

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFICIENCIA DE LA PODA MECANIZADA Y EFECTO SOBRE LA  
PRODUCCIÓN Y TAMAÑO DE FRUTO EN CIRUELOS JAPONESES  
'FRIAR' Y 'BLACKAMBER'**

**MARCOS ELÍAS BARRA ROJAS**

**SANTIAGO - CHILE**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFICIENCIA DE LA PODA MECANIZADA Y EFECTO SOBRE LA  
PRODUCCIÓN Y TAMAÑO DE FRUTO EN CIRUELOS JAPONESES  
'FRIAR' Y 'BLACKAMBER'**

**MECHANICAL PRUNING AND ITS EFFECT ON YIELD AND  
FRUIT SIZE IN JAPANESE PLUMS 'FRIAR' AND 'BLACKAMBER'**

**MARCOS ELÍAS BARRA ROJAS**

**SANTIAGO - CHILE**

**2015**

# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

## **EFICIENCIA DE LA PODA MECANIZADA Y EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y TAMAÑO DE FRUTO EN CIRUELOS JAPONESES 'FRIAR' Y 'BLACKAMBER'**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo

**MARCOS ELÍAS BARRA ROJAS**

### **PROFESOR GUÍA**

### **Calificaciones**

Sr. Gabino Reginato M.  
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.

6,8

### **PROFESORES EVALUADORES**

Sr. Rodrigo Infante E.  
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,5

Sr. Cristian Kremer F.  
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

6,8

**SANTIAGO – CHILE**

**2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por su incondicional amor y apoyo desde que llegué a sus vidas; a mi hermana, por ser desde la infancia mi amiga, compartiendo juntos momentos inolvidables.

A todas las amistades que generé durante mi permanencia como estudiante en la Facultad, desde mi paso por Ingeniería Forestal hasta culminar mis estudios en Ingeniería Agronómica.

A todas las personas que fueron actores relevantes en la realización de esta memoria de título, en especial a Raúl Talep y Patricio Castro, por su absoluta cooperación desde que se montó el ensayo hasta que se cosechó la última ciruela; a Sergio González por su afecto y paciencia, facilitándome toda la información técnica necesaria en mi memoria y en la práctica profesional. A Catalina Pinto, que de forma incondicional y total disponibilidad, me ayudó en el análisis de los datos.

A mi profesor guía Gabino Reginato, por el tiempo y apoyo dedicado en el desarrollo de esta memoria de título.

Y, finalmente, agradezco infinitamente a la Soc. Agrícola Alihuén Ltda., por acceder, en primer lugar, a montar el ensayo en uno de sus huertos y, en segundo lugar, por darme la posibilidad de realizar mi práctica profesional de ingeniero agrónomo.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Hipótesis.....	5
Objetivo General .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Lugar de estudio.....	6
Material de estudio.....	6
Métodos.....	7
Evaluaciones .....	8
Tiempo de poda.....	8
Costo de poda.....	8
Tamaño del árbol.....	8
Carga frutal.....	9
Evolución del área foliar y crecimiento vegetativo.....	9
Productividad .....	10
Evaluación a cosecha .....	10
Número y peso de frutos .....	10
Tiempo de cosecha.....	10
Análisis estadístico.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
Tiempo de poda.....	12
Costo de poda.....	14
Tiempo de cosecha.....	15
Tamaño de árbol.....	16
Evolución del área foliar y crecimiento vegetativo.....	20
Carga frutal.....	25
Producción y productividad .....	26
Producción y productividad ajustada por carga frutal.....	28
Peso de fruto.....	29
Distribución de calibres.....	31
CONCLUSIONES .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	33

## RESUMEN

Para dar frente al alto costo y a la merma de personal calificado en la realización de la poda, durante la temporada 2013/2014, se realizó un ensayo en dos variedades de ciruelo japonés: 'Blackamber' y 'Friar', de 15 años de edad, injertados sobre patrón 'Mirobalán', plantados a una distancia de 5 x 3 metros, en un huerto de la Soc. Agrícola Alihuén Ltda., ubicado en la Comuna de Malloa, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. El objetivo fue evaluar el efecto de dos alturas de corte hechas mediante poda mecanizada, más un repase manual, sobre el rendimiento de poda, producción y tamaño de fruto. Para esto, se realizaron 3 niveles de poda: testigo, conservando la altura habitual de manejo del huerto, correspondiente a 3,1 metros, y 2 niveles de rebaje en altura a través de una poda mecanizada, "rebaje suave", también a 3,1 metros, y "rebaje fuerte", a 2,7 metros. Se analizó el comportamiento de cada tratamiento respecto de la carga frutal, utilizando una carga comprendida entre 295 y 545 frutos por árbol para 'Blackamber' y entre 435 y 940 para 'Friar'.

Se registró el tiempo de poda y cosecha, y se estimó el tiempo de poda y costo asociado a cada tratamiento. En 'Blackamber', el tiempo de poda se redujo en 5,1% para el rebaje suave y 32,2% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. En el caso de 'Friar', la reducción fue aún más sustancial, un 53,3% para el rebaje suave y 64,9% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. Así, una poda mecanizada en el caso de 'Blackamber' generó un ahorro del 37%, y de un 38,3% para 'Friar', con respecto a una poda manual. Con respecto al tiempo de cosecha, en 'Blackamber' éste se redujo en 5,6% para el rebaje suave, y 9,6% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. En el caso de 'Friar', la reducción fue más importante, un 20% para el rebaje suave y 36% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo.

Al momento de la cosecha, se determinó la producción por árbol (kg/árbol), productividad, (kg/cm<sup>2</sup> de ASTT y kg/m<sup>2</sup> de *PARi*), peso medio de frutos (g) y la distribución de tamaño en 50 frutos por árbol, y se observó que la intensidad de poda, dentro de los rangos usados, no afectó la producción de los árboles, eficiencia productiva, tamaño de frutos, ni el área foliar total, pero sí el vigor vegetativo, el cual fué mayor en árboles podados más intensamente.

Palabras clave: Ciruelo japonés, 'Blackamber', 'Friar', poda mecanizada, tiempo, costo.

## SUMMARY

Given the high costs and the loss of skilled personnel for pruning, during the 2013/2014 season, a trial was conducted in two Japanese plums cultivars: 'Friar' and 'Blackamber', 15 years old, grafted on 'Mirobalán', planted at a distance of 5 x 3 meters, in an orchard, located in Malloa, Region del Libertador General Bernardo O'Higgins. The objective was to evaluate the effect of two mechanical pruning heights on yield and fruit size. For this, 3 levels of pruning were performed: control, keeping the normal tree height, corresponding to 3.1 meters, and two hedging heights by mechanized pruning, light, 3.1 meters, and strong, 2.7 meters. The behavior of each treatment according to crop load was analyzed using a crop load between 295 and 545 fruits per tree for 'Blackamber' and between 435 and 940 for 'Friar'.

The time of pruning and harvesting was recorded, and pruning time and cost associated with each treatment are estimated. In 'Blackamber' pruning time was reduced by 5.1% for light hedging and 32.2% for strong hedging, compared with the control. For 'Friar', the reduction was even more substantial 53.3% to 64.9% for light hedging and strong hedging respectively, compared with the control. Thus, a mechanized pruning 'Blackamber' generated savings of 37%, and 38.3% for 'Friar', with respect to a hand pruning. Regarding the time of harvest, for 'Blackamber' it was reduced by 5.6% for light hedging, and 9.6% for strong hedging, respectively, compared with the control. For 'Friar', the reduction was more important, 20% for light hedging and 36% for strong hedging, both compared to the control.

At the time of harvest, production per tree (kg/tree), yield efficiency (kg/cm<sup>2</sup> of ASTT and kg/m<sup>2</sup> *PARi*), medium fruit weight (g) and size distribution of 50 fruits, are determined by tree, it was found that pruning intensity, within the ranges used did not affect the yield of trees, production efficiency, fruit size, and total leaf area, but vegetative vigor, which was higher in trees pruned more intensely.

Keywords: Japanese plum, 'Blackamber', 'Friar', mechanized pruning, time, cost.

## INTRODUCCIÓN

Chile se ubica en la actualidad como uno de los principales productores y exportadores de fruta fresca, alcanzando el primer lugar en el Hemisferio Sur (Donoso et al., 2008; Sánchez, 2011), situándose como el principal exportador de ciruelas a nivel mundial (FAO, 2006). La superficie plantada en Chile con ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) en la última década ha experimentado una disminución del orden del 18,4%, pasando de 7.600 ha en el año 2002 a 6.202 ha en el año 2012. No obstante la disminución de la superficie, la producción ha aumentado considerablemente, exhibiendo un incremento estimado del 67,6% en igual período de tiempo, pasando de 98.457 a 165.072 toneladas (ODEPA, 2013).

Dado que la tendencia a nuevas plantaciones de ciruelo japonés es a la baja, los productores, desde un tiempo a esta parte, han adoptado como estrategia aumentar los rendimientos de fruta exportable por hectárea. Si bien es cierto que esta maniobra ha dado resultado, con el aumento en el costo de los insumos y la mano de obra habrá que buscar nuevas formas de ser competitivos y eficientes. Durante los últimos 30 años del Siglo XX la producción agrícola se ha incrementado, introduciendo con ello nuevas categorías de mano de obra, generando cambios no sólo en el ámbito productivo sino también social (Cuneo, 1990). Este adelanto centró los esfuerzos en desarrollar técnicas que maximizaran el producto por superficie, independiente de la mano de obra que requiriera para su obtención. Sin embargo, actualmente, este recurso ha dejado de ser ilimitado y asequible; ahora es más costoso e, incluso, en muchas ocasiones inexistente a cualquier nivel de precio (Vial, 1993). De este modo, desde el año 1985, debido al proceso natural de competencia por parte de otras actividades económicas, la mano de obra dedicada a la actividad agrícola en Chile fluctúa en alrededor de 795 mil trabajadores, con una leve propensión a la baja (INE, 2009).

Dentro de las labores productivas, en la poda es donde existen opciones reales para reducir el costo total de producción. La poda es la labor cultural que debe realizarse obligadamente en árboles de hoja caduca destinados a la producción de fruta fresca (Lemus, 2009). Ésta es necesaria para regular el desarrollo normal de árbol, generar equilibrio entre producción y calidad en la fruta obtenida (Lemus, 2009; Krueger et al., 2013), lograr una adecuada entrada de luz a la copa para un correcto crecimiento de los centros productivos (Almarza y Ortíz, 2007), todo con el fin de favorecer el equilibrio entre actividad vegetativa, renovación de madera frutal y conservación, a través de los años, de la forma de la planta (Raigón, 2012) y, por lo tanto, un ítem no exento a la merma de personal calificado y su elevado precio. Según García y Valero (2005), existen dos operaciones que se llevan 75% del tiempo empleado en la producción, la poda y la cosecha. En el mismo contexto, Jara (2010) señala que hoy en día los productores frutícolas están trabajando con niveles mínimos de costos para poder ser competitivos, en un escenario de depreciación del tipo de cambio, caída del 23% en la rentabilidad, y el encarecimiento en casi un 20% de la mano de obra, debido a la demanda de otros sectores de la economía nacional, tales como, el



comercio, servicios y nuevos proyectos mineros. Es por ello que la mecanización de las labores agrícolas se ha intensificado durante los últimos decenios, debido a la necesidad de rebajar el costo de producción, por una parte, y, más recientemente, por la dificultad para encontrar mano de obra para determinadas prácticas agrícolas (García y Valero, 2005).

El ciruelo japonés se caracteriza por presentar hábitos de crecimiento y fructificación muy diferentes entre las distintas variedades, cambiando en la cantidad y proporción de brindillas y dardos (Mataix y Villarrubia, 1999; Raigón, 2012). Mataix y Villarrubia (1999) describen a la poda como uno de los manejos de mayor importancia y la labor cultural donde se emplean mayor disparidad de criterios a la hora de su ejecución, dependiendo de las diferentes zonas frutícolas o, incluso, de las personas que la realizan, influenciando directamente la calidad de la producción.

Dado que el ciruelo japonés es un árbol que debe ser podado año a año, para mantener una fructificación de calidad que genere una producción económicamente rentable, no está libre de los problemas que aquejan hoy a los productores agrícolas (Raigón, 2012). Al respecto, Lemus y Donoso (2007) sostienen que se debe contar con personal calificado que ejecute un buen trabajo en un acotado rango de tiempo, ya que el costo de la mano de obra es el factor más incidente en el costo del manejo del huerto. No obstante lo anterior, se tiene la convicción plena que la poda manual, a pesar del costo y el tiempo requerido, es la mejor alternativa debido su naturaleza selectiva de remoción (Krueger et al., 2013), esto dado que la poda mecanizada no hace distinción de ramas y su única misión consiste en dar una forma y altura determinada al árbol (Arenas et al., 2012).

