



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS
MAESTRÍA EN CULTIVOS INTENSIVOS**

**Poda en verde del duraznero. Efectos sobre
el comportamiento vegetativo y reproductivo
de la planta**

Alumna: Marcela Emilce Weber
Director: Dr. Norberto Francisco Gariglio

Esperanza, abril de 2008.

Sé que en algún lugar del mundo, existe una rosa única, distinta de todas las demás rosas, una cuya delicadeza, candor e inocencia, harán despertar de su letargo a mi alma, mi corazón y mis riñones.

A esa rosa, donde quiera que esté, dedico este trabajo, con la esperanza de hallarla algún día, o de dejarme hallar por ella.

Existe... rodeada de amapolas multicolores, filtrando todo lo bello a través de sus ojos aperlados, cristalinos y absolutamente hermosos...

El Principito

Antoine de Saint-Exupéry

A mis rosas
Antonella, Lucas, Camila y Melina

ÍNDICE GENERAL

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Factores que modifican el tamaño final y el vigor de un árbol frutal	4
1.1.1 Control genético	4
1.1.1.1 Pie de injerto	4
1.1.2 Control cultural	5
1.1.2.1 Restricción hídrica y nutricional	5
1.1.2.2 Restricción del volumen edáfico y poda de raíces	6
1.1.2.3 Competencia de la vegetación	7
1.1.2.4 Poda	8
1.2 Importancia de la poda	8
1.2.1 Poda en seco	9
1.2.2 Poda en verde	10
1.3 Efectos de la poda en verde sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas frutales	11
1.3.1 Formación de la planta	11
1.3.2 Control del crecimiento vegetativo	11
1.3.3 Morfología de los ramos fructíferos	12
1.3.4 Inducción floral	13
1.3.5 Intercepción de luz	14
1.4 Efectos de la poda en verde sobre la fenología y el período de reposo	15

1.5 Efectos de la poda en verde sobre los costos de producción	16
1.6 Importancia Regional	17
1.7 Hipótesis de Trabajo	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Localización del ensayo	22
3.2 Material vegetal	23
3.3 Influencia de la poda en verde sobre el comportamientos de la planta de duraznero	24
3.3.1 Observaciones realizadas durante la estación de crecimiento en que se realiza la poda en verde	25
3.3.1.1 Distribución de la radiación en el interior de la copa, área foliar y concentración foliar de nitrógeno	25
3.3.1.2 Morfología de los ramos fructíferos	26
3.3.1.3 Tamaño de los árboles y crecimiento vegetativo	29
3.3.1.4 Patrón de ramificación, cantidad y distribución de los ramos fructíferos	30
3.3.2 Observaciones realizadas durante la estación de crecimiento posterior a la poda invernal	31
3.3.2.1 Fenología	31
3.3.2.2 Comportamiento reproductivo: intensidad de floración, cuajado de los frutos, tamaño de los frutos y rendimiento.....	33
3.4 Influencia de la poda en verde sobre la cantidad de material vegetal removido y la demanda de mano de obra.....	34
3.5 Poda en verde sin poda invernal complementaria.....	35
3.6 Diseño experimental	36
4. RESULTADOS	37
4.1 Distribución de la radiación en el interior de la copa y evolución del área foliar	38

4.1.1 Distribución de la radiación en el interior de la copa	38
4.1.2 Área foliar y relaciones foliares	39
4.1.3 Concentración foliar de Nitrógeno	42
4.2 Tamaño de los árboles	43
4.2.1 Área transversal del tronco y ramas principales	44
4.3 Características de los ramos reproductivos	46
4.3.1 Descripción	46
4.3.1.2 Chifonas.....	46
4.3.1.2 Ramos mixtos	47
4.3.1.3 Ramos vigorosos	49
4.3.2 Proximidad de los ramos fructíferos al eje principal	49
4.3.3. Cantidad y distribución en altura de los ramos reproductivos	50
4.3.3.1 Ramos reproductivos totales	50
4.3.3.2 Chifonas, ramos mixtos y ramos vigorosos	53
4.3.3.3 Estratificación de los ramos reproductivos	54
4.4 Producciones axilares de los distintos ramos fructíferos	55
4.4.1 Chifonas y ramos vigorosos	55
4.4.2 Ramos mixtos	57
4.4.2.1 Producciones axilares totales	57
4.4.2.2 Zonación de las producciones axilares	60
4.5 Fenología	62
4.5.1 Yemas de flor	62
4.5.2 Yemas de madera.....	63
4.5.3 Senescencia foliar	64
4.6 Comportamiento reproductivo	65
4.6.1 Intensidad de floración	65
4.6.2 Cuajado de frutos	66

4.6.3 Frutos	68
4.6.3.1 Frutos totales a cosecha	68
4.6.3.2 Distribución de los frutos en la planta	69
4.6.3.3 Tamaño de los frutos	71
4.6.4 Rendimiento	74
4.7 Material removido y demanda de mano de obra	76
4.7.1 Peso	76
4.7.1.1 Poda anual	76
4.7.1.2 Poda invernal.....	78
4.7.1.3 Poda de verano	80
4.7.2 Tiempos de poda	81
4.8 Poda en verde sin poda invernal complementaria.....	83
4.8.1 Crecimiento vegetativo	83
4.8.2 Componentes del rendimiento.....	85
4.8.2.1 Intensidad de floración y porcentaje de cuajado	85
4.8.2.2 Número y tamaño de los frutos	86
4.8.2.3 Rendimiento	87
5. DISCUSIÓN	88
5.1 Radiación incidente y superficie foliar.....	89
5.2 Tamaño de los árboles y crecimiento vegetativo	93
5.3 Producciones axilares	96
5.4 Reposo vegetativo y ruptura de la dormición	98
5.5 Componentes del rendimiento	104
5.6 Cantidad de material extraído y tiempos de poda	109
6. CONCLUSIONES	111
6.1 Poda invernal comparada con poda invernal + poda en verde	112
6.2 Poda en verde comparada con poda en seco	113

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1: Codificación utilizada para describir las producciones axilares, adaptado de Fournier <i>et al.</i> (1998).....	27
Cuadro 3.2: Estados fenológicos para el cultivo de duraznero, según la escala fenológica BBCH (Meiers <i>et al.</i> , 1994).....	31
Cuadro 4.1: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, número de nudos, largo de entrenudos y número de brotes anticipados de los ramos mixtos al final de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	40
Cuadro 4.2: Número de hojas, Área Foliar (AF), y Área Foliar por hoja (AF/hoja) en ramos mixtos de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1) o no (T0) a poda en verde. Datos obtenidos al final de la estación de crecimiento, previo al comienzo de la abscisión foliar.....	41
Cuadro 4.3: Efectos de la poda en verde sobre el peso de las hojas y las relaciones foliares al final de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.....	41
Cuadro 4.4: Efectos de la poda en verde sobre la altura y el ancho de las plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', al finalizar la estación de crecimiento.....	43
Cuadro 4.5: Efectos de la poda en verde luego de la cosecha sobre el incremento en el área transversal de ramas principales (SCA), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.....	46
Cuadro 4.6: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de chifonas, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.....	47
Cuadro 4.7: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) tratamiento de poda en verde.....	47
Cuadro 4.8: Efectos de la poda en verde sobre el número de ramificaciones, orden de ramificación, y longitudes máxima y mínima de	

ramificaciones de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) tratamiento de poda en verde.....	48
Cuadro 4.9: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) tratamiento de poda en verde.....	49
Cuadro 4.10: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de chifonas, ramos mixtos y ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidos (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.....	52
Cuadro 4.11: Efectos de la poda en verde sobre las producciones axilares de chifonas y ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometido (T1) o no (T0) a tratamiento de poda en verde.....	56
Cuadro 4.12: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de yemas reproductivas (Yr) y vegetativas (Yv), el número total de yemas (Yt) por metro, y el número de yemas reproductivas por metro y por nudo del eje principal, en chifonas y ramos vigorosos de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	57
Cuadro 4.13: Efectos de la poda en verde sobre las producciones axilares de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	58
Cuadro 4.14: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de yemas reproductivas (Yr) y vegetativas (Yv), las yemas totales (Yt) por metro, y las yemas reproductivas por metro y por nudo del eje principal, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	59
Cuadro 4.15: Efectos de la poda en verde sobre la relación entre la Intensidad de Floración (IF) y la cantidad de yemas totales (Yt) y reproductivas (Yr), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.....	60
Cuadro 4.16: Cantidad relativa de combinaciones con yemas accesorias, en las zonas proximal, media, y distal de los ramos mixtos de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	62
Cuadro 4.17: Influencia de la poda en verde sobre la fecha de ocurrencia de los distintos estados fenológicos de las yemas de flor del duraznero, cv. 'Flordaking', cultivado en la zona centro-este de Santa Fe (Argentina).	63
Cuadro 4.18: Efectos de la poda en verde sobre la Intensidad de Floración, en ramos mixtos de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0),	66

