd., Reino Unido).

Diseño experimental y análisis estadístico

Cada ensayo (aplicación de sombra y aplicación de sacarosa exógena) constituyó un ensayo independiente con 6 tratamientos cada uno (testigo y 5 periodos de sombreamiento o aplicación de sacarosa). La unidad experimental fue de las mismas dimensiones para los dos ensayos y correspondió a parcelas de 1,2 x 0,6 m. Se utilizaron 4 repeticiones por tratamiento que fueron distribuidas en un diseño de bloques al azar (Figura 3A). Para cada ensayo se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y las medias se separaron por el método SNK. Las sub-parcelas de 0,2 x 0,2 m utilizadas para las mediciones de verano y otoño (área 1 y área 2, respectivamente; Figura 3C) fueron alternadas en su exposición de modo que cada una estuviera orientada hacia el norte en dos de las repeticiones y hacia el sur en las restantes dos repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología reproductiva

La evolución de los estados fenológicos reproductivos durante los periodos de aplicación se presenta en la Figura 4. La presencia de estados inmaduros (elongación, roughneck, pregancho y gancho) disminuye con el tiempo mientras que el estado de flor aumenta a partir de los primeros periodos hasta llegar a su máximo al inicio del periodo 3 (26 de Noviembre de 2007) que, por lo tanto, se podría considerar como el período de plena flor. Una vez alcanzado este máximo, este estado empieza a disminuir en la medida que comienzan los estados de fructificación (pinhead y arveja).

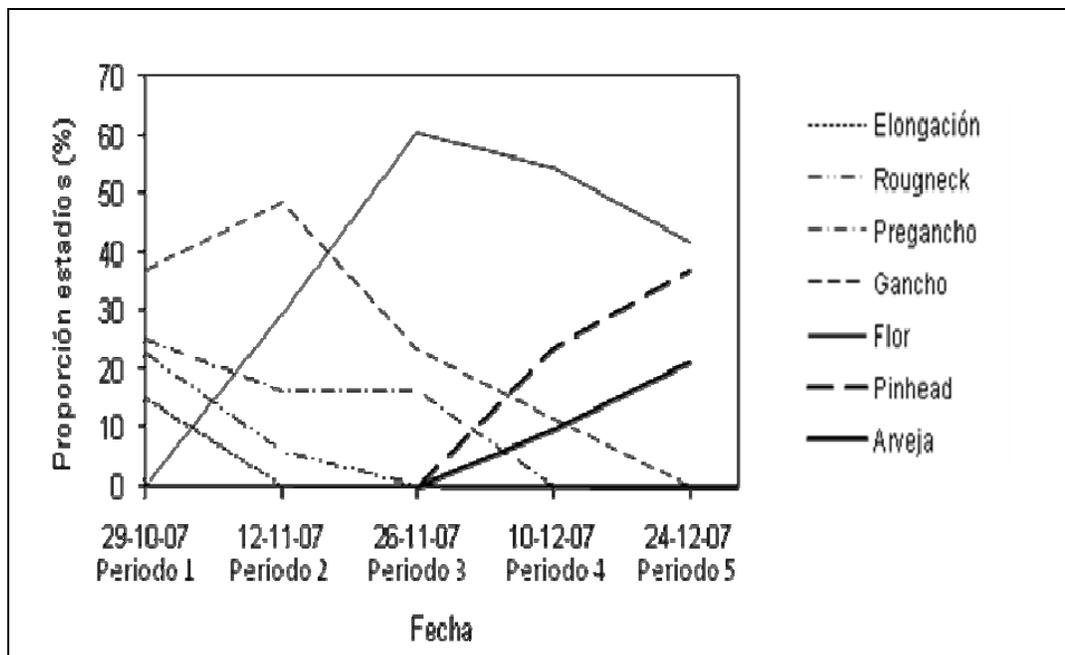


Figura 4. Evolución de la proporción de diferentes estados fenológicos reproductivos del cranberry en los distintos periodos de aplicación de ensayos.

Variables productivas

Previo a la exposición, discusión de resultados y datos, es importante señalar que las mediciones de verano y de otoño fueron realizadas con diferentes métodos. Esto es debido a que, en el momento de la medición de otoño, se reveló que la metodología utilizada anteriormente en verano fue inexacta; y dado que se asumió que con la utilización única del cuadrante de 0,2 x 0,2 m se lograría el área requerida de 0,04 m², lo que no fue así, provocando que las variables analizadas mostraran altos coeficientes de variación. Para corregir dicho error en la medición de otoño, se mejoró el método de muestreo midiendo ambas longitudes medias de cada área removida, con la utilización previa del cuadrante para estimar de mejor manera el área real. Una vez obtenida cada

área individual, los resultados fueron proyectados a m^2 , lo que permitió analizar de mejor forma los resultados para esta medición.

Los resultados de las mediciones de verano se presentan en el Apéndice I.

Para el ensayo de aplicación de sacarosa exógena, la aplicación de la solución de sacarosa fue de ~ 300 mL por parcela (1,2 x 0,6 m) equivalentes a 417 kg ha^{-1} .

Los primeros resultados evaluados para los dos ensayos (aplicación de sombra y aplicación de sacarosa exógena), una vez que los frutos estuvieron preparados para ser cosechados, fueron las variables reproductivas, las cuales incluyeron el efecto de los ensayos sobre la carga frutal, (Figura 5), el rendimiento en peso fresco (Figura 6) y el rendimiento en peso seco (Figura 7). Para ambos ensayos, se observó que durante los primeros tres períodos de aplicación, no existieron diferencias significativas con respecto a los testigos mientras en el periodo 4, se observó la principal diferencia significativa, común para las tres variables productivas (Figuras 5, 6 y 7). Dicho período 4 correspondiente al estado de final de plena flor y comienzo de frutos pinhead (Figura 4). Para este período, de mediados del mes de diciembre de 2007, la aplicación de sombra redujo en un 76 % el número de frutos de cranberry cosechados (Figura 5A), mientras que la aplicación de sacarosa exógena aumentó dicho número en un 15 % (Figura 5B). Se observaron también variaciones significativas del mismo orden sobre el rendimiento en peso fresco y seco al aplicar sombra durante el período 4 (reducciones 75 % y 73 % respectivamente; Figuras 6A y 7A) o sacarosa durante el mismo período (aumentó de un 18 % y 19 %, respectivamente; Figuras 6B y 7B).

La disminución en la retención de frutos de cranberries, en respuesta al sombreado, se podría deber a una baja general del contenido de carbohidratos en la planta, al disminuir la radiación solar incidente, sustrato fundamental para la asimilación de carbono, a un 10 % de la radiación natural. Esto afectaría negativamente el estado trófico de la planta, resultando en una baja disponibilidad de asimilados al momento de fijar el número de frutos, lo que se traduciría en una reducción en el cuajado de frutos, como se ha observado en manzanos (Auchter *et al.*, 1926; Robinson y Lakso, 2004) y kiwis (Piller *et al.*, 1998). Si bien estos resultados coinciden con lo previamente demostrado para cranberries variedad Searles por Roper *et al.*, (1995) quienes observaron que la aplicación de fuerte sombra (malla de sombreado de un 93%) en post floración, afectó el cuajado y el rendimiento de cranberries. En el presente estudio se logró determinar, con mucho mayor precisión, el período de sensibilidad del cuajado a la sombra (Figuras 5A, 6A y 7A).