Entre de las posibilidades para mecanizar la poda en un huerto frutal está la podadora de discos aserrados. Ésta consiste en un brazo rígido en el que están colocados normalmente cinco discos alineados, los cuales se pueden orientar en cualquier posición por medio del sistema hidráulico (Arenas et al., 2012). Ensayos en olivos han demostrado una disminución en los tiempos de poda, pasando de 20 árboles/h/hombre en una poda manual a 487 árboles/h/máquina en una exclusivamente mecánica, consiguiendo paralelamente un ahorro de hasta un 94% en el costo por árbol (Dias et al., 2012). Por otro lado, equipos neumáticos confeccionados únicamente para faenas de poda han demostrado, también, rendimientos muy buenos; es así como Mitrović et al. (2002) concluyeron, en manzanos, un importante ahorro de tiempo (23,46%), que, según ellos, podría incrementarse significativamente con un mayor manejo del dispositivo. Paralelamente, el costo se redujo en un 23,56%, lo que según el grupo de investigadores afectó positivamente la rentabilidad de la organización en el proceso productivo. Igualmente, Krueger et al. (2013), luego de 4 años de trabajo con ciruelos europeos, llegaron a la conclusión que, dentro de los distintos tipos de poda mecánica, manual y ambas intervenciones, la poda mecánica en sus diferentes tipos no generaban diferencias significativas en términos productivos, pero sí logró diferencias significativas en tiempo y costo por unidad de superficie, comparado con el tratamiento manual, logrando disminuir en un 47,5 % el costo de la labor.

Por su parte, en viñedos, Martínez de Toda (1995) observó, tras una amplia investigación, que los requerimientos de mano de obra para poda corresponden a 40 JH/ha, representando 30,7% del total necesario para el cultivo. Igualmente, Jara (2010) informó cifras cercanas, dado que las exigencias de mano de obra para poda, pintado de cortes y remoción de ramas para una hectárea de ciruelas para consumo fresco son de 31,7 JH/ha, lo que en ciruelo japonés en plena producción corresponde a un 23,2 % del total de mano de obra requerida para el manejo de una hectárea. Dada la experiencia de los distintos autores, y el aumento del costo de la mano de obra, se hace indispensable comenzar a implementar la poda mecanizada en algunos frutales, o combinarla con la poda manual, con el fin de disminuir el tiempo y el costo de la faena; con la colaboración manual se conseguiría garantizar una producción de calidad, mediante una rápida intervención con despuntes y limpieza de madera excesiva o muerta, para así mantener una producción rentable y un huerto bien manejado (Dias et al., 2012; Krueger et al., 2013).

### **Hipótesis**

La mecanización de la poda más un repase manual, reduce el tiempo y el costo de la poda, sin afectar la producción ni el tamaño de fruto, en ciruelo japonés.

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de dos alturas de corte hechas mediante poda mecanizada, más un repase manual, sobre el rendimiento de poda, producción y tamaño de fruto en ciruelo japonés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en árboles de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) de las variedades Friar y Blackamber, en el huerto de la Soc. Agrícola Alihuén Ltda., ubicado en la Comuna de Malloa, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins ( $34^{\circ} 27' 33,97''S$ ,  $70^{\circ} 27' 28,92''W$ ), durante la temporada 2013/2014.

El huerto fue establecido el año 1998, injertado sobre patrón 'Mirobalán'. Tanto la variedad Friar como Blackamber están plantadas a una distancia de 5 m entre hilera y 3 m entre plantas. El sistema de conducción de ambas variedades es en "túnel" modificado, con hileras en dirección Este-Oeste y regados con dos líneas de goteros de  $4L \cdot h^{-1}$  cada una. En el huerto, el control de malezas se efectuó mediante control químico sobre la hilera y siegas entre las hileras, las que están distribuidas en una proporción 2:1 'Friar': 'Blackamber'.

### Material de estudio

La poda se efectuó con una máquina podadora "Edward" de discos giratorios, realizando cortes horizontales de rebaje de la copa del árbol. La máquina consiste en un brazo rígido que se acopla a la parte delantera del tractor y en el cual están alineadas 4 sierras de discos, de 30 cm de diámetro cada una, que, en su conjunto, permiten un ancho de corte de 1,10 m (Figura 1). El brazo de corte permite, a través de un accionamiento hidráulico, comandado por un "joystick", inclinar la posición (ángulo de corte) y altura del corte según sea la necesidad.



Figura 1. Máquina podadora "Edward" realizando cortes de rebaje.

## Métodos

Los datos se tomaron de árboles con un tamaño y crecimiento uniforme. En cada variedad se podó un grupo de 30 plantas contiguas por tratamiento. La unidad experimental fué una planta completa y se seleccionaron 6 plantas dentro de cada grupo tratado. Los tratamientos realizados se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de poda evaluados en ciruelo japonés.

Tratamiento	Tipo de poda	Altura de rebaje (m)
T1	Manual (Testigo)	3,1
T2	Mecanizada más un repase manual (Repase suave)	3,1
T3	Mecanizada más un repase manual (Repase fuerte)	2,7

Los tratamientos fueron:

T1: Poda manual o tradicional: la realizó un operario, utilizando escalera y herramientas de poda (tijeras, tijerones y/o serrucho). Esta poda consistió en ajustar la altura del árbol a 3,1 m y, al mismo tiempo, remover el exceso de dardos y ramillas mediante recorte y despuntes de los elementos de un año a un grosor de 8 mm, aproximadamente.

T2: Poda de rebaje con la máquina podadora a una altura de 3,1 m; luego de esto un complemento manual, con ayuda de una escalerilla en caso que fuera necesario, y herramientas de poda (tijeras, tijerones y/o serrucho).

T3: Poda de rebaje con la máquina podadora a una altura de 2,7 m; luego de esto un complemento manual, con ayuda de una escalerilla en caso que fuera necesario, y herramientas de poda (tijeras, tijerones y/o serrucho).

Tanto la poda manual como el complemento manual a la poda mecánica fueron ejecutados en completo receso invernal. En los tratamientos en que se requirió intervención manual, esta labor fué realizada por el mismo operario, el cual poseía experiencia y conocimiento de la labor, pero no tuvo la misma intensidad, es decir, el complemento manual consistió solo en un rápido trabajo de despunte de dardos y ramillas que presentaron diámetros y longitud excesivas de acuerdo a los estándares del huerto, mientras que la poda manual fué más completa y exhaustiva.

## Evaluaciones

### Tiempo de poda

La medición del tiempo de poda se realizó a cada uno de los 30 árboles por tratamiento para las 2 variedades. Para obtener el tiempo empleado en cumplir esta labor se utilizó un cronómetro (CR007A, Hanhart) y se expresó en minutos por árbol, jornadas máquina (JM) o jornadas hombre (JH). Sólo se registró el tiempo empleado en intervenir exclusivamente el árbol y no el tiempo empleado en los giros y cambios de hilera en el caso de la poda mecánica y en el traslado de escaleras, cambio de hilera y descansos para las intervenciones manuales.

### Costo de poda

El costo total de poda se calculó como la suma de los costos de poda, manual o poda mecánica, utilizadas por hectárea en cada tratamiento.

### Tamaño del árbol

Como medida de tamaño de árbol, se determinó el área de sección transversal de tronco (ASTT), estimada a partir del diámetro de tronco a 20 cm de la unión patrón-injerto.

Además, se evaluó la interceptación de la radiación solar que fue calculada mediante la medición de la radiación no interceptada por los árboles ( $PAR_{ni}$ ). Ésta se midió con un sensor ACCUPAR LP-80 (Decagon, Devices, Inc; Wa, EE.UU.), que consiste en una barra de 80 cm con 80 sensores de luz. Las mediciones se realizaron a 20 cm del suelo, 3 veces al día; 2 horas antes del mediodía solar, al mediodía solar (MDS) y 4 horas después del mediodía solar, cada 20 días durante toda la temporada, en días despejados. Ésta se hizo de tal forma de que las evaluaciones cubrieran toda la superficie asignada al árbol, que se extiende desde el punto medio de la entrehilera hacia el otro punto medio de la entrehilera, como se muestra en la Figura 2. La radiación incidente sobre el huerto ( $PAR_0$ ) se midió cada vez que se inició una nueva medición en uno de los tres momentos del día; ésta se midió en el camino de tránsito de la maquinaria con el objetivo de no generar un sombreado en la barra. La radiación fotosintéticamente activa interceptada por la cubierta vegetal ( $PAR_i$ ) se determinó por diferencia entre la radiación incidente ( $PAR_0$ ) y la radiación no interceptada por el árbol ( $PAR_{ni}$ ), calculada como:

$$PAR_f = (PAR_0 - PAR_{ni}) / PAR_0$$

Donde:

$PAR_f$  = fracción de la radiación interceptada.

$PAR_0$  = radiación incidente sobre el huerto.

$PAR_{ni}$  = radiación que llega al suelo sin ser interceptada por el huerto.

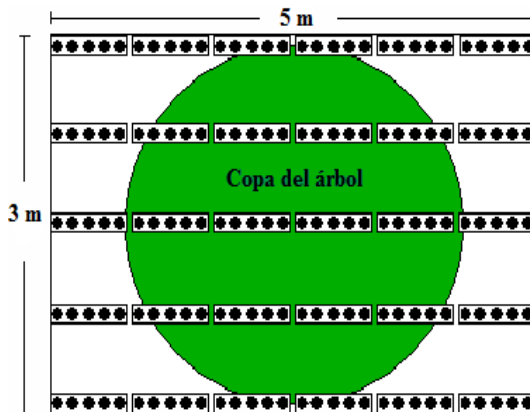


Figura 2. Diagrama de medición de la radiación solar que intercepta el huerto, en el espacio asignado al árbol.

El valor de fracción de radiación interceptada correspondió a un promedio ponderado de las tres mediciones realizadas durante el día, donde la del MDS fue ponderado por uno, y las de 2 y 4 horas antes o después del MDS se ponderaron por dos.

### **Carga frutal**

Dentro de cada tratamiento se ralearon 3 plantas a un nivel de carga frutal bajo y 3 en un nivel de carga alto, de acuerdo a los estándares usados en el huerto, estableciéndose niveles de carga frutal variable entre 2,5 y 6,5 frutos por  $\text{cm}^2$  de área de sección transversal de tronco (ASTT).

### **Evolución del área foliar y crecimiento vegetativo**

Se caracterizó la evolución del área foliar de los diferentes tipos de brote originados durante la temporada de crecimiento, desde el inicio de la brotación, la que ocurrió aproximadamente el 5 de septiembre de 2013 para la variedad Blackamber y el día 10 del mismo mes para la variedad Friar, hasta el cese del crecimiento para cada tipo de brote. Para las estimaciones de área foliar se muestreó, a partir de la brotación y cada 20 días, desde árboles vecinos de similar vigor, 12 dardos, 12 ramillas y 12 brotes vigorosos (chupones) representativos. A cada muestra se les determinó el incremento de longitud y su área foliar, sumando el área de todas las hojas expandidas de cada tipo de brote. El área

foliar total de la copa se estimó multiplicando el número de dardos, ramillas y “chupones” por planta, por su correspondiente área foliar promedio; el número y tipo de brote por árbol se estableció al final de la temporada, después de caídas las hojas.

### **Productividad**

La productividad fue expresada en función de la radiación solar interceptada en metros cuadrados ( $m^2$  *PARi*), del área sección transversal de tronco (ASTT) y por árbol, resultando determinada como:  $kg \cdot m^{-2}$  (*PARi*),  $kg \cdot cm^{-2}$  de (ASTT) y  $kg/\text{árbol}$ , respectivamente.

### **Evaluación a cosecha**

#### **Número y peso de frutos**

La cosecha se llevó a cabo el 28 de diciembre de 2013 y 21 de enero de 2014, para ‘Blackamber’ y ‘Friar’, respectivamente. Ésta se ejecutó cuando se alcanzó la firmeza recomendada comercialmente para cada variedad. En cada árbol se midió: el número total de frutos por árbol, los kg de producción obtenidos y, a través de estos datos, se estimó el peso medio de fruto. Al mismo tiempo, se realizó una distribución de calibres en una muestra representativa de 50 frutos por árbol, elegidos al azar dentro de la copa en la cosecha más abundante y a la que se le determinó individualmente en ellos el peso y el diámetro ecuatorial de mejilla. La carga frutal se expresó como frutos/árbol, frutos/ $cm^2$  de ASTT y frutos/ $m^2$  de *PARi*; mientras que el tamaño medio de frutos en gramos.