tratamiento de poda en verde.....	
Cuadro 4-19: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de cuajado de frutos, en ramos mixtos de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.....	67
Cuadro 4-20: Efectos de la poda en verde sobre el número total de frutos a cosecha, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.....	68
Cuadro 4-21: Efectos de la poda en verde sobre el número de frutos por rama y por centímetro de ramo mixto, y diámetro del fruto al momento del raleo, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.....	69
Cuadro 4-22: Efectos de la poda en verde sobre la distribución relativa de frutos en diferentes estratos (altura), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking'.....	71
Cuadro 4-23: Efectos de la poda en verde sobre el diámetro (cm) y el peso (grs) de frutos a cosecha, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.....	72
Cuadro 4-24: Efectos de la poda en verde sobre el rendimiento promedio de frutos (kg/planta), en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.....	75
Cuadro 4-25: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad de ramos del año, ramos de años anteriores y % de material de años anteriores extraídos en la poda anual, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.....	78
Cuadro 4-26: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad de ramos del año, ramos de años anteriores y % de material de años anteriores extraídos en la poda invernal, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.....	80
Cuadro 4-27: Total de material extraído, cantidad de material del año (mad. + 1), y de años anteriores (mad. + 1), y % de material de más de un año extraído en la poda de verano (% mad. + 1), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.....	81
Cuadro 4-28: Efectos de los diferentes sistemas de poda sobre el número de brotes y su longitud máxima; y sobre el número de hojas, el área foliar y el área foliar por hoja, en los ramos mixtos de plantas de duraznero, cv. 'Early Grande', durante la estación de crecimiento.	84
Cuadro 4-29: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos mixtos sobre la intensidad de floración y el cuajado de frutos, en plantas de duraznero cv. 'Early Grande'	85
Cuadro 4-30: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos mixtos sobre	

el número de frutos por planta y diámetro de los mismos a cosecha, en plantas de duraznero cv. 'Early Grande'.....	86
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Vista del Campo Experimental de Cultivos Intensivos (CECIF; UNL), donde se realizaron las experiencias de este trabajo experimental.....	23
Figura 3.2: Raleo (a) y rebaje (b) de ramos reproductivos	24
Figura 3.3: Fotografías que ilustran la codificación utilizada para describir las diferentes producciones axilares en ramos reproductivos del duraznero cv. 'Flordaking': a) combinaciones $X_1:1$ y $X_2:0$ (1-0) y 0-0; b) 2-0; c) y d) 2-1 en distinto estado fenológico; e) 2-2; f) combinaciones 3- X_2 y 4- X_2	28
Figura 3.4: Estadios BBCH del desarrollo de los frutales de hueso (Meiers <i>et al.</i> , 1994).....	32
Figura 4.1: Radiación, expresada como valor relativo respecto a la radiación incidente sobre la planta, medida en el interior de la copa de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.....	38
Figura 4.2: Porcentaje de Nitrógeno Foliar (%NT) en el duraznero, cv. 'Flordaking', durante la estación de crecimiento.....	42
Figura 4.3: Incremento anual del área transversal del tronco (TCA), en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.....	44
Figura 4.4: Relación entre la sección transversal del tronco (TCA) del tratamiento control y de las plantas podadas en verde (T0/T1), durante un ciclo de crecimiento.....	45
Figura 4.5: Número de ramas reproductivas totales previo a la poda invernal, en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.	50
Figura 4.6: Porcentaje de ramas totales previo a la poda invernal en el estrato basal (A1, hasta 1.5 m), el estrato medio (A2, entre 1.5 y 2.5m) y el estrato superior (A3, más de 2.5m), en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.....	51
Figura 4-7: Plantas no podadas en verde. Vista de la escasa cantidad de ramos reproductivos en los estratos de menor altura, en los meses	

de junio (a) y septiembre (b).....	52
Figura 4-8: Distribución de chifonas (a), ramos mixtos (b) y ramos vigorosos (c) en el estrato basal (A1, hasta 1.5 m), el estrato medio (A2, entre 1.5 y 2.5 m) y el estrato superior (A3, mayor a 2.5m) de plantas de duraznero cv. 'Flordaking', sometidos (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.....	54
Figura 4.9: Estratificación de los ramos reproductivos en altura, en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1) o no (T0) a tratamiento de poda en verde.....	55
Figura4-10: Porcentaje de las distintas combinaciones axilares, en la zona proximal (a), media (b), y distal (c) de ramos mixtos de plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.	61
Figura 4-11: Evolución del porcentaje de brotación al inicio de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	64
Figura 4-12: Porcentaje de defoliación de plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	65
Figura 4-13: Relación entre la intensidad de floración, y el porcentaje de cuajado de los frutos, en el duraznero, cv. 'Flordaking'.....	67
Figura 4-14: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de frutos en las distintas alturas, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	70
Figura 4-15: Efectos de la poda en verde sobre la evolución del diámetro de los frutos en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking'.....	73
Figura 4-16: Efectos de la poda en verde sobre el diámetro y el peso de los frutos a cosecha, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	74
Figura 4-17: Efectos de la poda en verde sobre el rendimiento acumulado al tercer año de estudio, en el duraznero cv. 'Flordaking'.....	76
Figura 4-18: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad total de material extraído en la poda anual, como promedio de dos años, y por período, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	77
Figura 4-19: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad total de material extraído en la poda invernal, como promedio de dos años, y por período, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	79
Figura 4-20: Efectos de la poda en verde sobre el tiempo insumido en la poda anual, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1), o no (T0) a tratamiento de poda en verde.....	82
Figura 4-21: Efectos de la poda en verde sobre el tiempo que demanda la	

poda invernal en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'.....	83
Figura 4-22: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos sobre el rendimiento de la planta de duraznero, cv. 'Early Grande'.....	87

RESUMEN

Poda en verde del duraznero. Efectos sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de la planta

En el cultivo de duraznero, la poda se ha realizado tradicionalmente durante el período de reposo invernal. Sin embargo, en durazneros precoces se plantea el interrogante de adelantar el reemplazo de los ramos reproductivos durante el prolongado período de tiempo existente entre la cosecha y el comienzo del reposo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la poda en verde luego de la cosecha sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de durazneros de bajo requerimiento de frío, cultivados en la zona centro-este de la provincia de Santa Fe.

Luego de la cosecha un grupo de plantas fue podado (T1), y otro grupo no se podó hasta el reposo vegetativo (T0), donde T1 también recibió una poda complementaria. Durante el último ciclo evaluado, se incorporó, entre otros tratamientos, la poda en verde sin poda invernal complementaria.

La eliminación de los ramos mixtos luego de la cosecha no produjo efectos negativos en el comportamiento vegetativo y en la producción de los durazneros, aunque retrasó la entrada en dormición y las etapas fenológicas comprendidas entre la floración-brotación y la cosecha. La poda en verde disminuyó la tasa de crecimiento de los árboles, mejoró la calidad y distribución de los ramos fructíferos y de los frutos dentro de la canopia, y favoreció la distribución de la demanda de mano de obra sin incrementar sus requerimientos anuales.

Por otra parte, la poda en verde sin poda en seco complementaria aumentó en por lo menos un 87% la producción de los árboles, a través de un aumento significativo del porcentaje de cuajado de los frutos, entre otras causas. Esta mejora del comportamiento reproductivo se tradujo en una disminución del crecimiento vegetativo de las plantas no podadas en invierno.

ABSTRACT

Green pruning of peach. Effects on the vegetative and reproductive behaviour of the plant.

Pruning is an important cultural technique of temperate fruit tree crops. Traditionally, it is done during winter but it also can be done during the growing season. In the central-east area of the Santa Fe province, early maturing peaches varieties are used, and there is a long vegetative growth season between harvest and leaf fall (up to 150 days). Thus, the renovation of the fruit-bearing stems after harvest to decrease the competition between the new branches and the ramification of the old ones may be evaluated as an alternative pruning technique.