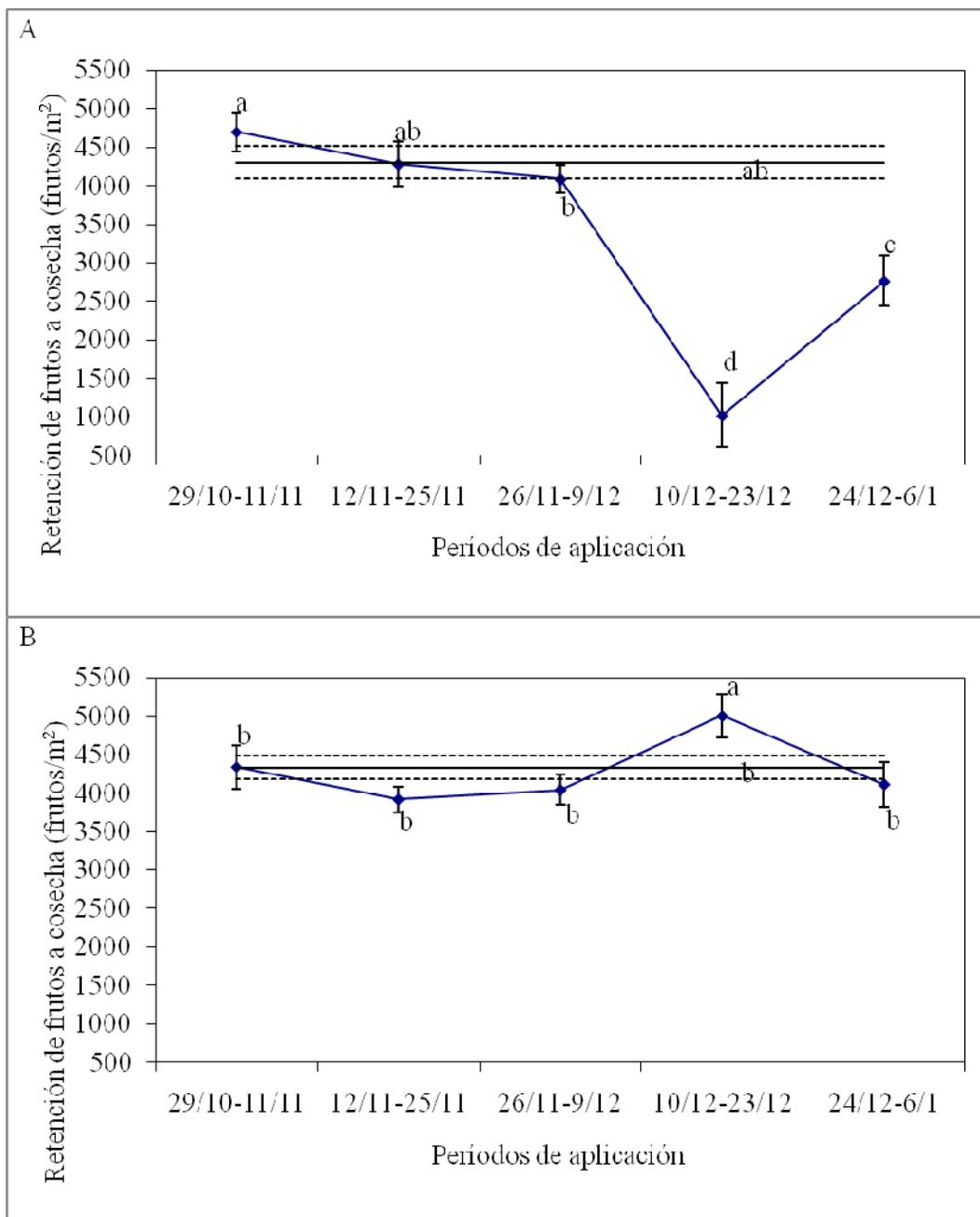


Figura 5. Efecto de cinco periodos de aplicación de sombra de un 90% (A) o una solución de sacarosa exógena al 10 % p/v (B) sobre la retención de frutos de cranberry variedad Stevens que llegan a cosecha, en comparación con un testigo (línea continua) sin aplicaciones. Los promedios se presentan \pm una desviación estándar (barras en el caso de los periodos de aplicación; línea punteada en el caso del testigo). Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$).

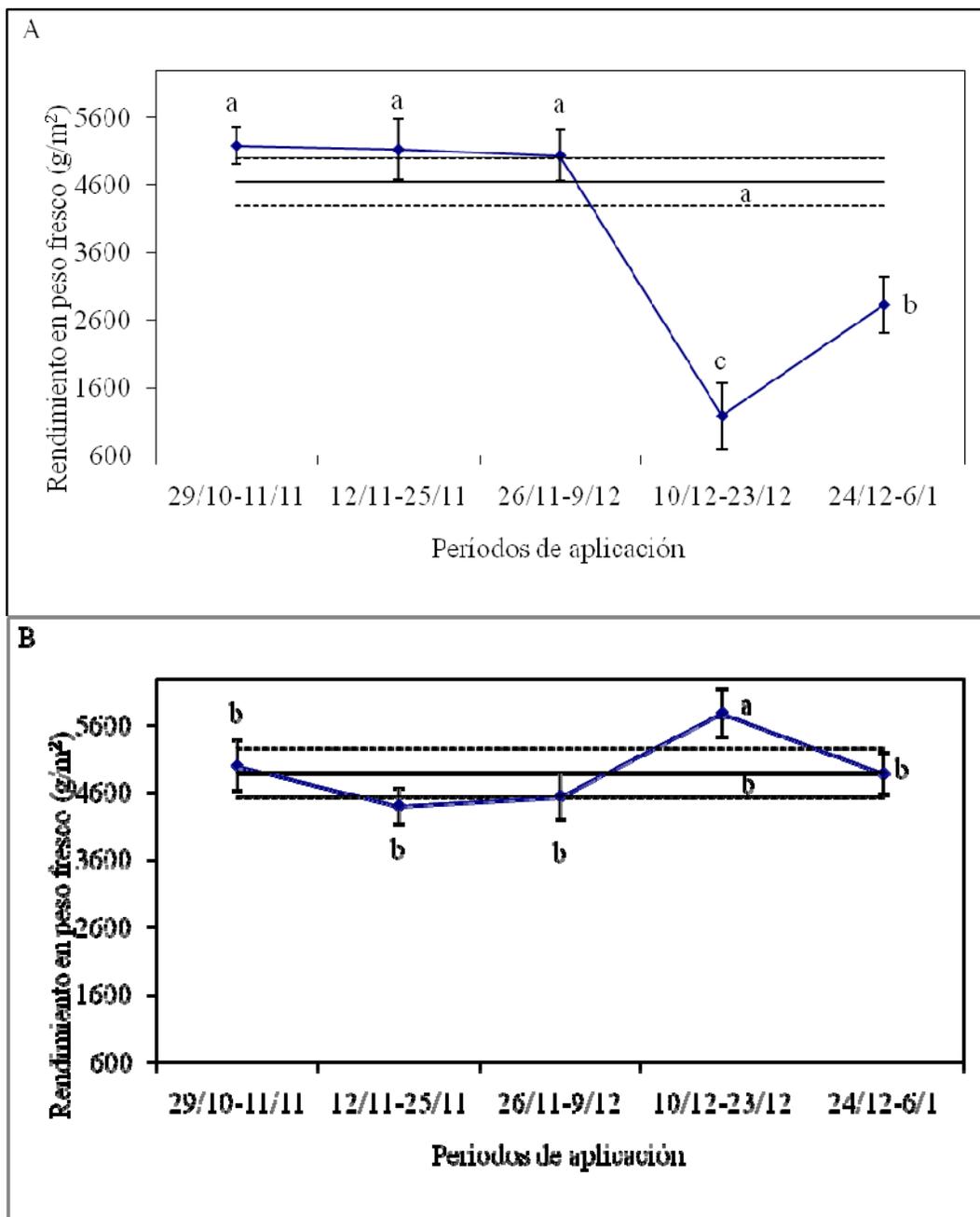


Figura 6. Efecto de cinco períodos de la aplicación de sombra de un 90% (A) o una solución de sacarosa exógena al 10 % p/v (B) sobre el rendimiento en peso fresco de cranberry variedad Stevens, en comparación con un testigo (línea continua) sin aplicaciones. Los promedios se presentan \pm una desviación estándar (barras en el caso de los períodos de aplicación; línea punteada en el caso del testigo). Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$).