#### **Tiempo de cosecha**

La medición del tiempo de cosecha se realizó a cada uno de los 30 árboles por tratamiento para las 2 variedades. Para obtener el tiempo empleado en cumplir esta labor se utilizó un cronómetro (CR007A, Hanhart) y se expresó en minutos por árbol, kg de fruta por minuto y jornadas por hectárea.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, siendo la unidad experimental la planta. Para cada variedad, se seleccionaron 6 árboles por tratamiento.

La comparación entre tratamientos se realizó mediante modelos lineales, bajo el marco teórico de modelos lineales mixtos, a fin de contemplar las varianzas heterocedásticas y la correlación espacial. La bondad de ajuste de los modelos seleccionados se valoró mediante los criterios de selección “Akaike Information Criterion” (AIC) (Akaike, 1974) y “Bayesian Information Criterion” (BIC) (Schwarz, 1978). Las diferencias significativas detectadas fueron determinadas mediante la prueba de comparación LSD, con un  $\alpha < 0,05$ . En todos los casos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2013 (Di Rienzo *et al.*, 2013).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tiempo de poda

En relación al tiempo de poda, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variedad Friar, no así en la variedad Blackamber, que no evidenció diferencias entre el testigo y los tratamientos de poda mecanizada (Cuadro 2).

En ‘Blackamber’ el tiempo se redujo en 5,1% para el rebaje suave y 32,2% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. En el caso de ‘Friar’ la reducción fue aún más sustancial, un 53,3% para el rebaje suave y 64,9% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo.

La diferencia en la reducción de tiempo entre ambas variedades se debió básicamente a dos razones, la primera de ellas, es que Friar es una variedad más dardífera, por lo tanto, el complemento manual a la poda mecánica resulta más veloz, dado la menor cantidad de elementos a podar. El segundo factor se asocia a la presencia en ‘Blackamber’ de un polinizante injertado en el centro del árbol, lo que requiere mayor tiempo al repasar manualmente, debido a la dificultad de llegar al centro de la copa, añadiendo, además, el corte selectivo de ramas más gruesas, lo que incluye el uso reiterado de escalera y serrucho, en ambas alturas de rebaje. Así, en ‘Friar’, el repase se ejecutó de forma pedestre y sólo en limitadas ocasiones se acudió a la ayuda de escalerillas, lo que aligeró la labor, haciéndola más rápida.

Cuadro 2. Tiempo empleado para efectuar la labor de poda en ciruelos japoneses ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

Tratamiento	Tiempo de poda					
	‘Blackamber’		‘Friar’			
	min/árbol	jornadas/ha	min/árbol	jornadas/ha		
T1 - Testigo (3,1 m)	12,0 ± 1,7	16,6 ± 2,4	a <sup>X</sup>	10,2 ± 0,9	14,3 ± 1,5	a
T2 - R. suave (3,1 m)	11,4 ± 1,9	15,8 ± 2,6	a	4,8 ± 0,4	6,7 ± 0,6	b
T3 - R. fuerte (2,7 m)	8,1 ± 1,9	11,3 ± 2,6	a	3,6 ± 0,3	5,0 ± 0,4	c

<sup>X</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar.

La poda mecanizada con un complemento manual, con el objetivo de minimizar el tiempo de la faena, logró a cabalidad su propósito, bajo las condiciones del presente ensayo. Antecedentes previos a esta investigación, en manzanos (Mitrović et al., 2002) intervenidos mecánicamente, se obtuvo un importante ahorro de tiempo, un 23,46% en comparación a

un sistema manual. Asimismo, en olivos de baja densidad (100 árboles/ha), que requerían 16 jornadas/ha, con la poda mecánica ahora requieren sólo 0,5 jornadas/ha (Giametta y Zimbalatti, 1997).

En cuanto a las jornadas por hectárea, ‘Blackamber’ requirió mayor cantidad, lo que se relaciona principalmente a la conformación del árbol, vale decir, a un mayor número de ramillas y a la presencia de un polinizante. Si bien el tiempo necesario para rebajar mecánicamente ‘Blackamber’ y ‘Friar’ es relativamente semejante, el rápido y sencillo complemento manual en ‘Friar’ hace que el rebaje mecánico ocupe mayor proporción en términos porcentuales en cada tratamiento, que en relación a la misma intervención en ‘Blackamber’ (Figura 3).

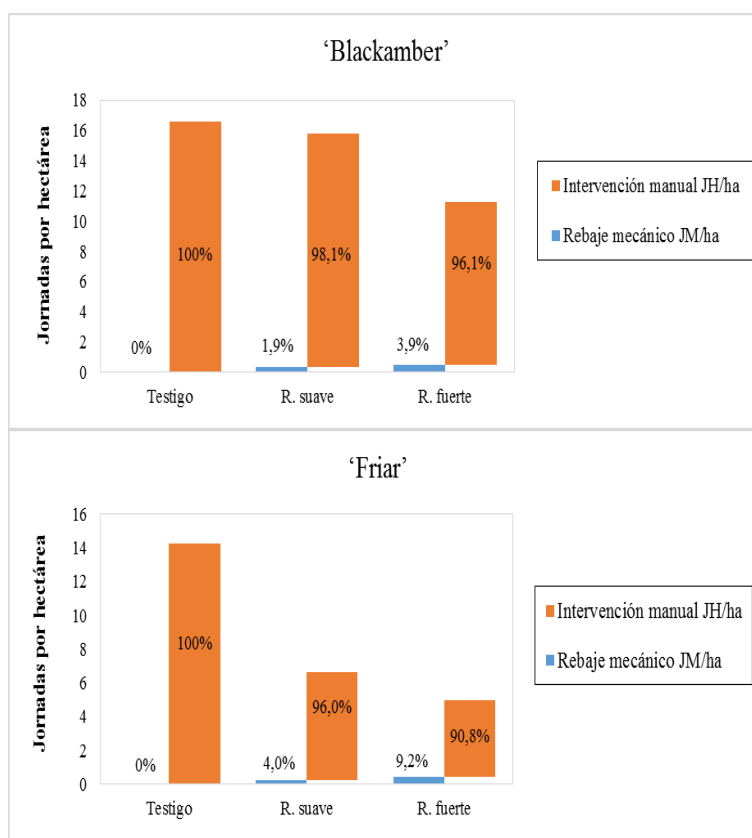


Figura 3. Número de jornadas por hectárea y su proporción de jornadas hombre y máquina para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

### Costo de poda

De acuerdo a la información recabada, el costo de poda manual (testigo) correspondió a \$350 por árbol, tanto en 'Blackamber' como en 'Friar'. Por lo tanto, de acuerdo a la densidad de 667 plantas/ha, el costo por hectárea fue de \$233.450, más el costo de la supervisión, considerado como \$15.000 diarios por cada 12 jornales; 1,38 y 1,19 jornadas hombre hectárea, en 'Blackamber' y 'Friar' respectivamente.

El precio de la poda mecanizada se calculó en \$160.000/ha para 'Blackamber' y \$159.340/ha para 'Friar'. Este valor consideró \$55.000/ha del rebaje mecánico, que incluye al operario y combustible, \$150/árbol de la limpieza manual, y la supervisión, la que se estimó en 0,33 días, para 'Blackamber' y 0,28 para 'Friar'; tiempo necesario para supervisar una hectárea a razón de un supervisor cada 50 jornales, considerando que el árbol intervenido mecánicamente requiere mínima supervisión posterior.

Así, una poda mecanizada en el caso de 'Blackamber' genera un ahorro del 37%, y de un 38,3% para 'Friar', con respecto a una poda manual. Resultados similares obtuvieron Bates y Morris (2009), en viñedos, quienes redujeron en un 56,2% el costo de la poda manual gracias a un sistema de poda mecanizada más un repase manual, sin afectar la calidad ni composición de las bayas. De la misma forma, Krueger et al. (2013), luego de 4 años de trabajo con ciruelos europeos, llegaron a la conclusión que, dentro de los diferentes tipos de poda mecánica, manual o combinación entre ellas, los distintos tipos de poda mecánica no generaban diferencias significativas en términos productivos, pero sí lograban diferencias significativas en tiempo y costo por unidad superficie comparado con el tratamiento manual, logrando disminuir en un 47,5% el costo de la labor.

Cuadro 3. Costo de poda en la variedad Blackamber y Friar, en pesos chilenos (CLP).

Tratamiento	Costo por hectárea			Total
	rebaje mecánico	intervención manual	supervisión	
'Blackamber'				
T1 - testigo (3,1 m)	0	233.450	20.700	254.150
T2 - r. suave (3,1 m)	55.000	100.050	4.950	160.000
T3 - r. fuerte (2,7 m)	55.000	100.050	4.950	160.000
'Friar'				
T1 - testigo (3,1 m)	0	233.450	17.850	251.300
T2 - r. suave (3,1 m)	55.000	100.050	4.250	155.050
T3 - r. fuerte (2,7 m)	55.000	100.050	4.250	155.050

### Tiempo de cosecha

En relación al tiempo de cosecha, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos extremos para la variedad Friar, no así en la variedad Blackamber, que no evidenció diferencias entre el testigo y los tratamientos de poda mecanizada (Figura 4).

En 'Blackamber', el tiempo se redujo en 5,6% para el rebaje suave y 9,6% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. En el caso de 'Friar', la reducción fue más importante, un 20% para el rebaje suave y 36% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. Se pudo determinar, entonces, que en 'Blackamber', el rebaje de la altura de los árboles a 3,1 y 2,7 metros no fue suficiente para facilitar y acelerar de manera significativa las labores de cosecha, en comparación con el tratamiento testigo, dado que parte de la fruta se localizó en ramillas y, por lo tanto, siguió estando en altura, no permitiendo disminuir el uso de escaleras. Escenario distinto fue el que se observó en 'Friar', ya que la reducción en la altura a 2,7 metros generó un descenso significativo en el tiempo de cosecha, comparado con el tratamiento testigo y el de rebaje suave, causado principalmente por la posición de la fruta en el árbol, es decir, mayor cantidad de fruta disponible en dardos, facilitando y agilizando la labor, permitiendo que los cosechadores sólo en contadas ocasiones recurrieran a la ayuda de escalerillas.

Estos resultados reflejan que el hecho de disminuir la altura de los árboles hasta una altura en que no se haga imprescindible el uso de escaleras favorece el ahorro de tiempo en labores de cosecha. Al respecto, Jara (2014), rebajando la altura de durazneros adultos en un 15%, logró una reducción de tiempo en labores de cosecha de un 16%.

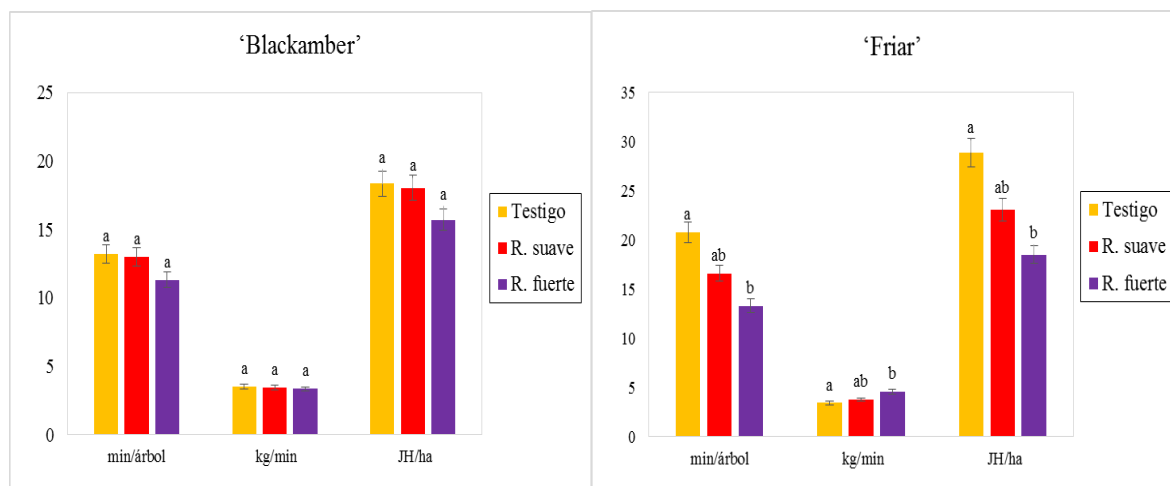


Figura 4. Tiempo de cosecha, expresado en min/árbol, kg/min y jornadas hombre por hectárea, para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

### Tamaño de árbol

El tamaño del árbol, expresado en área de sección transversal del tronco (ASTT) y *PAR* interceptado, en metros cuadrados ( $m^2$  *PARi*), no presentó diferencias estadísticas significativas en ‘Blackamber’; en el caso de ‘Friar’, el ASTT no mostró diferencias entre tratamientos, sin embargo, al utilizar  $m^2$  *PARi* como medida de tamaño del árbol, se observó diferencias significativas entre los tratamientos extremos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tamaño del árbol de ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’ en función de ASTT y  $m^2$  *PARi* a cosecha para tres tratamientos de poda.