After harvest, a group of plants were pruned (T1), whereas another group of plants remained without pruning until the winter rest (T0). During winter, both treatments received traditional pruning. Green pruning alone, without additional winter pruning, was evaluated as a new treatment during the last year.

Green pruning did not produce negative effects on the vegetative and reproductive behaviour of peach trees, but it extended the vegetative growth period during autumn, delaying leaf senescence and the enter on rest. Time of bloom, sprout, and harvest were also delayed by summer pruning during the next spring. Vegetative growth rate was significantly reduced by green pruning. Furthermore, green pruning improved the quality and distribution of the new mixed shoots and fruit inside the canopy. No modification of the annual requirement of labour force was observed, however, green pruning improve its distribution along the year. Green pruning alone, without additional winter pruning, increased at least 87% fruit production, mainly by its positive effect on fruit set. Consequently, a significantly decrease on the vegetative growth was observed in non-winter pruning plants.

1. INTRODUCCIÓN

PODA EN VERDE DEL DURAZNERO. EFECTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE LA PLANTA

1. Introducción

El **tamaño y la forma** de las plantas frutales son aspectos de gran importancia para el manejo de estos cultivos ya que influyen sobre el tiempo de ejecución de distintas técnicas culturales, como la poda, el raleo de frutos y la cosecha. Además, afectan la efectividad de los tratamientos fitosanitarios, la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa, la cantidad y distribución de los frutos dentro de la copa del árbol, la calidad de los frutos, y consecuentemente, los resultados productivos y económicos de la explotación (Miller, 1995; Day *et al.*, 2005). El crecimiento vegetativo excesivo genera un sinnúmero de inconvenientes, que abarcan aspectos fisiológicos (crecimiento y desarrollo de las plantas) y económicos (manejo del monte frutal). En el aspecto fisiológico, la necesidad de regular el crecimiento vegetativo excesivo y mantener un tamaño adecuado en los árboles frutales es bien conocida, y se fundamenta en una serie de factores, entre los cuales el más significativo es la relación existente entre el crecimiento vegetativo y la fructificación. Un crecimiento demasiado vigoroso disminuye la floración, y finalmente la fructificación (Day *et al.*, 1989; Forshey & Elfving, 1989; DeJong & Day, 1991), debido a la competencia que se establece entre el crecimiento vegetativo y el proceso de inducción floral (Cleland, 1969). Además, la formación de yemas florales se reduce por el aumento del sombreado en el interior de la copa (Taylor, 1988; Marini *et al.*, 1991; Miller, 1995). En manzano, una intensidad de radiación superior al 30% de la incidente sobre la canopia de la planta, son necesarias para una adecuada inducción y diferenciación de yemas florales (Cain, 1971). Este fenómeno explica por qué grandes áreas del interior de la copa de los árboles se pueden transformar en improductivas (Greene, 1999). Por otra parte, la calidad y la coloración de los frutos provenientes de árboles excesivamente vigorosos es menor (Miller, 1995), y su conservación es deficiente (Forshey *et al.*, 1992).

En el aspecto económico, la actual tendencia es el establecimiento de modelos intensivos, con rápida entrada en producción y mayor productividad por hectárea (Carra de Toloza, 2001), lo que permite recuperar rápidamente los costos de establecimiento de la plantación (Marini, 2001b). La necesidad de los fruticultores modernos de obtener una producción temprana, mediante el acortamiento de la fase improductiva de la plantación, y a la vez reducir las necesidades de mano de obra, implica la utilización de árboles pequeños, plantados en sistemas de alta densidad (Marini, 2001b; Miller & Tworkoski, 2003). Además, si bien la producción de frutos por árbol está directamente correlacionada con el tamaño del mismo (Furukawa, 1998), los árboles grandes tienden a producir menor cantidad de fruta por unidad de crecimiento vegetativo respecto a los árboles pequeños (Forshey *et al.*, 1992; Miller & Tworkoski, 2003). De esta manera, la productividad, medida como la relación entre la producción de fruta y el crecimiento vegetativo, es mayor en árboles pequeños, y por ende, en plantaciones de alta densidad injertadas sobre pie restrictivo (Furukawa, 1998). Los éxitos logrados con este tipo de plantaciones en manzana y pera han estimulado a productores e investigadores a desarrollar estos sistemas en otras especies, especialmente en duraznero (DeJong *et al.*, 1999).

El **tamaño final** de los árboles frutales puede ser modificado por numerosos factores, de los cuales el pie de injerto o patrón (Facteau *et al.*, 1996; Caruso *et al.*, 1997; Carrera & Gomez Aparasi, 1998; Guidoni *et al.*, 1998; Day *et al.*, 1999; Marini, 2001b) y la poda (Kappel *et al.*, 1997) son los más importantes a destacar. Sin embargo, otras técnicas como la aplicación de una restricción hídrica moderada y controlada (Ghrab *et al.*, 1998), la poda de raíces (Ferree & Knee, 1997; Khan *et al.*, 1998) o la competencia de la vegetación ubicada entre las hileras de las plantas frutales (Atkinson & White, 1980; Glenn & Welker, 1993), son técnicas complementarias a tener en cuenta para el control del crecimiento de los frutales.

1.1 Factores que modifican el tamaño final y el vigor de un árbol frutal

El crecimiento vegetativo puede ser regulado ambientalmente, genéticamente, o a través de técnicas culturales. Los factores ambientales (luz, temperatura, humedad) regulan el metabolismo de la planta, influyendo directamente en todos los aspectos del crecimiento y desarrollo (Miller & Tworkoski, 2003), pero son difíciles de modificar una vez elegido el sitio de la plantación.

1.1.1. Control genético

1.1.1.1. *Pie de injerto*

El control genético del crecimiento en árboles frutales puede ocurrir en el injerto, en el patrón, o mediante injertos “puente” (Miller & Tworkoski, 2003).

El uso de pies de injerto restrictivos o enanizantes es la manera más efectiva de controlar el tamaño de los árboles frutales y aumentar la densidad de plantas por hectárea. En el duraznero, el rendimiento está positivamente relacionado con esta variable (Taylor, 1988; Grossman & DeJong, 1998) al igual que en manzano (Khan *et al.*, 1998) y otros frutales (Lang, 2000). Por otra parte, los patrones restrictivos modifican la partición de asimilados entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, aumentando la productividad de las plantas (Marini, 2001b). Así, en el duraznero, cv. 'Flordaprince', el área foliar por planta, el índice de área foliar y la producción de materia seca de plantas injertadas sobre pie vigoroso duplicó al de aquellas plantas injertadas sobre pie de menor vigor, pero el índice de cosecha fue significativamente inferior (Caruso *et al.*, 1997). Estos autores demostraron que la competencia entre el crecimiento del tallo y los frutos reduce la tasa de crecimiento de los últimos. En el estado fisiológico de endurecimiento del carozo, la relación entre la producción de materia seca entre los órganos vegetativos y los frutos fue de 9:1 en las plantas injertadas sobre pie vigoroso, mientras que en las plantas injertadas sobre pie restrictivo esta relación disminuyó a 3:1. Esta mayor eficiencia reproductiva de las plantas injertadas sobre pie de injerto restrictivo es el principal motivo por el cual se tiende a plantaciones de muy alta

densidad, llegando en casos extremos hasta 5000 árboles por hectárea (Furukawa, 1998).

Por otro lado, los pies de injerto que estimulan el crecimiento vegetativo demoran más tiempo en alcanzar una producción aceptable de frutos y manifiestan un atraso en la fecha de cosecha (Guidoni *et al.*, 1998).

Mutaciones naturales y planes de mejoramiento en duraznero, cerezo, damasco y ciruela han resultado en una serie de pies de injerto enanizantes (Fideguelli *et al.*, 1984; Caruso *et al.*, 1997; Guidoni *et al.*, 1998), con los cuales el área foliar puede llegar a reducirse en hasta un 50-70 % (Guidoni *et al.*, 1998), pero estas especies han tenido menos éxito comercial que en el manzano. En duraznero, los pies de injerto restrictivos han dado, en la mayoría de los casos, muy poco resultado (Yoshikawa *et al.*, 1989; Reighard, 1997; Marini, 2001a), debido a que en esta especie el vigor propio del injerto es tanto o más responsable del efecto enanizante que el patrón (Layne *et al.*, 1976; citado por Miller & Tworkoski, 2003). Estos autores reportaron disminuciones significativas del diámetro del tronco en tres cultivares de duraznero, utilizando el pie restrictivo "Siberian C", pero más tarde, los mismos autores utilizando el cultivar "Redhaven" sobre el mismo pie, encontraron resultados diferentes.