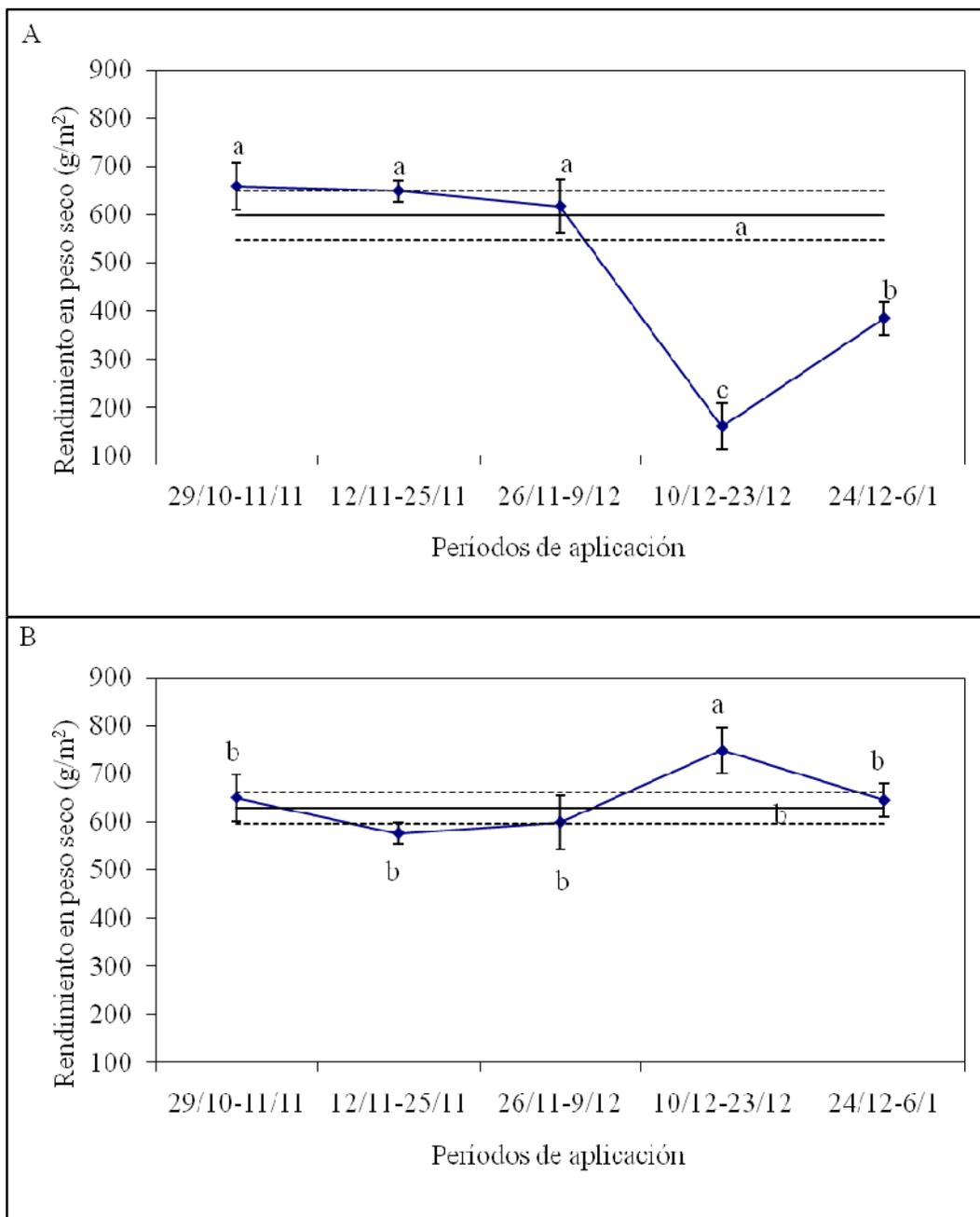


Figura 7. Efecto de cinco períodos de la aplicación de sombra de un 90% (A) o una solución de sacarosa exógena al 10 % p/v (B) sobre el rendimiento en peso seco de cranberry variedad Stevens, en comparación con un testigo (línea continua) sin aplicaciones. Los promedios se presentan \pm una desviación estándar (barras en el caso de los períodos de aplicación; línea punteada en el caso del testigo). Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$).

Para el caso de la aplicación de sacarosa exógena, los resultados mostrados anteriormente, concuerdan con los obtenidos en perales variedad Leconte donde se observó un aumento en rendimiento de árboles asperjados con sacarosa en concentraciones de 5% ó de 20% (Yehia y Hassan, 2005). Sin embargo los perales fueron asperjados en plena flor, mientras que en este caso el periodo en el cual se observó este aumento en producción (Figura 6 y 7B) fue pasado plena flor (Figura 4), ya cuando los estados de fructificación empezaron a aumentar.

Las aplicaciones de sombra y sacarosa exógena durante períodos de dos semanas en el período de fines de plena flor - inicios de cuajado (período 4) tienen efectos contrastantes en el cuajado y el rendimiento del cranberry cv. "Stevens": negativo en el caso de la sombra y positivo en el caso de la sacarosa. Al aplicar los mismos tratamientos dos semanas más tarde (período 5) el efecto de la sacarosa desaparece y el de la sombra se atenúa.

La identificación de un período en común en que las aplicaciones de sombra o sacarosa afectaron el cuajado para los dos ensayos (Período 4), confirma lo concluido por Roper (2006), que identifica a la disponibilidad de carbohidratos como factor limitante en el cuajado de frutos de cranberry, en un período crítico, del desarrollo de la planta. En el presente estudio se logró situar dicho período crítico en el que existe una respuesta negativa a la restricción de sombra, traduciéndose en una menor disponibilidad de carbohidratos (Figura 5A, 6A y 7A), y por ende en una respuesta positiva al aumentar la disponibilidad de carbohidratos vía aplicaciones exógenas de sacarosa (Figura 5B, 6B y 7B). El aumento en rendimiento en peso fresco, debido a las aplicaciones de sacarosa en el periodo 4 (Figura 6B), dan como resultados prácticos un aumento del 18 % lo que se traduciría en 7,92 ton/ha de mayor producción en la cama en que se realizó el estudio (en la cama de plantación estudiada se obtuvo un rendimiento de 44 ton/ha para la temporada en estudio).