Tratamiento	Tamaño del árbol			
	ASTT		<i>PAR</i>	
	$cm^2$		$m^2$ <i>PARi</i>	
‘Blackamber’				
T1 - Testigo (3,1 m)	306,3 ± 31,3	a <sup>x</sup>	9,8 ± 0,3	a
T2 - R. suave (3,1 m)	260,0 ± 16,7	a	9,6 ± 0,2	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	251,8 ± 15,6	a	9,2 ± 0,1	a
‘Friar’				
T1 - Testigo (3,1 m)	240,2 ± 10,9	a	9,2 ± 0,6	a
T2 - R. suave (3,1 m)	249,3 ± 12,0	a	8,2 ± 0,3	ab
T3 - R. fuerte (2,7 m)	219,8 ± 6,4	a	7,7 ± 0,3	b

<sup>x</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar.

Al relacionar las variables de tamaño de árbol, como ASTT y *PAR* interceptado, mediante una regresión, se observa que no existe una relación entre ambas variables, con un valor de  $R^2 = 0,0044$  y  $0,051$  para ‘Blackamber’ y ‘Friar’, respectivamente (Figura 5).

El uso del área de sección transversal de tronco como medida del tamaño del árbol se fundamenta en la estrecha relación que existe entre el peso de la copa y el ASTT (Westwood y Roberts, 1970, citado por Escobar, 2008). Igualmente, Reginato (2002) señala que el tamaño del árbol es reflejo de su ASTT, y que esta variable está relacionada linealmente con el área foliar de la planta pero que su uso debe restringirse a los primeros años después de la plantación, antes de que el árbol sea sucesivamente podado. Esto se debe a que el ASTT continúa incrementándose anualmente mientras que el tamaño de la copa permanece constante a consecuencia de las podas (Reginato et al., 2007a), lo que explicaría el valor de correlación obtenido en este ensayo, debido a que el huerto ya completa 15 años, habiendo experimentando podas repetidas e importantes a la fecha, ya sea para conservar la altura como para ajustar la producción de cada temporada.

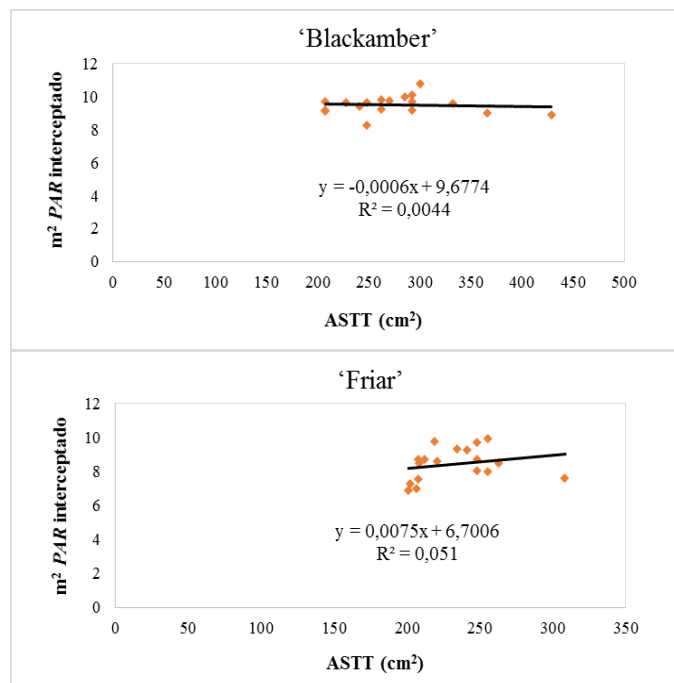


Figura 5. *PAR* interceptado en  $m^2$  como función del área de sección transversal de tronco (ASTT), en las variedades Blackamber y Friar.

Entonces, de acuerdo a la alta edad que caracterizó al huerto y a las sucesivas podas que ha experimentado, la variable ASTT no fue un buen estimador del tamaño del árbol. Al respecto, Reginato et al. (2007a) indicaron que la fracción de radiación interceptada estimó de mejor manera el tamaño del árbol en durazneros de 12 años de edad fuertemente intervenidos por podas. Efectivamente, el área foliar de la copa, en términos de índice de área foliar (IAF), se correlacionó lineal y positivamente con el *PAR* interceptado, en ambas variedades (Figura 6). Asimismo, Cabrera (2006) describió una relación exponencial entre ambas variables en duraznero, pero ésta se tornó lineal cuando el IAF toma valores entre 1 y 2,5, lo que respalda los resultados obtenidos en el presente ensayo y por Escobar (2008), trabajando también en ciruelo japonés.

Cuadro 5. Tamaño del árbol de ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’, expresado como ASTT inicial, final y su incremento ( $\Delta$ ) durante la temporada.

Tratamiento	Tamaño del árbol					
	inicial		final		incremento ( $\Delta$ )	
‘Blackamber’		ASTT (cm <sup>2</sup> )				
T1 - Testigo (3,1 m)	306,3 ± 31,3	a <sup>X</sup>	331,9 ± 32,7	a	15,8 ± 10,9	a
T2 - R. suave (3,1 m)	260,0 ± 16,7	a	281,0 ± 25,1	a	13,2 ± 10,4	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	251,8 ± 15,6	a	264,2 ± 25,6	a	14,4 ± 8,3	a
‘Friar’						
T1 - Testigo (3,1 m)	240,2 ± 10,9	a	265,9 ± 15,5	a	18,6 ± 7,7	a
T2 - T. suave (3,1 m)	249,3 ± 12,0	a	259,8 ± 14,7	a	15,6 ± 4,4	a
T3 - T. fuerte (2,7 m)	219,8 ± 6,4	a	237,6 ± 12,0	a	17,8 ± 9,4	a

<sup>X</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar.

Pese a lo anterior, es posible estimar el crecimiento vegetativo de la temporada al expresarlo como el incremento del área de sección transversal de tronco ( $\Delta$  ASTT) ya que éste estimador representaría de mejor manera el tamaño del árbol para ese momento en particular (Reginato y Camus, 1993). Se observó que el incremento en la sección transversal del tronco, no presentó diferencias significativas entre los distintos tratamientos de poda (Cuadro 5) y tampoco una correlación con el *PAR* interceptado (Figura 7), por lo tanto, el incremento de ASTT durante la temporada tampoco resultó ser una variable que reflejara el tamaño del árbol, dado sus bajos coeficientes de determinación, tanto en ‘Blackamber’ como en ‘Friar’.

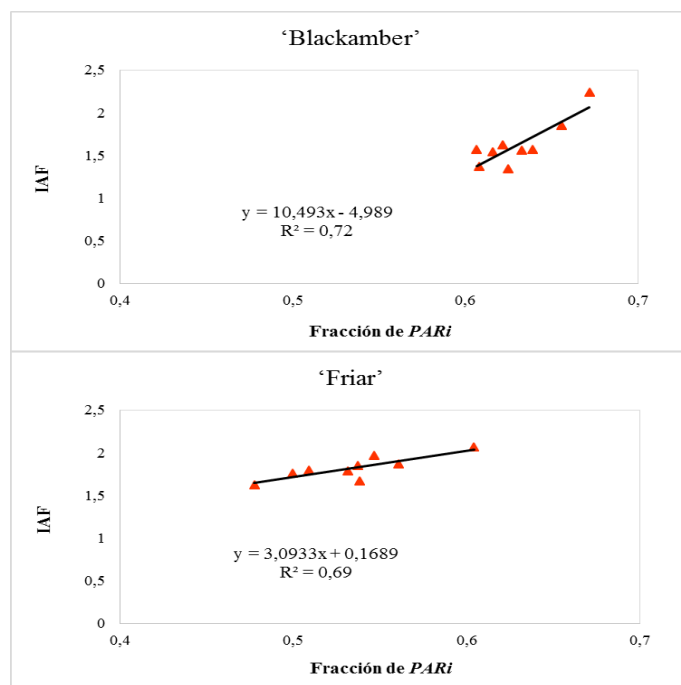


Figura 6. IAF como función de la fracción de  $PAR$  interceptado en función del IAF, en las variedades Blackamber y Friar.

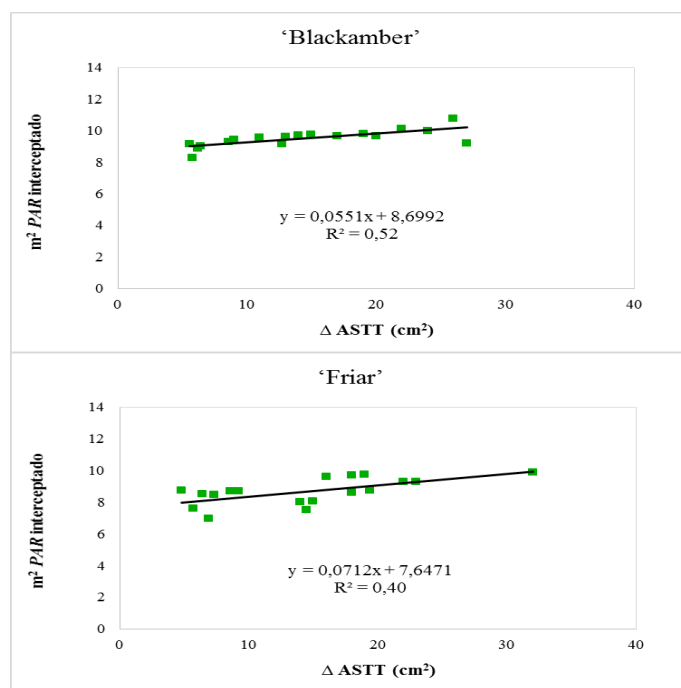


Figura 7.  $PAR$  interceptado en  $m^2$  como función del incremento de área de sección transversal de tronco ( $\Delta$ ), en las variedades Blackamber y Friar.



### Evolución del área foliar y crecimiento vegetativo

Los diferentes tipos de brotes que componen la cubierta vegetal corresponden a crecimientos de distinto largo y vigor, con etapas de crecimiento distintas entre sí, cuyo desarrollo muestra un patrón sigmoideo para las tres clases de brotes establecidas (Figura 8).

El desarrollo foliar de los dardos comenzó el 5 de septiembre para ‘Blackamber’ y 10 de septiembre para ‘Friar’, fechas en que se estimó el inicio de brotación, incrementándose rápidamente hasta 40 días después de brotación (ddb), alcanzando una asíntota aproximadamente 60 ddb en ambas variedades, con un crecimiento similar en los tres tratamientos. En cuanto al crecimiento de ramillas y chupones, en ‘Blackamber’ fue similar hasta los 28 ddb, período en el cual el aumento en el área foliar de chupones aumenta y se incrementa hasta aproximadamente 120 ddb, momento en que se estabiliza su crecimiento (Figura 9). En ‘Friar’ ocurre algo semejante en el crecimiento de ramillas y chupones, aunque su crecimiento se desiguala más tarde en la temporada, aproximadamente 68 ddb, momento en que el crecimiento de ramillas comienza a detenerse, hasta estabilizarse por completo 98 ddb, mientras que el crecimiento de los chupones se mantiene lineal hasta los 115 ddb.