Esta escasez de pies de injerto restrictivos con destacado uso comercial, disponibles para una amplia variedad de situaciones de cultivo (Day *et al.*, 1999; Weibel *et al.*, 2003), provoca que en montes de alta densidad se genere un excesivo número de ramificaciones vigorosas dentro de la copa (Marini & Sowers, 2000) que perjudican la realización de las labores culturales, aumentan el sombreado de las ramas internas y reducen la formación de yemas florales y la calidad de los frutos (Taylor, 1988; Marini *et al.*, 1991).

1.1.2. Control cultural

1.1.2.1. *Restricción hídrica y nutricional*

El manejo de la humedad edáfica puede utilizarse para regular el ritmo de crecimiento de los árboles frutales (Chalmers *et al.*, 1981). De esta forma, la

restricción hídrica, realizada durante el inicio de crecimiento del fruto, permite reducir la elongación de los tallos, con mínimos efectos en el tamaño final del fruto (Mitchell *et al.*, 1989). Por otra parte, en los durazneros precoces, un déficit hídrico moderado en post-cosecha, frena el crecimiento vegetativo reduciendo las necesidades anuales de poda (Larson *et al.*, 1988); sin embargo, en la zona central de Santa Fe este método no es posible de aplicar ya que las precipitaciones primavera-estivales son abundantes.

El control del crecimiento puede realizarse también a través de la aplicación selectiva de fertilizantes, pero en estos casos los resultados también son erráticos debido a las variaciones temporales y espaciales en la disponibilidad edáfica de nutrientes, y al ritmo de absorción de los mismos por parte de los árboles frutales (Miller & Tworkoski, 2003).

1.1.2.2. Restricción del volumen edáfico y poda de raíces

La restricción del volumen de suelo disponible para las raíces, y la poda de las mismas, son técnicas que propenden una reducción del sistema radicular, a través de la disminución de la absorción de nutrientes. Así, se induce un desbalance hormonal que afecta el crecimiento vegetativo (Webster *et al.*, 2000). Además, el cambio alométrico que se produce disminuye el crecimiento aéreo hasta que se logre reestablecer una relación raíces-vástagos adecuada (Miller & Tworkoski, 2003). La restricción del espacio disponible para las raíces ha sido aplicada en duraznero mediante la implantación de sistemas de alta densidad de plantas por hectárea (Williamson & Coston, 1990). Sin embargo, esta técnica al igual que la poda de raíces, presenta en muchos casos resultados poco satisfactorios en el control del crecimiento de la parte aérea (Miller & Tworkoski, 2003). La variabilidad en los resultados se debe fundamentalmente a la imprecisión de estas técnicas, y a la heterogeneidad de los ambientes edáficos. Así, Ferre (1989), encontró que la poda de raíces en árboles jóvenes de manzano redujo el crecimiento de los vástagos mientras que Glenn & Miller (1995), no observaron diferencias en la biomasa aérea del duraznero, al comparar tratamientos con o sin poda de raíces. Por otra parte, en cada caso es necesario definir y controlar la

severidad de la poda, la profundidad y la distancia desde el tronco (Schupp & Ferree, 1988). Esto implica que, a pesar de los posibles resultados en cuanto al control del vigor vegetativo, la poda de raíces aún no constituye una técnica factible de ser utilizada a escala comercial (Ferree & Rhodus, 1993).

1.1.2.3. Competencia de la vegetación

El establecimiento de coberturas vegetales temporales o permanentes entre las líneas de plantación, es otra forma de limitar el suministro de nutrientes y agua a los árboles frutales, resultando en una disminución en la densidad radicular de los mismos a medida que aumenta la densidad de raíces de las plantas escogidas como coberturas (Glenn & Welker, 1989; Parker *et al.*, 1993). Así, en duraznero, el tamaño del sistema radicular se reduce, y, consecuentemente, disminuye el tamaño de la copa, debido al equilibrio alométrico que exhibe esta especie entre la parte aérea y radicular (Tworkoski, 2000; Tworkoski & Glenn, 2001). La severidad de la competencia depende de la densidad y competitividad de las especies elegidas como cobertura (Miller & Tworkoski, 2003). Además, ciertas especies vegetales pueden liberar sustancias alelopáticas que inhiben el desarrollo de las plantas vecinas. Esto significa que la vegetación utilizada como cobertura puede interferir con el desarrollo de los árboles frutales a través de distintos mecanismos (Tworkoski, 2000). Sin embargo, como la competencia que se genera en un monte frutal puede establecerse en dos niveles, intra e interespecífico, el tamaño final de los árboles también es modificado por la densidad de plantas por hectárea. Reducciones en el diámetro del tronco y/o en el crecimiento de los vástagos se han reportado en manzano (Mika & Piskor, 1997), duraznero (Marini & Sowers, 2000; Carra de Toloza, 2001) y nectarinas (Loreti *et al.*, 1993), a medida que la densidad se incrementa.

De todas maneras, la eficacia de este método depende en gran medida de las condiciones edáficas y climáticas, y del tamaño de las plantas frutales cuando se implementa el sistema. En manzana, Merwin & Ray (1997) reportaron que la competencia puede resultar particularmente importante en la estación temprana, interfiriendo con el crecimiento y desarrollo de plantas jóvenes. Resultados

similares se obtuvieron en plantaciones de duraznero de moderada a alta densidad (Layne & Tan, 1988; Glenn *et al.*, 1996).

1.1.2.4. Poda

La poda es la técnica más utilizada para modificar la forma y el tamaño de los árboles frutales. Es tanto un arte como una ciencia (Tiscornia, 1996), que se fundamenta en el conocimiento de la fisiología de la planta y su desarrollo (Marini, 2003b)

1.2. Importancia de la poda

Varios autores (Li *et al.*, 1994; Sharma *et al.*, 1995; Marini, 2001a; Marini, 2002b; Marini, 2003a; Marini, 2003b; Striegler, 2003) sostienen que la poda anual es un aspecto crítico del manejo de las plantaciones frutales para lograr una estructura del árbol fuerte, capaz de sostener una alta carga de frutos; mantener el tamaño y la forma adecuada de los árboles, según el sistema de manejo seleccionado en cada caso; conseguir un balance apropiado entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, con el objetivo de obtener altos rendimientos de fruta de alta calidad todos los años; desarrollar una canopia abierta para una adecuada penetración de la luz y de los pesticidas; remover madera enferma o seca; conservar las ramas productoras cerca del esqueleto del árbol; ajustar parcialmente la carga antes de la floración, como una forma de reducir la intensidad del raleo post-floración.

La poda altera el crecimiento y desarrollo de las plantas a nivel de varios órganos (Génard *et al.*, 1998) y modifica el equilibrio metabólico entre el sistema radical y la parte aérea del árbol, reduciendo el número de brotes en crecimiento que actúan como destino de nutrientes y hormonas (Grochowska *et al.*, 1984). Uno de los principales efectos de la poda es la modificación del vigor de las plantas. En sí misma, es un proceso enanizante, pero el crecimiento es estimulado en la vecindad de los cortes que se realizan (Geisler & Ferree, 1984; Mika, 1986; Myers, 1990; Forshey *et al.*, 1992). Así, podas severas aumentan el vigor de los brotes

vegetativos y reducen la cantidad de yemas florales (Greene, 1999). Este efecto se debe a la producción de grandes cantidades de giberelinas en las hojas jóvenes y en los puntos de crecimiento (Jones & Phillips, 1966), que inhiben la inducción floral (Cleland, 1969) disminuyendo considerablemente la intensidad de floración del próximo año.