Los tratamientos aplicados no afectaron la repartición de materia seca vegetativa observándose que, tanto para el ensayo de aplicación de sombra (Cuadro 2) como para el ensayo de aplicación de sacarosa exógena (Cuadro 3), no hubo efectos significativos de las épocas de aplicación. Tampoco se observó correlación entre la carga frutal y la cantidad de materia seca medida en los distintos compartimientos (Apéndice II).

Cuadro 2. Efecto de cinco periodos de la aplicación de sombra de un 90% sobre la repartición de materia seca entre distintos órganos y compartimentos vegetativos de cranberry variedad Stevens obtenidos al momento de la cosecha.

Tratamiento	Materia Seca Raíces (g/m ²)	Materia Seca Hojas (g/m ²)	Materia Seca Brotes Verticales (g/m ²)	Materia Seca Brotes Horizontales (g/m ²)	Total Materia Seca Brotes (g/m ²)	Materia Seca Vegetativa Aérea (g/m ²)
Testigo	86 ± 15	387 ± 51	272 ± 30	222 ± 39	495 ± 28	881 ± 75
Periodo 1	124 ± 55	406 ± 69	344 ± 41	277 ± 100	621 ± 141	1028 ± 149
Periodo 2	97 ± 35	401 ± 67	282 ± 65	207 ± 42	489 ± 42	890 ± 99
Periodo 3	100 ± 18	394 ± 85	325 ± 84	194 ± 42	520 ± 121	913 ± 188
Periodo 4	89 ± 28	403 ± 46	287 ± 23	238 ± 34	525 ± 44	928 ± 58
Periodo 5	93 ± 30	379 ± 93	234 ± 45	224 ± 99	459 ± 107	838 ± 197
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$) para una misma columna.

Cuadro 3. Efecto de cinco periodos de la aplicación de una solución de sacarosa al 10% p/v sobre la repartición de materia seca entre distintos órganos y compartimentos vegetativos de cranberry variedad Stevens obtenidos al momento de cosecha.

Tratamiento	Materia Seca Raíces (g/m ²)	Materia Seca Hojas (g/m ²)	Materia Seca Brotes Verticales (g/m ²)	Materia Seca Brotes Horizontales (g/m ²)	Total Materia Seca Brotes (g/m ²)	Materia Seca Vegetativa Aérea (g/m ²)
Testigo	101 ± 49	327 ± 55	267 ± 69	201 ± 58	468 ± 42	795 ± 92
Periodo 1	81 ± 35	339 ± 69	246 ± 44	179 ± 35	416 ± 53	755 ± 121
Periodo 2	96 ± 38	315 ± 38	261 ± 41	191 ± 42	452 ± 23	768 ± 51
Periodo 3	69 ± 39	340 ± 67	317 ± 44	191 ± 46	508 ± 78	848 ± 143
Periodo 4	102 ± 37	412 ± 59	307 ± 123	189 ± 34	496 ± 142	908 ± 185
Periodo 5	125 ± 16	365 ± 53	307 ± 117	212 ± 66	518 ± 164	883 ± 209
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$) para una misma columna.

A pesar del importante efecto sobre la carga frutal; negativo en el caso del ensayo de aplicación de sombra y positivo para el ensayo de aplicación de sacarosa exógena para el período 4 (Figura 5), la repartición de materia seca para ese período no varió en comparación con los otros periodos, ni el testigo (Cuadros 2 y 3). En el caso del ensayo de aplicación de sombra era esperable encontrar una mayor proporción de materia seca vegetativa en el caso de los períodos en que se redujo la carga frutal (Figura 5A) debido a que la materia seca vegetativa compite directamente con la fruta en crecimiento. Esto se traduciría en una mayor disponibilidad de asimilados, siendo estos dirigidos a hojas, tallos y raíces (Blanke, 1997). Dicho efecto se ha observado en manzanos por Giuliani *et al.* (1997), donde una menor carga frutal indujo un incremento del área transversal de tronco y del área foliar en comparación con árboles de mayor carga frutal. Por otro lado el nulo efecto producido por el ensayo de aplicación de sacarosa exógena sobre la repartición de materia seca, en distintos órganos y compartimientos al momento de cosecha (Cuadro 3) tampoco concuerda con estudios en otros frutales, ya que al haber una mayor carga frutal se esperaría una menor repartición de asimilados hacia compartimientos vegetativos. Así, en vid, al aumentar la producción, el peso de la poda (indicador de crecimiento vegetativo) disminuye (Dami *et al.*, 2005). La fruta compite como principal sumidero de asimilados con los sumideros vegetativos como tallos y raíces (Blanke, 1997), lo que debería haber resultado en una diferencia en la repartición de la materia seca entre distintos compartimientos, en los tratamientos del presente estudio que afectaron la carga frutal (Figura 5). La ausencia de dicho efecto de los distintos niveles de carga frutal obtenidos en los ensayos del presente estudio, podría explicarse por un tamaño muestral pequeño, o una insuficiencia de repeticiones para capturar variaciones en los pesos secos de los diferentes compartimientos analizados.

Variables de calidad de fruto y jugo

La aplicación exógena de sacarosa, en el período 4, además de aumentar la carga frutal (Figura 5B), aumentó el rendimiento (Figura 6B y 7B), lo que se explica porque dicho tratamiento no tuvo efectos sobre el peso individual, fresco y seco de los frutos (Cuadro 4), ni la distribución de calibres (Figura 8B). Este resultado indica que, para las condiciones del ensayo, con un aumento de la carga frutal de un 15% respecto al testigo, el aumento en la competencia por asimilados entre los frutos no perjudicó el calibre de estos a niveles detectables con el presente dispositivo experimental. Esto podría deberse, parcialmente, a un estímulo de la fotosíntesis inducido por la mayor demanda de asimilados por parte de una mayor carga frutal, como se ha observado en otras especies como manzano (Blanke, 1997), cítricos (Iglesias *et al.*, 2002; Syvertsen *et al.*, 2003), durazneros (Quilot *et al.*, 2004) y cafeto (Franck *et al.*, 2005).

En el ensayo de aplicación de sombra, por otra parte, se observaron efectos de la carga frutal sobre el peso individual de los frutos, mostrando una tendencia al aumento en el peso fresco individual de los frutos para el periodo 4 con respecto al testigo, y un efecto significativo cuando se analiza el peso seco individual (Cuadro 5). Esta tendencia podría explicarse debido a la menor carga frutal obtenida en dichos períodos (Figura 5A), que resultaron en una menor competencia entre frutos por asimilados, favoreciendo el crecimiento individual de estos (Heuvelink, 1997).

Respecto de la distribución de calibres, se observa que la aplicación de sombra, durante

el último periodo (Periodo 5), aumentó significativamente el número de frutos menores a un gramo y disminuyó significativamente el número de frutos mayores o iguales a un gramo respecto del testigo (Figura 8A). Este resultado se condice con lo expuesto por Azarenko *et al.* (1997) para periodos de aplicación de sombra (63% de sombreado) de 6 semanas en nogales a mitad de temporada, donde se muestra una pérdida de 10% de peso individual de nueces. En el caso del presente ensayo, el aumento de la proporción de frutos pequeños, se podría deber a un efecto de una baja disponibilidad de asimilados durante el período de división celular en los frutos, el cual podría influir en el tamaño potencial final del fruto (Ho, 1992), dado que el período 5 (Cuadro 1) coincide con el momento en que prevalecen los frutos recién cuajados (Figura 4). Considerando que la aplicación de sombra intensa corresponde a un estrés para las plantas, los presentes resultados pueden asimilarse a lo observado en uva de mesa, en que la aplicación de estreses, durante las primeras etapas del desarrollo del fruto, afectan su periodo de división celular produciendo bayas más pequeñas (Imbert, 2003).