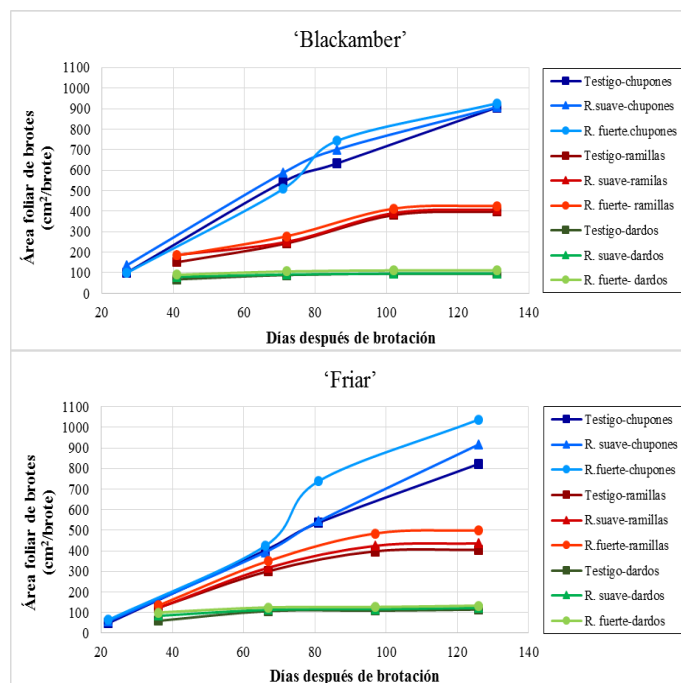


Figura 8. Evolución del área foliar de distintos tipos de brote, en  $\text{cm}^2$ , para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

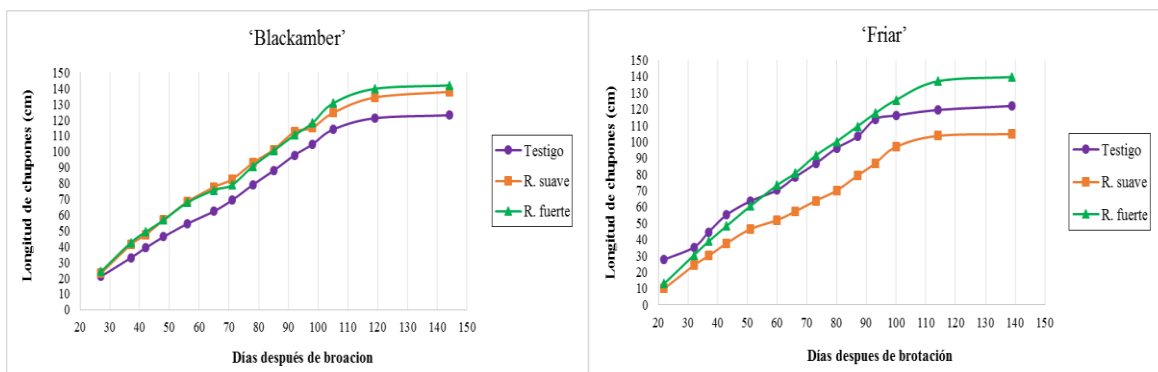


Figura 9. Evolución de la longitud de chupones, para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

Con respecto al crecimiento asociado a los tratamientos de poda, si bien todos los tipos de brotes iniciaron su crecimiento de forma similar, los brotes asociados al repase fuerte, especialmente chupones y ramillas, alcanzaron una diferencia en masa foliar, en términos de  $\text{cm}^2/\text{brote}$  y longitud; los dardos no evidenciaron diferencias entre los tratamientos, en ambas variedades.

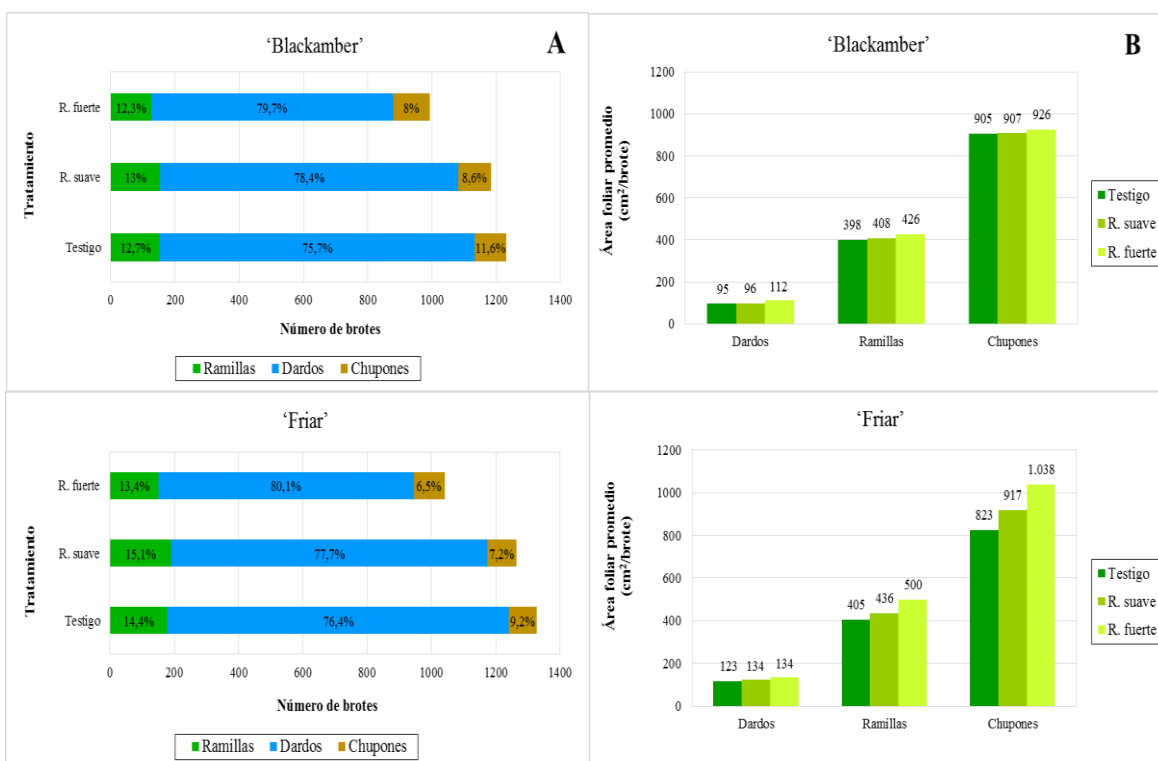


Figura 10. Proporción de cada tipo de brote en el árbol (A) y promedio de área foliar para cada tipo de brote al final de la temporada (B) para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

Analizando la composición de la cubierta vegetal (Figura 10A), se observa que en 'Blackamber' la cantidad de dardos del tratamiento de rebaje fuerte se redujo en aproximadamente 24% respecto al testigo, lo mismo ocurre en ramillas, con un 16%, no así con los chupones que, al parecer, la reducción en altura estimula mayor brotación, experimentando un aumento de alrededor de un 10%. De la misma manera, en 'Friar', los chupones aumentan un 11% y la disminución estimada de dardos y ramillas fue alrededor de 25 y 16%, ambos respecto del testigo. La cantidad de elementos en el rebaje suave no se ve mayormente influenciada, dada la misma altura de rebaje que comparte con el tratamiento testigo.

En todos los tratamientos, y en ambas variedades, la copa está formada en su gran mayoría por dardos, los cuales contribuyen, en promedio, 78% del total de brotes, le siguen ramillas y finalmente de chupones; esto grafica que 'Blackamber' y 'Friar' comparten un hábito vegetativo esencialmente "dardífero", con cierta supremacía de la segunda variedad. Sin embargo, en términos de área foliar alcanzada por cada uno de ellos a los 130 ddb (12 de enero), la situación se invierte, pues los chupones logran mayor área foliar, seguidos de ramillas y finalmente dardos, tanto en 'Blackamber' como en 'Friar', añadiendo en ésta que el repase fuerte manifestó mayor área foliar individual en los tres tipos de brotes muestreados (Figura 10B).

Con relación al aporte total de cada tipo de brote a la cubierta vegetal durante la temporada (Figura 11A), durante los primeros 35 ddb los dardos hacen su mayor aporte, alrededor de un 80% del total de área foliar, pero conforme pasa el tiempo, decae su participación a medida que las ramillas y chupones comienzan a desarrollarse. Sin embargo, éstos continuaron siendo los brotes dominantes el resto de la temporada.

Al comparar ambas variedades al término de la estación de crecimiento, los árboles de 'Friar' presentaron una mayor área foliar total, en promedio 27,4 m<sup>2</sup>/árbol, mientras que 'Blackamber' alcanzó 24,4 m<sup>2</sup>/árbol (Figura 11B), con mínimas diferencias entre tratamientos en ambas variedades. Esta escasa diferencia, que evidenciaron los tratamientos en términos de área foliar total, pone en manifiesto que aun rebajando en 0,4 m la altura de los árboles y desprendiendo una porción de elementos potencialmente proveedores de hojas, como ocurrió con el tratamiento de repase fuerte, los árboles fueron capaces de recuperarse durante la temporada, alcanzando, ya a mediados de temporada, una similitud con los demás tratamientos en el caso de 'Blackamber', e incluso sobrepasarlos levemente en el caso de 'Friar' (Figura 12).

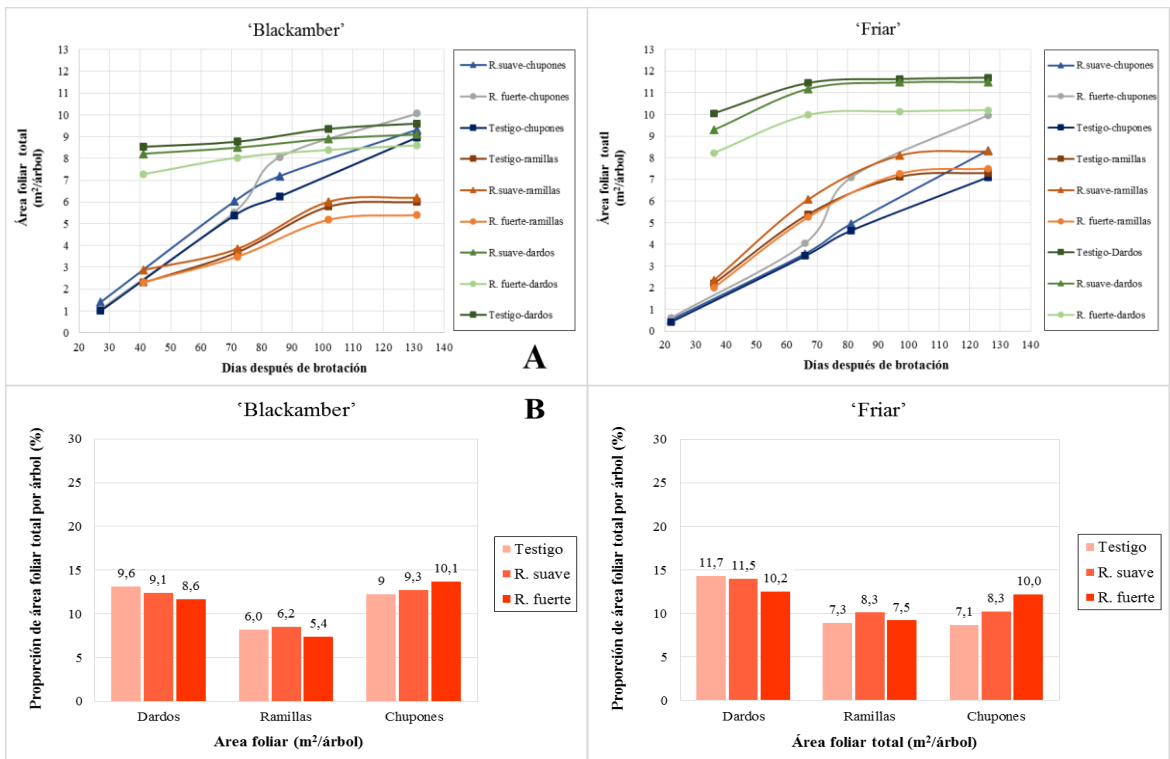


Figura 11. Crecimiento del área foliar total, de los diferentes tipos de brotes, a través del tiempo (A) y proporción del área foliar total aportada por cada tipo de brote al final de la temporada (B), para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