El crecimiento de los árboles luego de la poda está influenciado por factores que ejercen efectos directos e indirectos en la fisiología del árbol frutal. Esto determina que el resultado final de la poda sobre el tamaño y la forma del árbol, debe ser considerado en relación a su edad fisiológica, sus hábitos de crecimiento y fructificación, el estado de desarrollo de los órganos afectados, y el ambiente al cual el árbol está expuesto (Stiles, 1984; Marini, 1985). Así, la época del año en la cual la planta es podada, como así también la severidad y tipo de la poda realizada, producen reacciones diferentes en los árboles frutales (Black, 2003; Stephan *et al.*, 2007), afectando tanto el período de activo crecimiento de ramas luego de la poda, como la tasa de crecimiento de las mismas (Li *et al.*, 1994). De esta manera, la poda puede realizarse durante el período de reposo invernal (poda en seco), o durante el crecimiento vegetativo (poda en verde o de verano).

1.2.1. Poda en seco

Tradicionalmente, la poda se ha realizado durante el período de reposo invernal. Este tipo de poda (poda en seco) reduce el diámetro del tronco (Elfving, 1990) y el volumen de la canopia (Mika *et al.*, 1983), comparado con el mismo árbol no podado.

Generalmente, cuanto más severa es la poda mayor es el efecto enanizante en tronco, ramificaciones y tamaño final de la copa (Miller & Byers, 2000). Estos autores trabajando en duraznero, reportaron una disminución en el volumen de la copa de más del 20% cuando los árboles fueron podados severamente, en comparación con árboles no podados. Sin embargo, como esta práctica incrementa el nivel de fitohormonas promotoras del crecimiento en tallos, savia xilemática y floemática (Grochowska *et al.*, 1984), el vigor de los brotes se incrementa en la medida que la intensidad de poda aumenta, y el crecimiento de

nuevas ramas generalmente es mayor. Esto significa que, si bien la cantidad total de materia seca producida y el tamaño final de un árbol podado es menor al de uno no podado (Myers & Savelle, 1996), el vigor del crecimiento vegetativo es mayor, y puede afectar el desarrollo reproductivo y la fructificación.

De este modo, cuando se pretende controlar el tamaño de un árbol frutal con podas intensas en invierno, los resultados que se obtienen son: crecimiento vegetativo vigoroso en la parte superior de la canopia, escasa producción de ramas fructíferas en la parte interna y basal de la copa, atraso en la precocidad o entrada en producción de las plantas, y disminución en la calidad de la fruta, consecuencia de una menor penetración de luz (Li *et al.*, 1994). Este tipo de respuesta se observa tanto en plantaciones tradicionales de baja densidad, donde se pretende controlar la altura de la planta para evitar el uso de escaleras en los trabajos culturales, o en sistemas de alta densidad en los que no se dispone de pies enanizantes.

Por otra parte, la poda durante el receso vegetativo, requiere una alta cantidad de mano de obra en un período limitado de tiempo, por lo que este factor de la producción puede llegar a ser limitante.

1.2.2. Poda en verde

La poda en verde, o poda de verano, es aquella que se realiza durante el período de crecimiento vegetativo, y se efectúa generalmente como complemento y/o corrección de la poda invernal (Tiscornia, 1996). Muchos factores determinan la respuesta final de las plantas a este tipo de poda (Mika, 1986; Forshey *et al.*, 1992), siendo los principales el tipo de corte realizado (aclareo, rebaje), la época en la cual se realiza, y la severidad de la misma (Miller, 1982). Dada la gran influencia que la poda de verano ejerce sobre todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas frutales, los mismos serán discutidos en forma separada.

1.3. Efectos de la poda en verde sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas frutales

1.3.1. Formación de la planta

La poda de verano es una herramienta fundamental durante la etapa de formación de la planta (Marini, 2002b; Striegler, 2003; Herrera, 2004), ya que al eliminar precozmente ramas verticales o mal posicionadas, permite direccionar el crecimiento hacia las ramas seleccionadas para conformar el esqueleto del árbol (Marini, 2002b). Además, al incentivar la brotación en las ramas remanentes, permite que las plantas desarrollen mayor cantidad de ramificaciones. Así, es posible seleccionar las ramas que formarán el esqueleto en forma más anticipada, en relación al tiempo que insume este proceso en un sistema de poda invernal tradicional (Ingels *et al.*, 2002). Ingels & Dong (2000) sostienen que, más allá del método de conducción seleccionado, la poda de verano debe utilizarse para conducir los árboles jóvenes, ya que de esta manera se reduce el tiempo que requieren los mismos para llegar a plena producción.

1.3.2. Control del crecimiento vegetativo

Generalmente, se considera que la poda de verano ejerce una influencia mucho mayor que la poda de invierno sobre el control del crecimiento vegetativo y el tamaño final de las plantas, por lo cual es recomendada en sistemas de alta densidad de plantación (Mika, 1986; Grossman & DeJong, 1998; Striegler, 2003; Kuo-Tan & Lakso, 2004). Así, este tipo de poda permite disminuir el vigor de los brotes vegetativos (Tiscornia, 1996; Grossman & DeJong, 1998) y transformarlos en reproductivos (Furukawa *et al.*, 1992; Greene, 1999; Marini, 2003a; Marini, 2003b). Estudios en manzano (Myers & Ferree, 1983; Taylor & Ferree, 1984; Ferree & Rhodus, 1993), duraznero (Leuty & Pree, 1980), cerezo (Mika & Piatkowski, 1989; Flore, 1992; Kappel *et al.*, 1997), y ciruelo (Mika & Piatkowski, 1989) han demostrado que árboles podados en verano exhiben un menor tamaño que los árboles podados en invierno. De todas formas, existen estudios que indican que

muchos de los resultados son inconsistentes (Marini & Barden, 1982), o que los mismos pueden variar ampliamente, según las condiciones del ensayo. En manzano, Mika *et al.* (1983) y Taylor & Ferree (1984) han reportado una disminución del crecimiento de las ramificaciones luego de la poda de verano, mientras que en otros trabajos no se han obtenido diferencias entre los tratamientos con y sin poda (Ferree & Rhodus, 1993), o bien se ha incrementado el crecimiento vegetativo luego de la poda (Taylor & Ferree, 1984). Esto se debe a amplias variaciones en las condiciones experimentales (época de ejecución de la poda, severidad y tipo de corte realizado), y al vigor de la variedad utilizada (Marini, 1985).

1.3.3. Morfología de los ramos fructíferos

Los distintos sistemas de poda (en verde y en seco) pueden modificar la morfología de los ramos, alterando la proporción de nudos con yemas florales, la combinación de yemas florales con yemas vegetativas, y el grado de ramificación de los ejes.

Una precisa observación de los ramos mixtos de los frutales de carozo, revela diferencias en cuanto a longitud, diámetro, número de nudos y distribución de las producciones axilares a lo largo de dichas ramas (Nigond, 1968; Fournier *et al.*, 1998). Estas diferentes producciones axilares se traducen en distintas combinaciones de yemas florales y yemas vegetativas. De este modo, diferencias en la zonación de las producciones axilares de las ramas mixtas, ocasionan diferencias en la distribución de flores a lo largo de los vástagos fructíferos, influyendo directamente en el cuajado de los frutos (Fournier, 1996), en su calidad (Génard & Bruchou, 1992), y en el rendimiento de fruta (Pérez-González, 1993).

Por otra parte, descripciones cuali y cuantitativas de la dinámica de crecimiento de las ramas de duraznero, han puesto en evidencia la relación existente entre los procesos de alargamiento y de ramificación en una rama dada (Lauri, 1991). La ramificación evoluciona gradualmente en relación con el vigor de crecimiento del eje portador. La probabilidad de ramificarse o de continuar el crecimiento vegetativo terminal de una rama, depende del orden de ramificación de las ramas (Pagés *et al.*, 1993), el cual es modificado con los diferentes sistemas de

poda. El aumento de crecimiento de los ejes remanentes luego de la poda, para recrear una relación entre la parte aérea y el sistema radicular más funcional, está bien documentado (Webster & Shepherd, 1984; Rom & Ferree, 1985) y consiste en un cambio en la partición de asimilados en favor de los ejes secundarios (Génard *et al.*, 1998).

Así, la poda de verano ejerce su influencia sobre el desarrollo y la productividad a través del crecimiento de tallos y formación de yemas florales sobre las ramas podadas en verano (Phillips & Weaver, 1975; Shimamura *et al.*, 1987; Furukawa *et al.*, 1988), encontrándose estos procesos fuertemente ligados a la fecha de poda (Furukawa *et al.*, 1992). En cerezo, que normalmente fructifica sobre ramas de segundo año o en ramas cortas ubicadas sobre madera de varios años, la poda en verde permite incrementar la cantidad de frutos sobre madera de un año (Jacyna, 1992) y mejorar la calidad de los mismos (Faust, 1989). Esto también fue observado en manzano (Miller, 1982).