Cuadro 4. Efecto de cinco periodos de la aplicación de una solución de sacarosa al 10% p/v sobre el peso fresco y seco individual de frutos de cranberry variedad “Stevens” obtenidos al momento de cosecha.

Tratamiento	Peso Fresco Individual (g)	Peso Seco Individual (g)
Testigo	1,131 ± 0,065	0,145 ± 0,003
Periodo 1 (29/10-11/11)	1,154 ± 0,060	0,150 ± 0,005
Periodo 2 (12/11-25/11)	1,125 ± 0,026	0,147 ± 0,002
Periodo 3 (26/11-09/12)	1,125 ± 0,041	0,148 ± 0,009
Periodo 4 (10/12-23/12)	1,155 ± 0,020	0,150 ± 0,002
Periodo 5 (24/12-06/01)	1,191 ± 0,089	0,157 ± 0,007
	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 5. Efecto de cinco períodos de la aplicación de sombra de un 90% sobre el peso fresco y seco individual de frutos de cranberry variedad “Stevens” obtenidos al momento de cosecha.

Tratamiento	Peso Fresco Individual (g)	Peso Seco Individual (g)
Testigo	1,081 ± 0,031 bc1	0,139 ± 0,006 b
Periodo 1 (29/10-11/11)	1,105 ± 0,059 bc	0,140 ± 0,013 b
Periodo 2 (12/11-25/11)	1,197 ± 0,059 a	0,151 ± 0,010 a
Periodo 3 (26/11-09/12)	1,232 ± 0,043 a	0,151 ± 0,003 a
Periodo 4 (10/12-23/12)	1,155 ± 0,133 ab	0,156 ± 0,015 a
Periodo 5 (24/12-06/01)	1,028 ± 0,056 c	0,139 ± 0,004 b

1/ Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

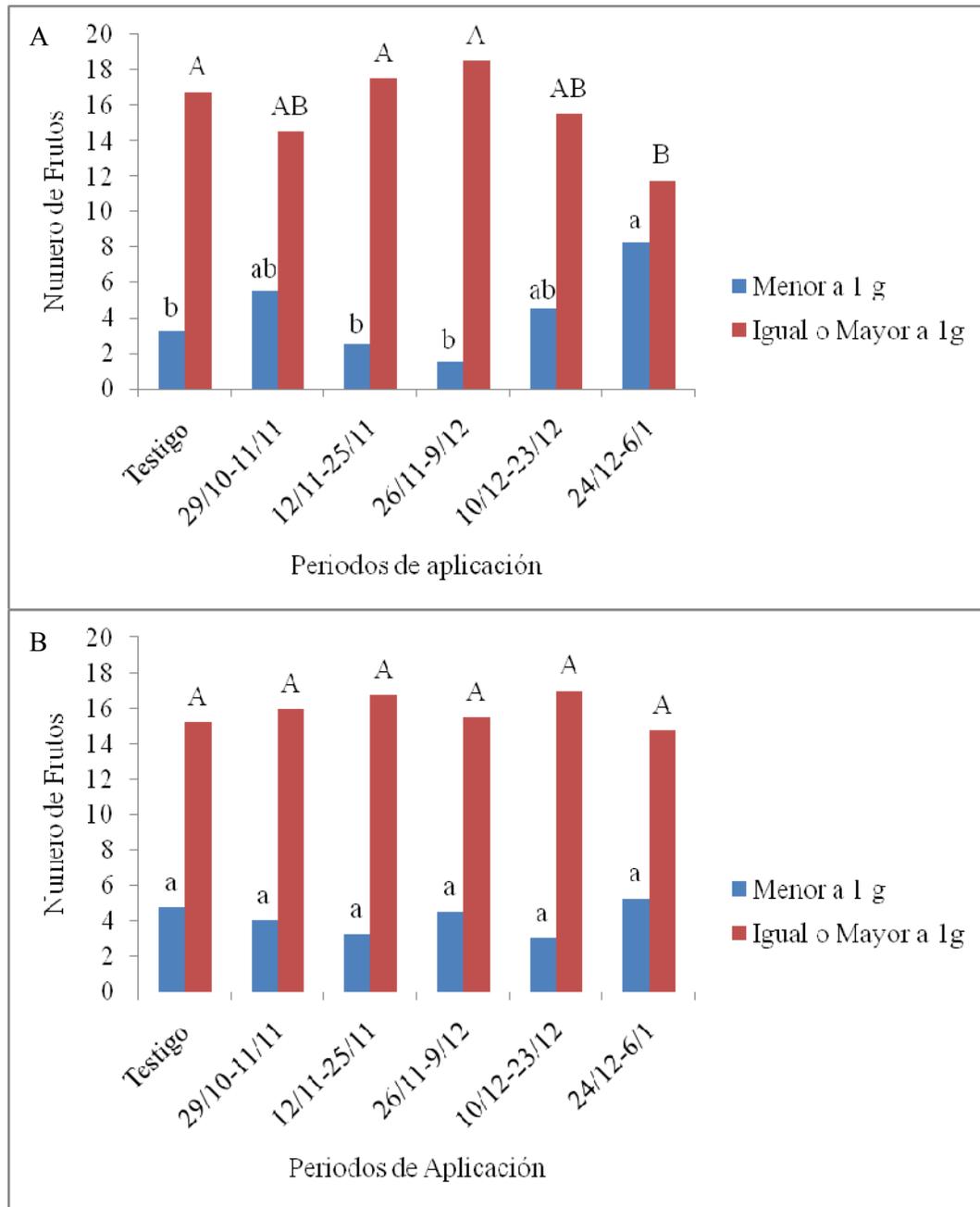


Figura 8. Efecto sobre la distribución de los pesos individuales de 20 frutos al azar de cranberry variedad Stevens para cinco periodos de aplicación de sombreamiento (A) y cinco periodos de aplicación de sacarosa exógena (B). La estadística fue realizada para dos tipos de calibres: Frutos menor a 1 gramo (Letras minúsculas) y frutos iguales o mayores a 1g (Letras mayúsculas) entre los diferentes periodos de aplicación. Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

Debido a que los mayores efectos significativos, sobre las variables productivas, se obtuvieron cuando se realizaron aplicaciones de sombra o de sacarosa exógena en el Periodo 4, se decidió focalizar los análisis de laboratorio a una muestra de jugo obtenido de frutos de dicho período, para cada ensayo y compararlo con el respectivo testigo. Estos análisis de laboratorio mostraron diferencias significativas para el ensayo de sombreamiento, en el caso de la intensidad de color (Cuadro 6). Teniendo en cuenta que el color de los frutos de cranberry se debe a la presencia de pigmentos antociánicos (Fuleki y Francis, 1968), la menor intensidad de color de la fruta que fue sometida a sombreamiento podría deberse a un menor nivel de antocianinas como se ha observado en vid al sombrear racimos (Morrison y Noble, 1990). No obstante lo anterior, cabe señalar que, en el presente ensayo, si bien los niveles de sombra aplicado fueron intensos (93 %), estos fueron aplicados por períodos cortos (2 semanas) y en un estado muy temprano del desarrollo del fruto cuando sólo parte de los frutos habían cuajado (Figura 4) y la síntesis de pigmentos antociánicos aún no había comenzado. Por otra parte, el efecto negativo sobre el color del tratamiento de sombra durante el período 4 (Cuadro 6) se pudo haber debido a que a que dicho tratamiento presentó una muy baja carga frutal (Figura 5) lo que pudo resultar en un mayor desarrollo vegetativo, ocasionando mayor sombreamiento a los frutos, afectando así el desarrollo de color. Esta hipótesis no se pudo comprobar debido a que no se encontraron efectos significativos sobre la materia seca de hojas (Cuadro 2). Aparte de esta variable relacionada con el color del jugo, el sombreamiento no afectó el dulzor, ni la acidez del jugo (Cuadro 6). Mientras que la aplicación de sacarosa no tuvo ningún efecto sobre las variables de calidad del jugo (Cuadro 7). Dicho resultado indica, que el aumento de la producción, inducido por dicho tratamiento (Figuras 6 y 7B), no afectaría la calidad del jugo de cranberry, siendo este último el producto de interés económico en este cultivo.