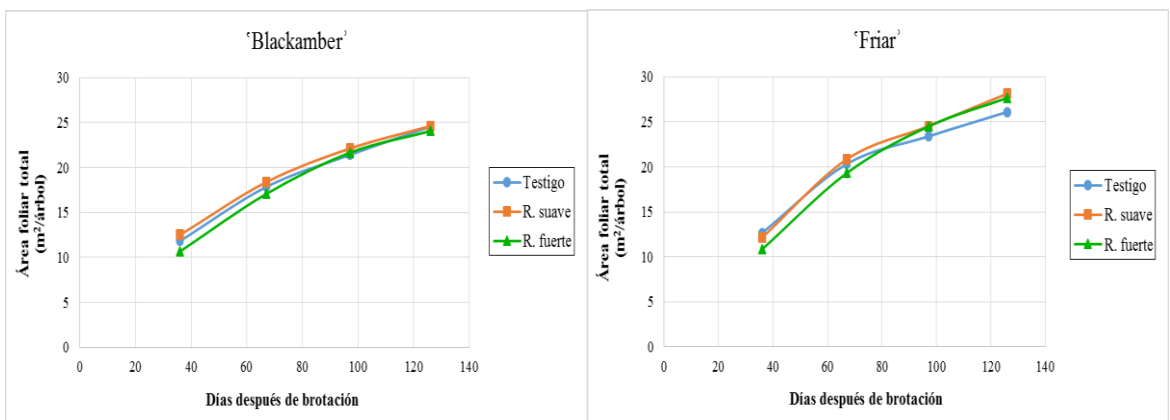


Figura 12. Crecimiento del área foliar total, a través del tiempo para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

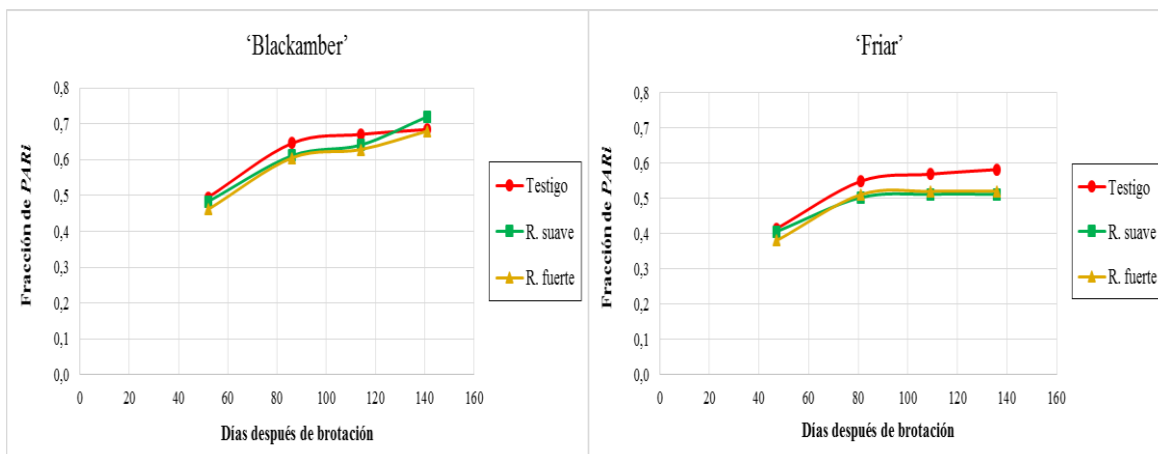


Figura 13. Evolución de la fracción de *PAR* interceptado durante la temporada, para distintos tratamientos de poda, en las variedades Blackamber y Friar.

El *PAR* interceptado a través del tiempo muestra que la fracción interceptada en 'Blackamber' fue mayor que 'Friar', en alrededor de un 10% durante toda la temporada. Esto no parece lógico, dado que 'Friar' alcanzó mayor área foliar total por árbol, por lo tanto, esta mayor interceptación de energía radiante podría explicarse a la presencia de polinizantes en el centro de las copas, el cual confiere masa vegetativa que no fue considerada en las mediciones de área foliar y que, en definitiva, aportan una diferencia en la interceptación total de radiación.

Ahora bien, al referirse al desempeño de los tratamientos en términos de interceptación, tanto en 'Blackamber' como 'Friar', la radiación fotosintéticamente activa mantuvo una estrecha relación con el área foliar total durante toda la temporada, comenzando a estabilizarse aproximadamente 90 ddb en 'Blackamber' para incrementarse levemente a partir de 118 ddb en los tratamientos de poda mecanizada; esto podría explicarse por la remoción de la fruta, ya que coincide con la fecha de cosecha 115 ddb (28 de diciembre de 2013), dando mayor tiempo para aumentar el crecimiento, como lo evidenció el crecimiento de los brotes. Por el contrario, en 'Friar', la última medición de *PAR* interceptado se realizó dos días posterior a su cosecha, 136 ddb (23 de enero de 2014), cuando el crecimiento de brotes estaba estabilizado (Figura 13).

### Carga frutal

La carga frutal final a cosecha, expresada por árbol o normalizada por el tamaño de éste, por ASTT o por radiación solar interceptada ( $m^2 PARi$ ), y expresada como frutos/árbol, frutos/cm<sup>2</sup> de ASTT o frutos/m<sup>2</sup>  $PARi$  respectivamente, no presentaron diferencias significativas para ninguna de las expresiones ni variedades. No obstante, se aprecian diferencias numéricas en ‘Blackamber’, ya que el número promedio de frutos por árbol fue menor en un 2,7% para el rebaje suave y 10% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo. En el caso de ‘Friar’, la diferencia en el número promedio de frutos por árbol fue notoriamente menor, un 13,7% para el rebaje suave y 12,3% para el rebaje fuerte, ambos respecto del testigo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Carga frutal, expresada por árbol o normalizada por el tamaño de éste, como frutos/cm<sup>2</sup> de ASTT y frutos/m<sup>2</sup>  $PARi$  a cosecha, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

Tratamiento	Carga frutal					
	frutos/árbol		frutos/cm <sup>2</sup> ASTT		frutos/m <sup>2</sup> $PARi$	
‘Blackamber’						
T1 - Testigo (3,1 m)	405,2 ± 70,0	a <sup>X</sup>	1,4 ± 0,2	a	43,8 ± 6,2	a
T2 - R. suave (3,1 m)	394,7 ± 78,7	a	1,5 ± 0,2	a	40,0 ± 7,6	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	364,4 ± 66,4	a	1,5 ± 0,2	a	37,9 ± 7,0	a
‘Friar’						
T1 - Testigo (3,1 m)	730,3 ± 112,3	a	3,1 ± 0,5	a	75,6 ± 11,4	a
T2 - R. suave (3,1 m)	630,1 ± 94,6	a	2,5 ± 0,3	a	77,7 ± 12,0	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	640,4 ± 94,6	a	3,3 ± 0,5	a	84,0 ± 15,9	a

<sup>X</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio ± su error estándar.

### Producción y productividad

Cuadro 7. Producción por árbol y productividad normalizada, como frutos/cm<sup>2</sup> de ASTT y frutos/m<sup>2</sup> PAR<sub>i</sub> a cosecha, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

Tratamiento	Producción	Productividad				
		ASTT		PAR <sub>i</sub> *		
	kg/árbol		kg/cm <sup>2</sup>		kg/m <sup>2</sup>	
‘Blackamber’						
T1 - Testigo (3,1 m)	43,9 ± 5,7	a <sup>x</sup>	0,16 ± 0,02	ab	4,4 ± 0,56	a
T2 - R. suave (3,1 m)	41,8 ± 6,4	a	0,17 ± 0,02	a	4,1 ± 0,84	ab
T3 - R. fuerte (2,7 m)	37,9 ± 5,3	b	0,15 ± 0,02	b	4,0 ± 0,78	b
‘Friar’						
T1 - Testigo (3,1 m)	69,5 ± 5,0	a	0,29 ± 0,02	a	7,2 ± 0,56	a
T2 - R. suave (3,1 m)	62,5 ± 6,0	a	0,25 ± 0,02	a	7,6 ± 0,75	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	60,7 ± 6,2	a	0,32 ± 0,03	a	8,0 ± 1,15	a

<sup>x</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar.

\*Fracción de PAR interceptada medido a cosecha.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en ‘Friar’. No así en ‘Blackamber’, donde la producción en kg/árbol con el repase fuerte fue un 10 y 14% menor que el tratamiento de repase suave y testigo, respectivamente. Ahora bien, en lo que se relaciona a la eficiencia productiva, expresada en kg/cm<sup>2</sup> de ASTT, se constatan diferencias sólo entre repase suave y fuerte. Sin embargo, Reginato et al. (2007a y 2007b) indican que la carga frutal normalizada por ASTT no es un buen indicador cuando el árbol ha sido inervenido por sucesivas podas, considerando el PAR interceptado la mejor alternativa; al hacerlo se evidencian diferencias entre los tratamientos extremos (Cuadro 7).

Dada la gran dependencia de la productividad a la carga frutal, al ser una función directa de ésta, la productividad se analizó por medio de regresiones, en función de la carga frutal, (figuras 13; 14 y 15). Así, se aprecia que, para ‘Blackamber’ y ‘Friar’, existe una relación lineal positiva en todos los tratamientos, con coeficientes de determinación altos, por sobre el 83% ( $R^2 > 83$ ). Al respecto, Odi (2000) estableció una relación directamente proporcional entre productividad y carga frutal, asimismo, Wünsche y Ferguson (2005), trabajando en manzanos, concluyeron que el positivo efecto de la carga frutal sobre la productividad sería respuesta a un incremento de la producción de biomasa por unidad de área foliar o una asimilación de carbono mayor a medida que la masa foliar es capaz de interceptar mayor luz solar, por lo que la interceptación lumínica está correlacionada linealmente con el rendimiento (Robinson y Lakso 1991, citado por Jara 2014). La respuesta anterior explica los resultados de diversos reportes en manzanos (Mesa, 2007),

olivos (Muñoz, 2008; Contuliano, 2011), duraznero (Ojer y Reginato, 2002; Jorquera 2012; Atenas, 2014; Jara, 2014), damascos (Rojas, 2011), ciruelo europeo (Tapia, 2011) y ciruelo japonés (Escobar, 2008) con aumentos lineales en la producción por árbol, cuando la carga frutal aumenta.

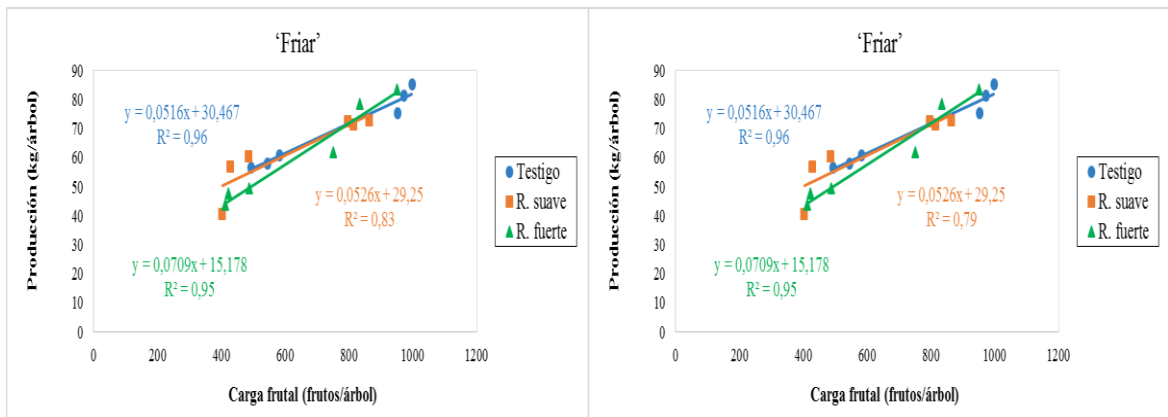


Figura 13. Producción por árbol en función de la carga frutal, expresada como frutos/árbol, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

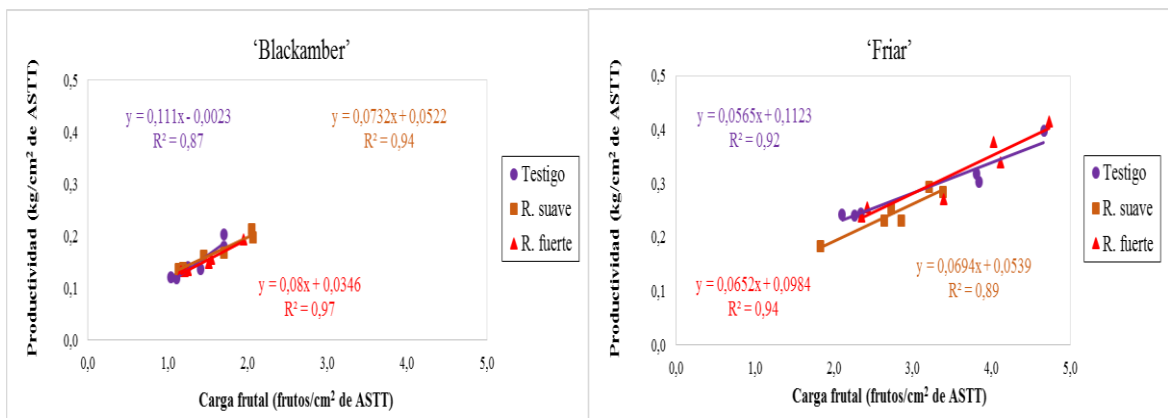


Figura 14. Productividad en función de la carga frutal, expresadas ambas en función del ASTT, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.