1.3.4. Inducción floral

En la producción de frutas, resulta obvio que todas aquellas prácticas de cultivo que favorezcan el desarrollo de las flores son indispensables para el éxito de las plantaciones (Gil-Albert Velarde, 1996; Guimond *et al.*, 1998). Así, el conocimiento del mecanismo desencadenante de la inducción y diferenciación floral resulta básico para influir en la cantidad de yemas florales presentes. Gil-Albert Velarde (1996) realizó una amplia revisión de las principales teorías sobre la formación de yemas de flor: las primeras hipótesis, de principio de siglo pasado, planteaban que la formación de flores dependía de la presencia en la planta de determinadas sustancias elaboradas en las hojas (teorías de Sachs, Muller-Thurgau, etc.). Luego, Klebs y otros relacionaron la inducción con un cierto equilibrio entre hidratos de carbono y sales nutritivas, hasta que en 1918, Kraus y Kraybill postularon su teoría, aceptada por largo tiempo, de que la inducción floral está claramente condicionada por la relación C/N del árbol. Trabajos posteriores de Hooker, Harley y Priestley demostraron la influencia de hormonas endógenas en la inducción, vinculadas a la presencia de reservas carbonadas suficientes.

En la actualidad, la hipótesis más aceptada vincula la formación de yemas de flor a un complicado equilibrio hormonal interno a nivel de la propia yema, sobre el que influyen factores ambientales, nutricionales, fisiológicos y energéticos (Gil-Albert Velarde, 1996). Así, la producción de flores en las especies frutales es un proceso continuo que se encuentra bajo el control de un inhibidor de la floración (Martínez-Fuentes *et al.*, 2004), siendo las giberelinas las hormonas más relacionadas a este proceso (Goldschmidt *et al.*, 1997).

Por otra parte, si bien en la práctica no es posible determinar exactamente cuando tiene lugar la inducción floral, sí puede suponerse a partir de los cambios en la sensibilidad de las yemas a los factores inhibidores, como las GAs, aplicadas exógenamente en diferentes momentos del ciclo de crecimiento anual (Agustí, 2004, González-Rossia, 2006); en nuestras condiciones climáticas, la época de inducción floral para durazneros de bajo requerimiento de frío se sitúa en los meses de noviembre y diciembre, luego de que las plantas son cosechadas.

El efecto de la poda en verde sobre la intensidad de floración presenta resultados contradictorios (Crasweller, 1999). Así, la poda aumenta la intensidad de floración en algunos ensayos realizados en frutales de carozo (Kesner *et al.*, 1981; Webster & Sheperd, 1984; Furukawa *et al.*, 1992; Guimond *et al.*, 1998; Marini, 2003b) y de pepita (Miller, 1982; Herrera, 2001; Marini, 2003b), y la disminuye en otros casos, como se menciona en experiencias llevadas a cabo con manzano (Forshey & Elfving, 1989). Distintos autores (Faust, 1989; Crasweller, 1999; Stephan *et al.*, 2007), coinciden en que la respuesta en floración y fructificación depende de la variedad, época y severidad de la poda.

1.3.5. Intercepción de la luz

La intercepción de la luz en la canopia es un aspecto clave en la producción de los árboles frutales, ya que influye sobre la tasa fotosintética de la planta (Génard *et al.*, 2000), el crecimiento vegetativo (Baraldi *et al.*, 1994) y la diferenciación de yemas florales (Rossi *et al.*, 1990). Además, afecta la calidad de la fruta, modificando el contenido de azúcares y ácidos (Marini *et al.*, 1991; Génard, 1992), la firmeza (Génard & Baret, 1994) y la coloración (Erez & Flore, 1986). Por

estas razones, la respuesta fenotípica a las distintas combinaciones ambientales, y la aclimatación de las hojas a ambientes particulares, resulta de vital importancia para un óptimo desenvolvimiento de las plantas en cada ambiente (Le Roux *et al.*, 2001). En duraznero, DeJong & Doyle (1985) encontraron que la aclimatación fotosintética depende fundamentalmente de cambios en la relación masa foliar/área foliar (M_a); o bien de su inversa, la relación área foliar/masa foliar (LAR) (Ray *et al.*, 2004). Otro factor que se correlaciona fuertemente con la capacidad fotosintética de las hojas es la concentración foliar de Nitrógeno (DeJong & Doyle, 1985; Evans, 1989), ya que más del 50% del total de N foliar se encuentra en el aparato fotosintético.

Por otra parte, la capacidad fotosintética del árbol podado en verde normalmente no decae a pesar de la disminución de su área foliar (Grochowska *et al.*, 1984), debido a que las hojas remanentes queden más expuestas a la luz solar, mejorando la eficiencia fotosintética global de la canopia. Así, en manzano, Mierowska *et al.* (2002), encontraron que la poda en verde realizada con el objetivo de disminuir el vigor en manzanos adultos, no disminuyó la fotosíntesis de los árboles, ya que las hojas fueron capaces de adaptarse a mayores exposiciones de luz directa en menos de dos semanas, dependiendo este lapso de la variedad considerada.

1.4 Efectos de la poda en verde sobre la fenología y el período de reposo

La fenología es la ciencia que trata de los fenómenos biológicos periódicos, como la brotación, la floración, la maduración del fruto, los cuales se relacionan directamente con los cambios estacionales a los que se encuentran sometidas las plantas (Agustí, 2004). Estos fenómenos proveen las herramientas para la interpretación de zonas climáticas y para la predicción de momentos de apariciones de plagas, o realización de determinadas prácticas culturales (Gil-Albert Velarde, 1996; Agustí, 2004). Además, su conocimiento permite extraer conclusiones con respecto al efecto de distintos tratamientos o técnicas aplicadas a los árboles frutales.

En las distintas especies frutales, la descripción de los estadios fenológicos comenzó a realizarse a partir de los años 40, atendiendo a descripciones morfológicas y anatómicas, pero recién en la década del '90 Meier y colaboradores (1994) lograron establecer los criterios de clasificación válidos para todas ellas.

Los efectos de la poda en verde sobre la fenología de los árboles frutales han sido poco estudiados, y los resultados que se encuentran en la bibliografía son dispares. Así, mientras algunos autores postulan que la poda de verano provoca retrasos en la floración en el almendro (Küden *et al.*, 1998), Raseira (1992) cita que esta práctica realizada en el duraznero, luego de la cosecha, presenta como desventaja una floración más precoz, lo cual en climas templados predispone a daños por bajas temperaturas.

En cambio, la poda invernal y su época de realización, tienen un marcado efecto sobre la fenología de la planta de duraznero. Así, la floración se adelantó en una semana en el duraznero, cv. 'Flordaprince', con podas tempranas respecto a plantas podadas más tarde en el invierno (George *et al.*, 1992). Por otro lado, la poda invernal estimula el crecimiento vegetativo al comienzo de la estación de crecimiento, afectando el cuajado de los frutos (Lam Yam, 1990). La poda también reduce la tolerancia al frío de los pistilos florales, evitando su re-aclimatación al frío, luego de un período de temperaturas elevadas durante el reposo (Durner, 1990), y este fenómeno se agrava aún más con podas cortas (Li *et al.*, 1994). De este modo, las plantas podadas serían más sensibles a las heladas tardías.

1.5 Efectos de la poda en verde sobre los costos de producción

Los costos de las labores manuales, tales como la poda, el raleo de los frutos y la cosecha, son sumamente significativos en comparación con los trabajos de mantenimiento general de la explotación, tales como el control de las malezas, las plagas y enfermedades, y la fertilización (DeJong *et al.*, 1999). La poda en verde permite una mejor distribución de la mano de obra demandada a lo largo del año, ofreciendo la opción de mantener un número constante de empleados al trasladar parte del trabajo estacional invernal al verano (Crassweller, 1999). Según DeJong y colaboradores (1999) y Marini & Sowers (2000), las evaluaciones de los sistemas

de poda no deberían centrarse sólo en aspectos fisiológicos y productivos (por ejemplo, rendimientos por sección transversal del tronco o por unidad de superficie), sino también en aspectos económicos, ya que éstos definen la eficiencia de los sistemas de manejo, y son los que establecen la viabilidad de los sistemas productivos.