Cuadro 6. Efecto de cinco períodos de la aplicación de sombra de un 90% sobre las variables de laboratorio de cranberry variedad Stevens obtenidos al momento de cosecha.

Tratamiento	Sólidos Soluble (%)	Acidez Titulable (%)	SS/Acidez	Intensidad Colorante
Testigo	10,68 ± 0,13 a	2,21 ± 0,10 a	4,84 ± 0,26 a	14,85 ± 1,33 a
Periodo 4	10,98 ± 0,38 a	2,63 ± 0,51 a	4,27 ± 0,72 a	11,29 ± 1,52 b

1/Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 7. Efecto de cinco periodos de la aplicación de una solución de sacarosa al 10% p/v sobre las variables de laboratorio de cranberry variedad Stevens obtenidos al momento de cosecha.

Tratamiento	Sólidos Soluble (%)	Acidez Titulable (%)	SS/Acidez	Intensidad de Color
Testigo	10,83 ± 0,76 a	2,26 ± 0,03 a	4,79 ± 0,29 a	14,19 ± 1,53 a
Periodo 4	10,73 ± 0,39 a	2,31 ± 0,08 a	4,65 ± 0,33 a	14,41 ± 1,63 a

1/Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló esta investigación se puede concluir lo siguiente:

Las aplicaciones de sombra y sacarosa exógena durante períodos de dos semanas no afectan el cuajado y rendimiento de cranberry var. Stevens en períodos tempranos de floración (períodos 1 – 3).

En base a lo anterior se concluye que el período de fines de plena flor - inicios de cuajado (período 4) corresponde a un período crítico para el cultivo del cranberry durante el cual se determina la carga frutal de la planta.

La aplicación de sacarosa exógena en el periodo 4 no afecta variables de calidad de la fruta y el jugo ya que no se reducen los pesos individuales de los frutos, la distribución de calibres ni las variables de calidad del jugo (contenido de sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles : acidez e intensidad colorante).

El efecto negativo en la retención de frutos y rendimiento que ocasiona la sombra aplicada a fines de plena flor - inicios de cuajado (período 4) arrastra consigo efectos contrastantes sobre la calidad; aumentando el peso seco individual de los frutos pero reduciendo la intensidad colorante del jugo.

La aplicación de sombra cuando la mitad de los frutos ya han cuajado (periodo 5) aumenta la proporción de frutos pequeños.

Desde un punto de vista productivo, los resultados presentados identifican un período crítico en que la disponibilidad de carbohidratos es el factor limitante en el cuajado de frutos. Esto indica que el dirigir las prácticas de cultivo de modo que en dicho momento se asegure que todos los requerimientos de la planta estén cubiertos debiera favorecer que ésta exprese su máximo potencial de cuajado. La aplicación de sacarosa demostró tener dichos efectos positivos por lo que estos resultados merecen ser validados para otras temporadas, variedades y localidades, de modo de validar la aplicaciones de sacarosa como una alternativa para aumentar el rendimiento en cranberries.

BIBLIOGRAFÍA

- Arzani, K., H. Hokmabadi and Y. Dehghani-Shuraki. 2001. Effects of foliar application of some carbohydrates on qualitative and quantitative traits of pistachio nuts cv. Kalleh-Ghoochi. *Acta Horticulturae* 594: 291-296
- Auchter, E.C., A.L. Schrader, F.S. Lagasse and W.W. Aldrich. 1926. The effect of shade on the growth, fruit bud formation, and chemical composition of apple trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 23: 368-382
- Azarenko, A.N., R.L. McCluskey and C.R. Hampson. 1997. Time of shading influences yield, nut quality, and flowering. *Acta Horticulturae* 445: 179-184
- Blanke, M.M. 1997. Effect of fruit load on whole tree carbon assimilation, dark respiration, and water relations in Apple. *Acta Horticulturae* 451: 313-318
- Brown, A.O. and J.N. McNeil. 2006. Fruit production in cranberry (*Ericaceae: Vaccinium macrocarpon*): a bet-hedging strategy to optimize reproductive effort. *American Journal of Botany* 93(6): 910-916.
- Dami, I., D.C. Ferree, S.K. Kurtural and B.H. Taylor. 2005. Influence of crop load on 'Chambourcin' yield, fruit quality, and winter hardiness under midwestern United States environmental conditions. *Acta Horticulturae* 689: 203-208
- Franck, N., P. Vaast, M. Génard and J. Dauzat. 2006. Soluble sugars mediate sink feedback down-regulation of leaf photosynthesis in field-grown *Coffea Arabica*. *Tree Physiology* 26: 517-525.
- Fuleki T. and F.J. Francis. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. *Journal of Food Science* 33: 72-77
- Graham, I.A. 1996. Carbohydrate control of gene expression in higher plants. *Research in Microbiology* 147(6-7): 572-580.
- Giuliani, R., L. Corelli-Grappadelli and E. Magnanini. 1997. Effect of crop load on apple photosynthetic responses and yield. *Acta Horticulturae* 451: 303-312
- Hagidimitriou, M and T.R. Roper. 1994. Seasonal changes in non-structural carbohydrates in cranberry. *Journal of the American Society for Horticulture Science* 119: 1029-1033.
- Hagidimitriou, M and T.R. Roper. 1995. Seasonal changes in CO₂ assimilation of cranberry leaves. *Scientia Horticulturae* 64(4): 283-292.

Handley, D.T. 2003. Commercial cranberry production in Maine: an introduction. University of Maine Cooperative Extension, Bulletin No. 2247. 8p.

Heuvelink, E. 1997. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. *Scientia Horticulturae* 69(1-2): 51-59

Ho, L.C. 1992. Fruit growth and sink strength: 101-124 *In*: Marshall, C. and J. Grace (Ed). *Fruit and Seed Production: Aspects of development, environmental physiology and ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 256p.

Iglesias D.J., I. Lliso, F.R. Tadeo and M. Talon. 2002. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. *Physiologia Plantarum* 116: 563-572.

Imbert, M.C. 2003. Efecto del estrés hídrico entre cuaja – pinta y pinta – cosecha sobre la composición fenólica en bayas y vino de cv. ‘Cabernet Sauvignon’. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias. Talca, Chile. 46p.

Koch, K.E. 1996. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 47: 509-540.

Morrison J.C and A. C. Noble. 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes and on fruit and wine sensory properties. *American Journal of Enology and Viticulture* 41: 193-200.

Piller G.J., A.J. Greaves and J.S. Meekings. 1998. Sensitivity of floral shoot growth, fruit set and early fruit size in *Actinidia deliciosa* to local carbon supply. *Annals of Botany* 81:723-728.