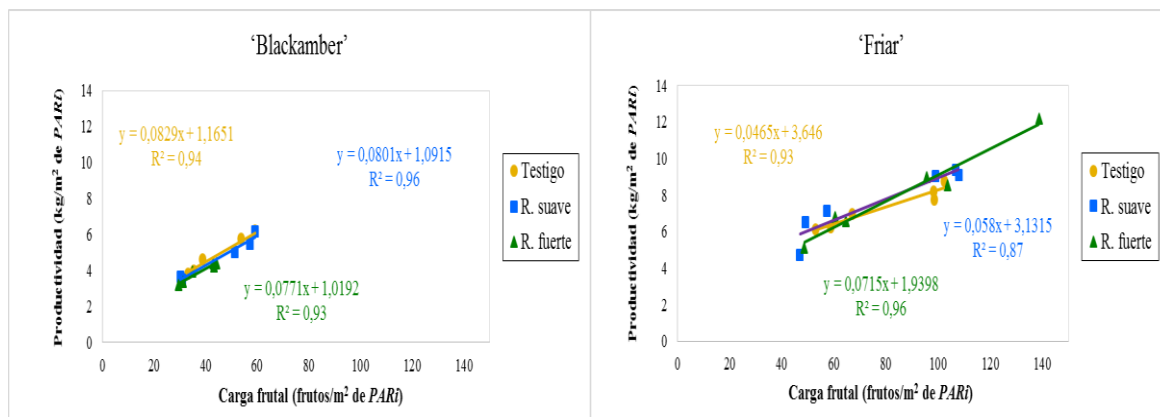


Figura 15. Productividad en función de la carga frutal, expresadas ambas en función de *PAR* interceptado, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés 'Blackamber' y 'Friar'.

### Producción y productividad ajustada por carga frutal

Para constatar si las diferencias en producción y productividad fueron respuesta a los tratamientos de poda mecanizada, se realizó un análisis de covarianza, utilizando la carga frutal a cosecha como covariable, dada la similitud de pendientes de los tratamientos, en todas las expresiones de producción y productividad. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de poda (Cuadro 8), por lo tanto, las diferencias que se presentaron anteriormente desaparecen y fueron respuesta a leves diferencias en carga frutal y no a los tratamientos de poda mecanizada.

Cuadro 8. Producción por árbol y productividad, expresada en función del ASTT y *PAR*<sub>i</sub>, utilizando la carga frutal como covariable.

Tratamiento	Producción ajustada por		Productividad ajustada por			
	frutos/árbol		frutos/cm <sup>2</sup> ASTT		frutos/m <sup>2</sup> <i>PAR</i> <sub>i</sub> *	
	kg/árbol		kg/cm <sup>2</sup>		kg/m <sup>2</sup>	
<b>'Blackamber'</b>						
T1 - Testigo (3,1 m)	43,9 ± 0,87	a <sup>x</sup>	0,15 ± 0,00	a	4,6 ± 0,09	a
T2 - R. suave (3,1 m)	43,1 ± 0,97	a	0,16 ± 0,01	a	5,0 ± 0,09	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	41,0 ± 0,77	a	0,15 ± 0,00	a	4,3 ± 0,09	a
<b>'Friar'</b>						
T1 - Testigo (3,1 m)	64,8 ± 2,30	a	0,28 ± 0,01	a	7,4 ± 0,37	a
T2 - R. suave (3,1 m)	64,6 ± 2,16	a	0,28 ± 0,01	a	7,8 ± 0,32	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	62,8 ± 2,04	a	0,30 ± 0,01	a	7,6 ± 0,31	a

<sup>x</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio ± su error estándar. Valores ajustados por la carga frutal.

\*Fracción de *PAR* interceptada medido a cosecha.

### Peso de fruto

El peso de fruto fue respuesta a la carga frutal expresada en función del árbol, el ASTT y la radiación interceptada, con una respuesta lineal negativa (figuras 16; 17 y 18), para todas las expresiones de carga frutal, tratamientos y variedades. Se observa que a medida que aumenta la carga frutal el peso del fruto disminuye, dada la alta demanda de fotoasimilados por parte de ellos ante una baja oferta por parte de las hojas. Numerosos trabajos coinciden con estos resultados; es así como en durazneros Parra et al. (2014) reportaron en que a medida que aumentó la producción por árbol, el frutos fue más pequeño, coincidiendo con otros resultados obtenidos en la misma especie (Crisosto et al., 1997; Ojer y Reginato, 2002), damascos (Rojas, 2011), manzanos (Mesa, 2007), ciruelo japonés (Escobar, 2008); de allí la necesidad de ajustar la carga frutal mediante el raleo, con el propósito de producir frutos que el mercado requiere.

Al evaluar el peso de fruto ajustado por la carga frutal, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en 'Friar'. No así en 'Blackamber', que presentó diferencias entre los tratamientos extremos, cuando la carga se ajustó por frutos/árbol y frutos/m<sup>2</sup> PAR<sub>i</sub>, de tal forma que los frutos del repase fuerte fueron un 6,3% más pequeños que los del repase suave y un 7,4% que los del testigo (Cuadro 9). El menor tamaño de frutos del repase fuerte podría deberse a un aumento en el sombreado al interior del árbol, producto de un mayor vigor vegetativo, es decir, mayor número y altura de chupones. Al respecto, Robinson y Lakso (1991) sostienen que el menor tamaño de fruto es respuesta a un menor porcentaje de área foliar expuesta a una óptima iluminación, generando una menor eficiencia foliar, desviando recursos que pudieran ser destinados a la producción de frutos.

Cuadro 9. Peso promedio de fruto (g) ajustado por la carga frutal, expresada como frutos/árbol, frutos/cm<sup>2</sup> ASTT y frutos/m<sup>2</sup> PAR<sub>i</sub>, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés 'Blackamber' y 'Friar'.

Tratamiento	Peso de fruto (g) ajustado por					
	frutos/árbol		frutos/cm <sup>2</sup> ASTT		frutos/m <sup>2</sup> PAR <sub>i</sub>	
'Blackamber'						
T1 - Testigo (3,1 m)	110,38 ± 2,23	a <sup>x</sup>	108,57 ± 3,55	a	91,54 ± 2,19	a
T2 - R. suave (3,1 m)	109,13 ± 2,47	ab	110,71 ± 3,95	a	108,5 ± 2,37	ab
T3 - R. fuerte (2,7 m)	102,28 ± 6,61	b	104,53 ± 6,64	a	101,1 ± 2,53	b
'Friar'						
T1 - Testigo (3,1 m)	91,32 ± 6,61	a	97,25 ± 5,21	a	91,54 ± 5,96	a
T2 - R. suave (3,1 m)	95,18 ± 6,45	a	96,34 ± 5,12	a	100,98 ± 5,12	a
T3 - R. fuerte (2,7 m)	98,52 ± 6,61	a	100,33 ± 4,63	a	99,30 ± 4,95	a

<sup>x</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar. Valores ajustados por carga frutal.

\*Fracción de PAR interceptada medido a cosecha.

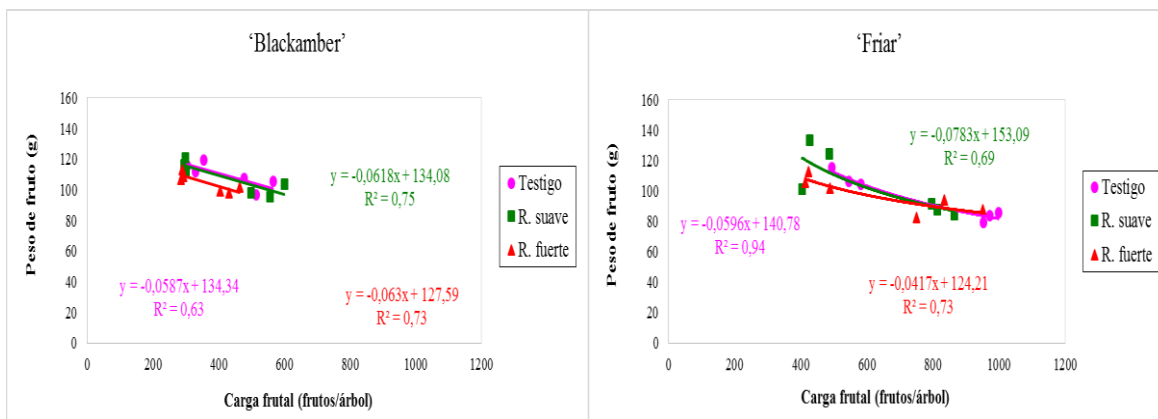


Figura 16. Tamaño de fruto (g) en función de la carga frutal, expresada como frutos/árbol, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés 'Blackamber' y 'Friar'.

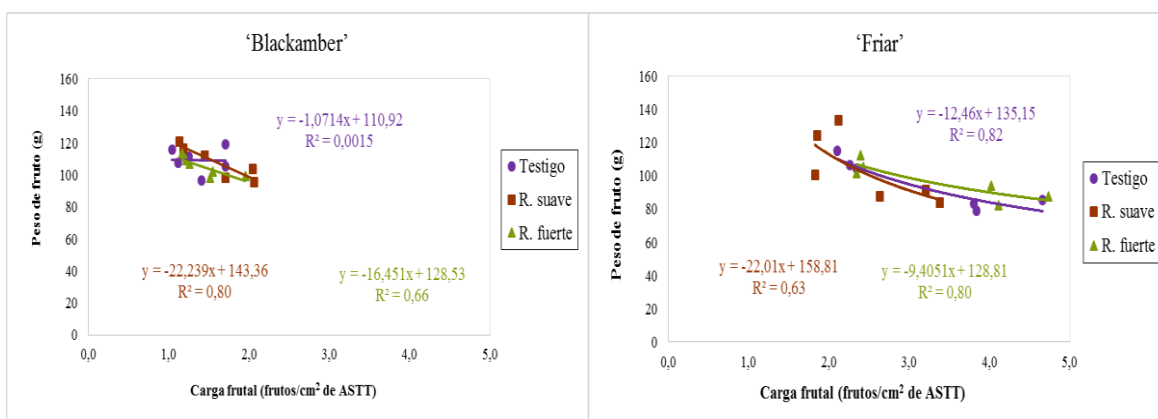


Figura 17. Tamaño de fruto (g) en función de la carga frutal, expresada como frutos/cm<sup>2</sup> de ASTT, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés 'Blackamber' y 'Friar'.

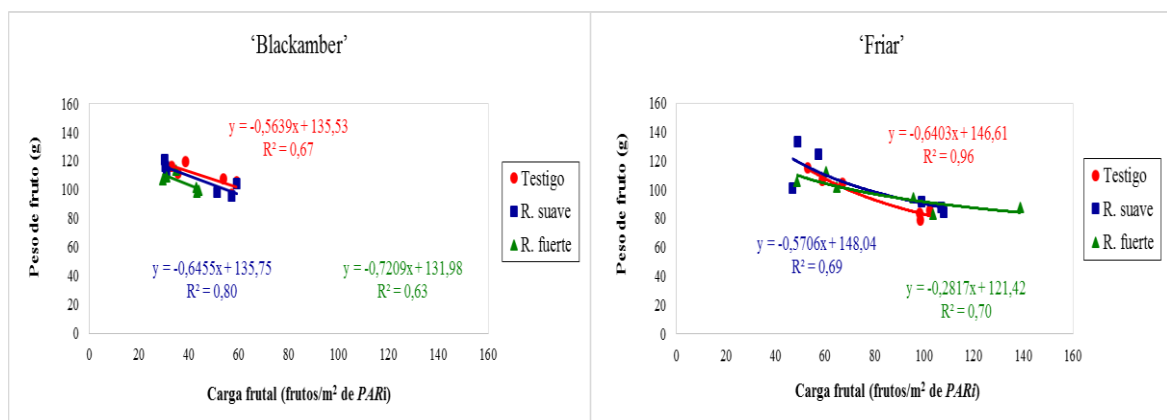


Figura 18. Tamaño de fruto (g) en función de la carga frutal, expresada como frutos/m<sup>2</sup> de PAR interceptado, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés 'Blackamber' y 'Friar'.