1.6 Importancia regional

La poda en verde se ha utilizado tradicionalmente en el duraznero para el proceso de formación de la planta, para el control de chupones, o para mejorar la iluminación de los frutos previo a la cosecha. Sin embargo, nunca fue evaluado como un método de renovación de ramos mixtos en post-cosecha, con un criterio similar al de la poda en seco.

En la zona centro-norte de la provincia de Santa Fe, se utilizan durazneros de bajos requerimientos de frío, cuya cosecha se produce entre mediados de octubre y principios de diciembre. Consecuentemente, en estos cultivares, existe un prolongado período de crecimiento vegetativo entre la cosecha y la caída de las hojas, que en los cultivares más precoces llega hasta los 150 días. Esta situación conduce a preguntarse respecto a la conveniencia de renovar los ramos fructíferos luego de la cosecha, comparado con la situación tradicional de renovación y acortamiento de los ramos mixtos durante la poda invernal. De este modo, la eliminación apenas terminada la cosecha de las ramas que ya han fructificado puede mejorar la producción, en cantidad y calidad, de nuevos ramos mixtos al mejorar la iluminación del interior de la copa (Stebbins, 1997) y disminuir la competencia entre los nuevos ramos con el proceso de ramificación y crecimiento de los ramos que ya han fructificado. Así, se lograría una mejora en la distribución de los ramos fructíferos, aumentando no sólo la proporción de los mismos en la parte basal de la copa, sino también la de los insertos directamente sobre el esqueleto de la planta (Tiscornia, 1996).

Sin embargo, este tipo de poda en verde no ha sido evaluado en profundidad, y se desconoce su influencia sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de la planta de duraznero.

1.7 Hipótesis de trabajo

La poda en verde de durazneros precoces, es una técnica cultural que permite un temprano recambio de los ramos fructíferos, sin afectar, o incluso mejorando, el comportamiento vegetativo y reproductivo de la planta de duraznero. Por otra parte, es una práctica que no aumenta la demanda anual de mano de obra, a la vez que optimiza la distribución estacional de los trabajos, influyendo notoriamente en los costos de producción de las explotaciones.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar la influencia de la poda en verde, realizada luego de la cosecha, sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de la planta de duraznero.

2.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la poda en verde sobre:

- ✓ la distribución de luz en el interior de la canopia de la planta, y su evolución en el tiempo;
- ✓ la cantidad, calidad y distribución de los ramos fructíferos en los diferentes estratos de la planta;
- ✓ la morfología de los ramos fructíferos, en lo referente a la proporción de yemas vegetativas y fructíferas en sus nudos, como así también su longitud y ramificación;
- ✓ el tamaño de los árboles frutales;
- ✓ el tiempo de ocurrencia de las distintas etapas fenológicas del ciclo anual;
- ✓ el porcentaje de brotación, medido al inicio del crecimiento vegetativo;
- ✓ los componentes del rendimiento de la planta de duraznero;
- ✓ las modificaciones en el tiempo de poda y en la cantidad de material vegetal removido;
- ✓ la influencia de distintas alternativas de combinación de poda en verde y poda en seco.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del ensayo

Los ensayos se llevaron a cabo en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (CECIF, Fig. 3.1), ubicado a 6 km de la localidad de Esperanza, Santa Fe, Argentina (60°56'W, 31°25'S, altitud 40m s.n.m.).

El clima de la región centro este de la provincia de Santa Fe corresponde al tipo Cfa (templado húmedo sin estación seca con veranos muy calurosos) según la clasificación de Köpen (1931). La precipitación anual es de 938 mm (García *et al.*, 2002) y no se presenta un desfasaje importante entre los requerimientos de los cultivos y las lluvias, por lo cual no existe en la región déficit importante de agua (INTA, 1991). Los menores registros hídricos ocurren en los meses de invierno, y aproximadamente el 50% del registro anual se concentra en los meses de diciembre a marzo (INTA, 1991). La temperatura media anual es de 18.3°C; siendo julio el mes más frío, con una temperatura media de 11.56 °C y enero el más cálido, con una media de 24.8°C (García *et al.*, 2002). La humedad relativa media normal anual es de 73% (García *et al.*, 2002), y el viento es predominantemente del cuadrante este, con una velocidad media anual de 13.8 km h⁻¹ (SMN, 2000).



Figura 3.1: Vista del Campo Experimental de Cultivos Intensivos (CECIF, UNL), donde se realizaron las experiencias de este trabajo experimental.

En esta zona, el suelo se clasifica como Argiudol típico, serie Esperanza, caracterizado como profundo y bien estructurado, con buenos contenidos de materia orgánica, pero con una ligera limitación en los perfiles desarrollados en paisajes muy planos donde se incrementa el contenido de arcilla del horizonte B2t, lo cual dificulta la penetración en profundidad del agua y su economía (INTA, 1991).

3.2 Material Vegetal

Se utilizaron plantas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch), cv. 'Flordaking' implantadas en el año 1996, dispuestas en un marco de plantación de 5 X 5 m. El sistema de conducción empleado fue el de vaso tradicional, y tanto la fertilización, como el manejo sanitario y riego suplementario fue el adoptado en la producción comercial de la zona.

La carga inicial de frutos se reguló mediante raleo manual, dejando un fruto cada 15 cm de ramo mixto, de modo que la intensidad de aclareo fuera la misma en cada tratamiento.

3.3 Influencia de la poda en verde sobre el comportamiento de la planta de duraznero

Todas las plantas fueron podadas durante el período invernal (junio-julio), como se realiza tradicionalmente (poda en seco). La semana siguiente a la cosecha, un grupo de plantas permanecieron sin podar, mientras que otro grupo fue podado en verde, conformándose los siguientes tratamientos:

T0: control, sin poda en verde

T1: poda en verde, inmediatamente después de la cosecha (octubre, principios de noviembre, según los años).

La poda en verde consistió en el raleo (Fig. 3.2a) o rebaje (Fig. 3.2b) de los ramos mixtos sobre los que se cosecharon los frutos. La segunda opción (rebaje), se utilizó en aquellos casos en que no existía un brote del año de reemplazo cercano al ramo en cuestión. En todos los casos, se realizó despunte y/o eliminación de chupones y eliminación de ramas mal orientadas.



Figura 3.2: Raleo (a) y rebaje (b) de ramos reproductivos

Las observaciones se realizaron durante la estación de crecimiento en que se realizó la poda en verde y durante la siguiente estación de crecimiento, a partir de la brotación posterior a la poda en seco.

3.3.1 Observaciones realizadas durante la estación de crecimiento en que se realizó la poda en verde

3.3.1.1 *Distribución de la radiación en el interior de la copa, área foliar y concentración foliar de nitrógeno*

Luego de la poda de verano, y hasta mediados de febrero del año siguiente, se midió en forma periódica la radiación en el interior de la copa a una altura de 1.5 m del nivel del suelo, colocando un sensor integrador de flujo cuántico (LI – 190SA; LI-COR, Lincoln, Nebr.) en forma paralela a la hilera del cultivo. Las mediciones se realizaron al mediodía y la radiación se expresó en forma relativa respecto a la radiación incidente sobre la canopia del cultivo.

Las mediciones de área foliar se realizaron en dos momentos del año: una semana antes de la poda en verde y a mediados de febrero. Se seleccionaron al azar 8 ramos mixtos por planta, en cada uno de los tratamientos, y se les midió longitud, número de nudos, número de brotes (anticipados), número de hojas, y peso de la materia en base fresca y seca de las mismas. El Área Foliar (cm^2) fue evaluada con un medidor electrónico de área foliar LI – 3000; (LI-COR, Lincoln, Nebr.), mientras que el peso seco se obtuvo sometiendo las muestras a desecación en una estufa con circulación de aire a $65\text{ }^\circ\text{C}$, hasta peso constante.

En la segunda fecha, se calcularon las relaciones existentes entre el área foliar/número de hojas (AF/hoja), la masa foliar/área foliar (Peso Específico de la Hoja, *PEH*), con la finalidad de evaluar la aclimatación fotosintética (Le Roux *et al.*, 2001); y su inversa, la relación área foliar/masa foliar (Área Foliar Específica, *LAR*), para estimar las distintas estrategias de las plantas en lo referente a la optimización del proceso fotosintético (Ray *et al.*, 2004).