Quilot B., M. Génard and J. Kervella. 2004. Leaf light-saturated photosynthesis for wild and cultivated peach genotypes and their hybrids: A simple mathematical modelling analysis. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79: 546-553.

Robinson T.L. and A.N. Lakso 2004. Between year and within year variation in chemical fruit thinning efficacy of apple during cool springs. *Acta Horticulturae* 636:283-294.

Roper T.R., M. Hagidimitriou and J. Klueh. 1993, Photosynthesis and carbohydrate partitioning in cranberry. *In*: *Cranberry School Proceedings*, Wisconsin Cranberry Crop Library, Wisconsin, Madison. Disponible en: http://www.hort.wisc.edu/cran/pubs_archive/proceedings/1993/phorop.pdf
Leído el 10 de Octubre 2007

Roper, T.R., J. Klueh and M. Hagidimitriou. 1995. Shading timing and intensity influences fruit set and yield in cranberry. *Horticulture Science* 30(3):525-527.

Roper, T.R. 2006. The physiology of cranberry yield. *In: Cranberry School Proceedings, Wisconsin Cranberry Crop Management Library, Wisconsin, Madison.* Disponible en: http://www.hort.wisc.edu/cran/mgt_articles/yieldphysiology.pdf. Leído el 15 Octubre 2007.

Sheen, J., L. Zhou and J.C. Jang. 1999. Sugar as signaling molecules. *Current Opinion in Plant Biology* 2(5): 410-418.

Smeekens, S. 2000. Sugar-induced signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51: 49-81.

Stang, E. J. 1990. Cranberry fruit set: problems and potentials. *In: Cranberry School Proceedings, Wisconsin Cranberry Crop Management Library, Wisconsin, Madison.* Disponible en: http://www.hort.wisc.edu/cran/pubs_archive/proceedings/1990/crasta.pdf. Leído el 15 de Octubre 2007

Syvertsen J.P., C. Goñi and A. Otero. 2003. Fruit load and canopy shading affect leaf characteristics and net gas exchange of 'Spring' navel orange trees. *Tree Physiology* 23: 899-906.

Yehia T.A and Hassan H.S.A. 2005. Effect of some chemical treatments on fruiting of 'Leconte' pears. *Journal of Applied Sciences Research* 1(1): 35-42.

Went, F.W. and M. Carter. 1948. Growth responses of tomato plants to applied sucrose. *American Journal of Botany* 36: 95-106

Workmaster, B.A., J.P. Palta, and T.R. Roper. 1997. Terminology for cranberry bud development and growth. *In: Cranberries February 1997: 11-14.* Disponible en: http://www.hort.wisc.edu/cran/mgt_articles/articles_gen_info/TerminologyCranBudDev/cranbuddev.htm. Leído el 10 de Octubre 2007

APENDICE I

Resultados Obtenidos en las Mediciones en Verano

Variables Productivas

Cuadro 8. Variables asociadas a frutos de cranberry obtenidos en primera medición para ensayo de sombreamiento.

Tratamiento	Peso Fresco Frutos (g/m ²)	Número de Frutos (g/m ²)	Materia Seca Frutos (g/m ²)	Peso Fresco Individual Frutos (g/fruto)	Materia Seca Individual Frutos (g/fruto)
Testigo	3116 ± 709 c ¹	3550 ± 874 bc	390 ± 70 cd	0,88 ± 0,02 b	0,11 ± 0,01 a
Periodo 1	3438 ± 303 c	4000 ± 436 c	423 ± 31 d	0,86 ± 0,05 b	0,11 ± 0,01 a
Periodo 2	2943 ± 511 c	3256 ± 415 bc	359 ± 42 cd	0,90 ± 0,06 b	0,11 ± 0,00 a
Periodo 3	2705 ± 257 c	2963 ± 299 b	340 ± 25 c	0,91 ± 0,03 b	0,12 ± 0,00 a
Periodo 4	1042 ± 214 a	1150 ± 268 a	183 ± 23 a	0,92 ± 0,12 b	0,16 ± 0,02 b
Periodo 5	2110 ± 276 b	2781 ± 291 b	281 ± 24 b	0,76 ± 0,03 a	0,10 ± 0,00 a

¹/Letras distintas en la columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha=0,05$)

Cuadro 9. Variables asociadas a frutos de cranberry obtenidos en primera medición para ensayo de aplicación de sacarosa exógena.

Tratamiento	Peso Fresco Frutos (g/m ²)	Número de Frutos (g/m ²)	Materia Seca Frutos (g/m ²)	Peso Fresco Individual Frutos (g/fruto)	Materia Seca Individual Frutos (g/fruto)
Testigo	2966 ± 274	3437 ± 417	373 ± 29	0,87 ± 0,04	0,11 ± 0,01
Periodo 1	2743 ± 1225	3050 ± 1232	357 ± 125	0,89 ± 0,05	0,12 ± 0,01
Periodo 2	3149 ± 377	3788 ± 578	391 ± 42	0,83 ± 0,04	0,10 ± 0,01
Periodo 3	2869 ± 411	3206 ± 454	367 ± 36	0,90 ± 0,05	0,12 ± 0,01
Periodo 4	3356 ± 153	3631 ± 244	413 ± 12	0,93 ± 0,04	0,11 ± 0,01
Periodo 5	2961 ± 705	3169 ± 361	413 ± 12	0,93 ± 0,12	0,12 ± 0,01
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

Variables Vegetativas

Cuadro 10. Repartición de la materia seca entre distintos órganos y compartimentos vegetativos de plantas de cranberry, obtenidos al término de los ensayos para distintos períodos de aplicación de sombra.

Tratamiento	Materia Seca Raíces (g/m ²)	Materia Seca Hojas (g/m ²)	Materia Seca Brotes Verticales (g/m ²)	Materia Seca Brotes Horizontales (g/m ²)	Total Materia Seca Brotes (g/m ²)	Materia Seca Vegetativa Aérea (g/m ²)
Testigo	710 ± 208	224 ± 32	156 ± 52	219 ± 76	375 ± 87	599 ± 111
Periodo 1	815 ± 216	308 ± 82	250 ± 56	238 ± 39	489 ± 79	796 ± 144
Periodo 2	638 ± 151	269 ± 31	223 ± 22	298 ± 36	521 ± 56	790 ± 84
Periodo 3	558 ± 133	279 ± 26	214 ± 47	214 ± 85	428 ± 78	707 ± 101
Periodo 4	638 ± 132	303 ± 33	258 ± 35	191 ± 53	449 ± 79	751 ± 102
Periodo 5	738 ± 227	241 ± 41	227 ± 62	264 ± 86	490 ± 48	731 ± 49
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 11. Repartición de la materia seca entre distintos órganos y compartimentos vegetativos de plantas de cranberry, obtenidos al término de los ensayos para distintos períodos de aplicación de sacarosa exógena.