## Distribución de calibres

Los calibres exportables van a depender de la disponibilidad de futa de la temporada y las exigencias del mercado. En el presente ensayo, se categorizaron los calibres de acuerdo a los requerimientos de la empresa exportadora Frusan Ltda., y se clasificaron en tres grupos: calibre grande (40-56), medio (60-84) y precalibre; en ambas variedades se observó un patrón común en los porcentajes, no observando diferencias significativas para ninguno de los tratamientos en ambas variedades (Figura 19). Paralelamente, se observó que el grupo con mayor porcentaje de frutos fue el de calibre medio, con más del 60% de los frutos en todos los tratamientos y en ambas variedades. En ambas variedades se observó que a medida que se incrementa el peso de fruto, aumenta la proporción de calibres grandes, y disminuyen los calibres chicos. Sin embargo, por el rango de peso medio de fruto alcanzado en ‘Friar’, la respuesta es mucho más clara de cómo responde la proporción de calibres al peso medio de fruto (Figura 20).

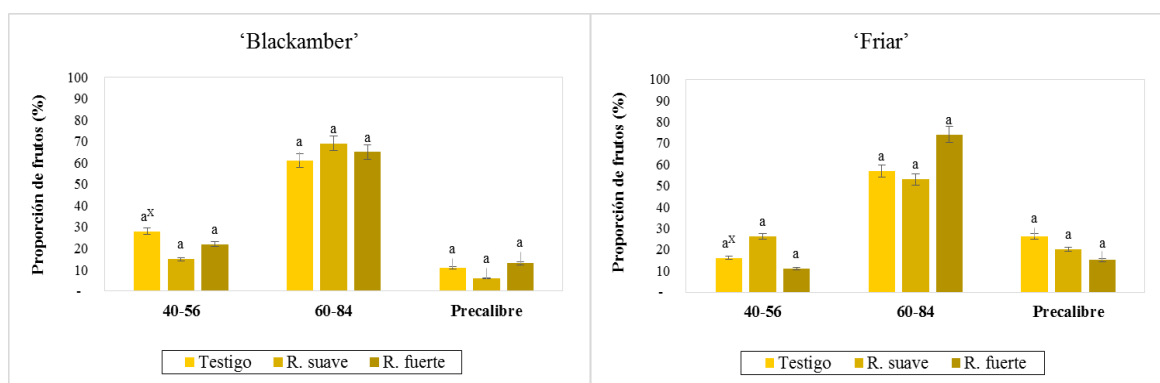


Figura 19. Proporción de frutos (%) para diferentes categorías de calibre, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

<sup>x</sup> Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ). En cada columna se presenta el valor promedio  $\pm$  su error estándar.

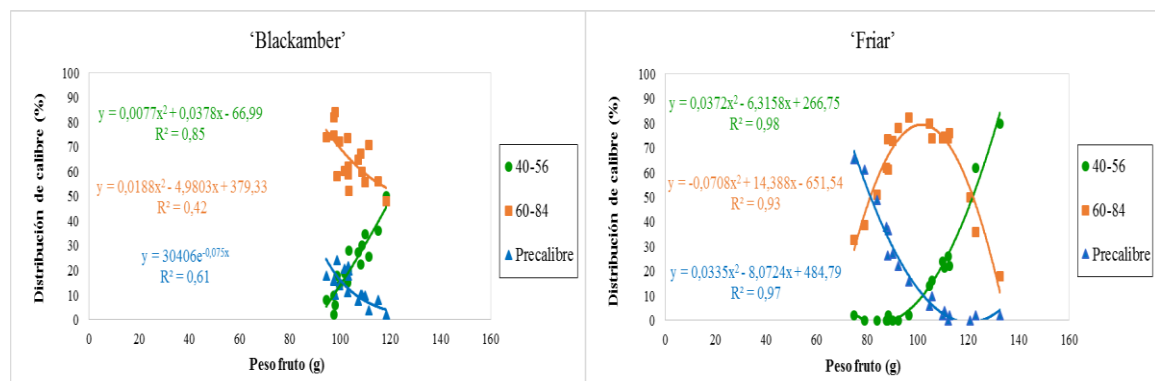


Figura 20. Proporción de calibres obtenidos a cosecha, en función del peso promedio de fruto, para tres tratamientos de poda en ciruelo japonés ‘Blackamber’ y ‘Friar’.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente estudio en ciruelo japonés, se puede concluir que:

La poda mecanizada, más un repase manual, reduce el tiempo de poda y el costo de la labor, respecto a una poda manual.

La poda mecanizada disminuye el tiempo de cosecha.

La intensidad de poda, dentro de los rangos usados, no afecta la producción de los árboles (kg/árbol), productividad (kg/cm<sup>2</sup> de ASTT y kg/m<sup>2</sup> de PAR<sub>i</sub>), tamaño de frutos (g) ni el área foliar total, pero sí el vigor vegetativo, el cual es mayor en árboles podados más intensamente.

## BIBLIOGRAFÍA

Akaike, H. 1974. A new look at the statistical identification model. *IEEE Trans. Auto. Control*, 19: 716-723.

Almarza, P. y D. Ortiz. 2007. Poda y órganos vegetativos en ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.). (Bol. Tec. N°11), Centro de Investigación Rayentué, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Rengo, Chile: INIA. 8p.

Arenas, F.; T. Prats y A. Hervalejo. 2012, jul. Guía sobre poda mecanizada en cítricos. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Sevilla, España: 10p.

Atenas, C. 2014. Caracterización del crecimiento del fruto y productividad de duraznos 'Bowen' y 'Kakamas'. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 46h.

Bates, T. and J. Morris. 2009, Apr-Jun. Mechanical cane pruning and crop adjustment decreases labor costs and maintains fruit quality in New York 'Concord' grape production. *Hort Technology*, 19 (2): 247-253.

Cabrera, A. 2006. Evolución del área foliar en interceptación solar de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) var. Ross a distintos niveles de carga frutal. . Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 30h.

Contuliano, D. 2011. Efecto de la poda de verano en olivos (*Olea Europea* L.) variedad Coratina. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 41h.

Crisosto, C.; R. Johnson; T. DeJong and K. Day. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience*, 32:820-823.

Cuneo, M. 1990. Caracterización del uso de la mano de obra en el proceso productivo de uva de mesa (*Vitis vinifera*) en un huerto y planta embaladora en la Provincia de San Felipe y Los Andes. Tesis Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso. 104h.

Dias, A.; J. Peça and A. Pinheiro. 2012. Long-term evaluation of the influence of mechanical pruning on olive growing. *Agronomy Journal*, 104(1):22-25.

Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.

Donoso, J.; P. Díaz y G. Lemus. 2008, ene. Situación actual de los frutales de carozo en la Región de O'Higgins. (Bol. Tec. N°18), Centro de Investigación Rayentué, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Rengo, Chile: INIA. 4p.

Escobar, C. 2008. Efecto de la carga frutal sobre el crecimiento vegetativo, productividad y tamaño de fruto en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Linl) var. Friar. Tesis Ingeniero Agrónomo y Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 56h.

FAO. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Yearbook 2005-2006. Washington D. C. 367.

García, F. y C. Valero. 2005. [En Línea]. La poda de viñedo. Opciones para su mecanización. Recuperado en: <[http://oa.upm.es/6280/1/Valero\\_26.pdf](http://oa.upm.es/6280/1/Valero_26.pdf)> Consultado el 01 de Agosto de 2013.

Giametta, G. and G. Zimbalatti. 1997. Mechanical pruning in new olive-groves. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68: 15-20.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2009. [En Línea]. Cambios estructurales en la agricultura chilena. Recuperado en: <[http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_agropecuarias/2009/07/cambios\\_e\\_structurales.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/2009/07/cambios_e_structurales.pdf)> Consultado el 04 de agosto de 2013.

Jara, A. 2010. Eficiencia de la mano de obra en dos tipos de packing de uva de mesa (mecanizado y convencional) en la Región Metropolitana: estudio de caso. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Economía Agraria y Administración. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 69h.

Jara, D. 2014. Efecto de la poda de rebaje de árboles adultos sobre la productividad y calidad de fruto en duraznero 'Carson'. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 27h.

Jorquera, N. 2012. Evaluación de la intensidad de raleo sobre la producción y calidad de fruto en variedades de durazno conservero. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 42h.

Krueger, W.; F. Niederholzer and E. Fichtner. 2013. Investigation of pruning strategies for dried plums including hand, mechanical and combinations. *Acta Hort*, 985:201-207.

Lemus, G. 2009. Poda en copa del duraznero. Modernizar la antigua práctica. (Bol. Tec. N° 24), Centro de Investigación Rayentué, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Rengo, Chile: INIA. 4p.

Lemus, G. y J. Donoso. 2007. La poda en árboles frutales de carozo. (Bol. Tec. N° 9), Centro de Investigación Rayentué, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Rengo, Chile: INIA. 8p.

Martínez de Toda, F. 1995. Mecanización integral del viñedo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 123p.

Mataix, E. y D. Villarrubia. 1999. Poda de Frutales: 1° la poda del ciruelo (*Prunus salicina* Lindl.). Generalitat Valenciana; Valencia, España. 102p.

Mesa, K. 2007. Efecto de la interceptación de la radiación solar y carga frutal sobre productividad y peso de fruto en manzanos var. Royal Gala. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 32h.

Mitrović M.; A. Leposavić.; M. Blagojević и R. Koprova. 2002. Mehanizovana rezidba jabuke. *Zbornik naučnih radova*, 8(3): 225-230.

Muñoz, C. 2008. Control de carga frutal en olivos variedad Coratina mediante poda de invierno. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 28h.

Odi, M. 2000. Efecto de la carga frutal y época de raleo sobre el peso del fruto y la productividad en manzano var. Braeburn. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 19h.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2013, ago. [En Línea]. Boletín frutícola. Avance agosto 2013. Recuperado en: <<http://apps.odepa.cl/articulos/MostrarDetalle.action;jsessionid=878E32B7BEA192750A2236552B932315?idcla=12&idn=2921>> Consultado el 01 de agosto de 2013.

Ojer, M. y G. Reginato. 2002. Efecto de la carga frutal en durazneros. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 34(1): 39-46.

Parra, R.; J. Jacobo.; J. Castro y J. Salmerón. 2014, jun. Intensidad de raleo y calidad de fruto en durazno cv Baby Gold 8. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(4): 549-559.

Raigón, J. 2012, jul. Conceptos sobre poda del ciruelo japonés. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). San Juan, Argentina: INTA. 9p.



Reginato, G. 2002. Aproximación teórica-cuantitativa a la densidad de plantación y a la evaluación del comportamiento de huertos de manzanos. *Revista Frutícola*, 23(3):93-96.

Reginato, G. y J. L. Camus. 1993, ene-dic. Efecto de la intensidad de poda y edad del árbol sobre la producción y crecimiento vegetativo del duraznero variedad Angelus. *Investigación Agrícola*, 13(1 y 2): 9-15.

Reginato, G.; V. García de Cortázar and T. Robinson. 2007a. Predicted crop value for nectarines and cling peaches of different harvest season as season as a function of crop load. *HortScience*, 42(2):239-245.

Reginato, G.; V. García de Cortázar; T. Robinson and J. Varela. 2007b. Crop load expressed in terms of intercepted photosynthetically-active radiation can be used as a covariate to compare peach tree performance. *Journal HortScience & Biotechnology*, 82(5):715-720.

Robinson, T. and Lakso, A. 1991. Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(2):188-194.

Rojas, E. 2011. Efecto de la carga frutal y la radiación solar sobre la productividad y tamaño del fruto en damascos 'Patterson', 'Castlebrite', 'Robada' y 'Supercot'. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 38h.

Sánchez, J. 2011, dic. Nuevas estrategias para un reposicionamiento más fuerte de la ciruela española. *Vida Rural*, 11(38):25-30.

Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6(2): 461-464.

Tapia, F. 2011. Efecto de la carga frutal y época de cosecha sobre la productividad y calidad de fruto en ciruelo europeo variedad D'Agen. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Producción Frutícola. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 37h.

Vial, M. 1993. Productividad de la mano de obra en frutales para la zona central de país. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 55h.

Wünsche J. and I. Ferguson, 2005. Crop load interaction in apple. *Horticultural Reviews*, 31:231-291.