Tratamiento	Materia Seca Raíces (g/m ²)	Materia Seca Hojas (g/m ²)	Materia Seca Brotes Verticales (g/m ²)	Materia Seca Brotes Horizontales (g/m ²)	Total Materia Seca Brotes (g/m ²)	Materia Seca Vegetativa Aérea (g/m ²)
Testigo	547 ± 235	249 ± 61	184 ± 67	196 ± 108	380 ± 68	629 ± 94
Periodo 1	502 ± 202	225 ± 65	184 ± 43	237 ± 109	420 ± 104	645 ± 143
Periodo 2	662 ± 196	303 ± 70	252 ± 54	242 ± 87	494 ± 130	796 ± 197
Periodo 3	519 ± 146	212 ± 31	161 ± 28	247 ± 12	407 ± 28	619 ± 43
Periodo 4	799 ± 107	278 ± 38	242 ± 33	186 ± 7	427 ± 32	705 ± 69
Periodo 5	678 ± 128	246 ± 62	194 ± 49	228 ± 97	422 ± 105	667 ± 131
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: ausencia de diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación múltiple SNK ($\alpha = 0,05$)

APENDICE II

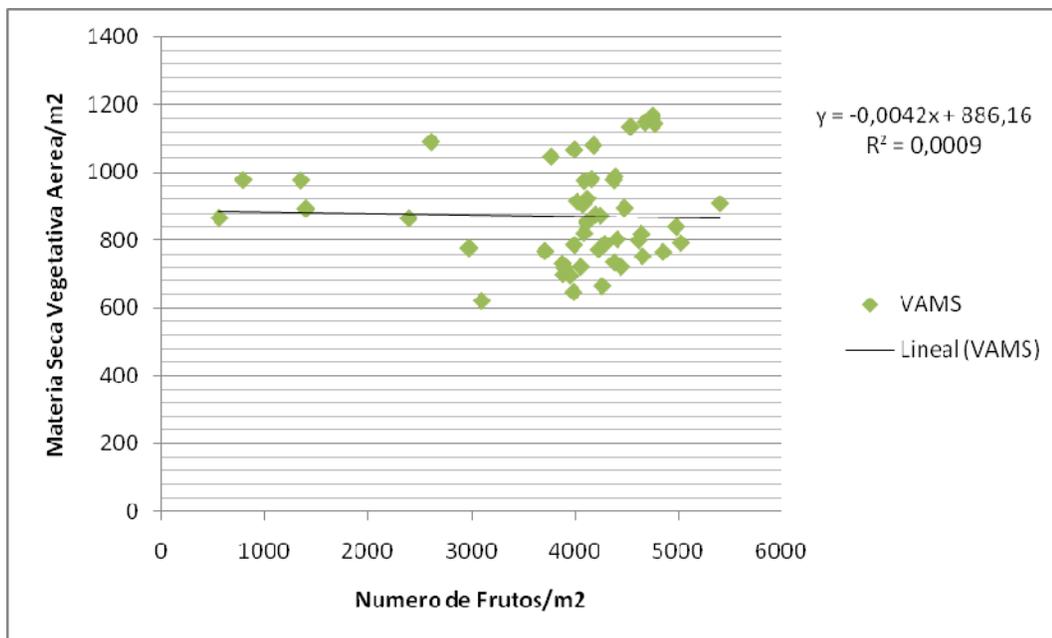


Figura 9. Relación entre numero de frutos por m^2 y la materia seca vegetativa (g/m^2)

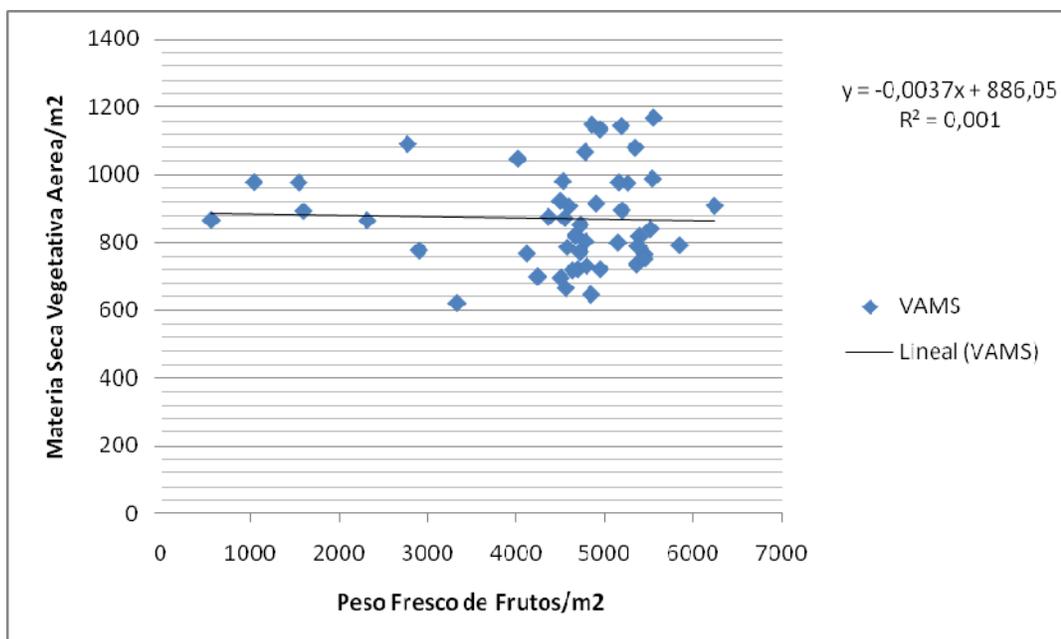


Figura 10. Relación entre peso fresco de frutos (g/m^2) y la materia seca vegetativa (g/m^2).

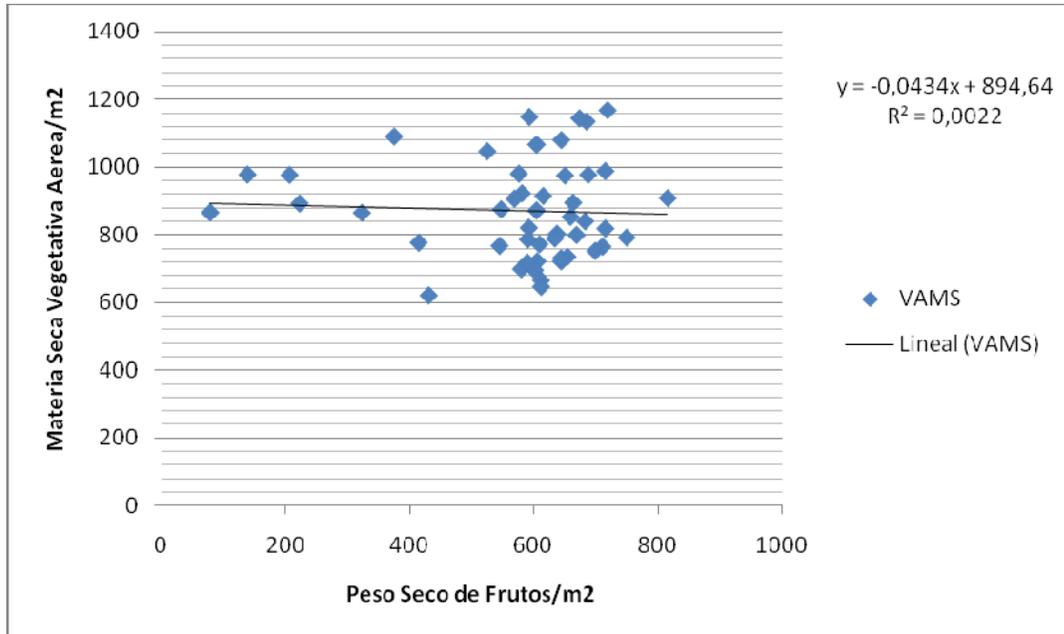


Figura 11. Relación entre peso seco de frutos (g/m^2) y la materia seca vegetativa (g/m^2).