La concentración foliar de nitrógeno (% de NT), fue calculada como porcentaje del peso seco foliar, en ambos tratamientos. Para ello, se tomaron hojas distribuidas aleatoriamente dentro de la canopia, a una altura de 1.5 m, sacando la cuarta hoja a partir del ápice del ramo del año (Bermejillo *et al.*, 2006). Las extracciones se efectuaron luego de realizada la poda en verde, y a intervalos de tiempo regulares, hasta el mes de febrero, y posteriormente, la determinación de

Nitrógeno total se realizó sobre las muestras disecadas mediante el método micro-Kjeldhal, número 955.04 (A.O.A.C., 1990).

3.3.1.2 Morfología de los ramos fructíferos

Previo a la poda de invierno, una muestra de ramos fructíferos fué recolectada para realizar la descripción morfológica de los mismos. Se distinguió entre chifonas (ramos de un tamaño entre 10 y 30 cm de longitud), ramos mixtos (entre 30 y 70 cm de longitud), y ramos mixtos vigorosos (ramos de más de 70 cm de longitud, en adelante ramos vigorosos). En el año 2002, 20 ramos de cada clase fueron extraídos aleatoriamente de los cuatro cuadrantes de cada planta, a una altura de 1.5 m. En el año 2003, las observaciones se realizaron únicamente sobre las ramos mixtos. En todos los casos, se midió longitud (cm), diámetro (cm), y número de nudos.

Para la caracterización de los ramos fructíferos se utilizó la metodología descrita por Fournier y colaboradores (1998), que consiste en determinar dos variables en cada uno de los nudos. En esta terminología, las variables X_1 - X_2 describen el tipo de yemas presentes; la primer variable (cualitativa), X_1 , tiene en cuenta la actividad meristemática axilar, mientras la segunda variable (cuantitativa), X_2 , tiene en cuenta el número de yemas florales laterales asociadas a la yema axilar (Cuadro 3.1 y Fig. 3.3). Así, la rama es descrita o codificada según estas dos variables. La descripción de los nudos se realizó desde la base al ápice de la rama.

Además, se calculó el porcentaje de yemas reproductivas y el porcentaje de yemas vegetativas que presentó cada tratamiento, como también el número de yemas totales y de yemas reproductivas por metro y por nudo, relacionando los datos obtenidos con la longitud y el número promedio de nudos del eje principal. Por otra parte, en los ramos mixtos, la cantidad total de yemas y la cantidad de yemas reproductivas se relacionaron con la Intensidad de Floración (IF), para estimar las relaciones Intensidad de Floración/Yemas totales (IF/Yt), e Intensidad de Floración/Yemas reproductivas (IF/Yr).

Cuadro 3-1: Codificación utilizada para describir las producciones axilares de los ramos fructíferos del duraznero, adaptado de Fournier *et al.* (1998)

Variable	Código	Significado
X1	0	Nudo ciego (sin brotes ni yemas)
	1	Yema floral
	2	Yema vegetativa
	3	Rama anticipada corta (1-3 hojas)
	4	Rama anticipada larga (más de 4 hojas)
X2	0	Sin flores laterales
	1	Una flor lateral
	2	Dos flores laterales

X1 = variable cualitativa, describe la actividad meristemática axilar

X2 = variable cuantitativa, considera el número de yemas florales accesorias laterales asociadas a la yema axilar



Figura 3.3: Fotografías que ilustran la codificación utilizada para describir las diferentes producciones axilares en ramos reproductivos del duraznero cv. 'Flordaking': a) combinaciones $X_1:1$ y $X_2:0$ (1-0) y 0-0; b) 2-0; c) y d) 2-1 en distinto estado fenológico; e) 2-2; f) combinaciones 3- X_2 y 4- X_2 .

Luego, tomando nuevamente aspectos de Fournier *et al.* (1998), se procedió al estudio sectorizado de los distintos ramos. Para ello, el ramo fructífero fue dividido en tres zonas: proximal, media y distal, según el número de nudos totales. En este caso, las combinaciones analizadas fueron nudo ciego (0-0), yema

reproductiva solitaria (1-0), nudo con dos yemas (2-X), y nudo con eje siléptico. Finalmente, para completar el análisis anterior, se contabilizó la cantidad de yemas laterales reproductivas que presentaron las combinaciones 2-X (que incluía a 2-0, 2-1 y 2-2), y ejes silépticos (que abarcaba a 3-0, 3-1, 3-2, 4-0, 4-1 y 4-2).

3.3.1.3 Tamaño de los árboles y crecimiento vegetativo

El volumen de la copa es calculado frecuentemente utilizando las medidas de altura y ancho de la misma, mediante la fórmula $\frac{4}{3} ab^2$, en la que “a” se refiere al eje mayor de la copa, y “b” al eje menor (Westwood, 1978). Otra metodología consiste en emplear las medidas de tamaño de la copa para calcular el volumen de la canopia (dm^3) asumiendo un canopeo con forma cónica circular (Giorgi *et al.*, 2005). En el presente trabajo, debido a que la forma y el tamaño de los árboles estuvieron fuertemente influenciados por el tratamiento de poda, las dimensiones de los mismos se infirieron a través de las mediciones de su altura y ancho. Los datos fueron recolectados con anterioridad a la poda invernal.

Para la evaluación del crecimiento vegetativo se adoptaron algunos aspectos de la metodología descrita por Weibel *et al.* (2003), quien menciona la sección transversal del tronco, el número de ramas terminales y laterales, el largo total de rama y el largo de entrenudos, como los indicadores más importantes. Así, se tomó el diámetro del tronco a 20 cm del suelo y los diámetros basales de las distintas ramas que conforman el esqueleto de la planta. Las mediciones del diámetro del tronco se iniciaron en mayo de 2003 y se continuaron a lo largo de la estación de crecimiento, hasta mayo de 2004. Los diámetros basales de las ramas principales se midieron únicamente en mayo de 2003 y mayo de 2004. La sección transversal del tronco (TCA, trunk cross-sectional area) y de las ramas principales (SCA, scaffold cross-sectional area) se calcularon posteriormente asumiendo un tronco circular, y se estableció el incremento anual en cada una de las variables analizadas.

3.3.1.4 Patrón de ramificación, cantidad y distribución de los ramos fructíferos

La descripción de la calidad de los distintos ramos fructíferos se realizó siempre con anterioridad a la poda invernal. En primer lugar se midió la longitud (cm), diámetro (cm), número de nudos y longitud de entrenudos de 10 chifonas, 10 ramos mixtos y 10 ramos vigorosos por planta. Para chifonas y ramos vigorosos, el análisis se acotó a un ciclo de crecimiento, mientras que en ramos mixtos, el mismo abarcó 3 períodos consecutivos.

El patrón de ramificación, entendido como el número de ramificaciones y el orden de ramificación alcanzado, fue evaluado en una oportunidad en ramos vigorosos y mixtos. En este último tipo de ramo productivo, se registraron además las longitudes máximas y mínimas que alcanzaron las ramificaciones, y la ubicación más frecuente de las mismas (basales o terminales), considerando como ubicadas en posición basal a aquellas encontradas dentro de los 20 cm próximos a la inserción de la rama al esqueleto del árbol. Por último, se registró la evolución de la brotación en las yemas axilares de los ramos mixtos durante un ciclo de crecimiento vegetativo, desde el mes de octubre de 2003 a mayo de 2004.

La proximidad de los ramos fructíferos al eje principal se evaluó únicamente sobre los ramos mixtos, al año de comenzados los tratamientos de poda. Para ello se contó la cantidad de ramos insertos directamente en el esqueleto de la planta, y su valor se expresó en forma relativa al total de ramos mixtos presentes.

La cantidad, tipo y distribución de los ramos reproductivos, se analizó desde 2001 a 2004. En todos los casos la evaluación se efectuó durante el reposo vegetativo, con anterioridad a la poda invernal. Se consideraron tres estratos de altura: A1: estrato inferior, hasta una altura de 1.5 m; A2: estrato medio, desde 1.5 m hasta 2.5 m de altura; A3: estrato superior, a partir de 2.5m. Cada año, se contabilizó el total de ramas reproductivas del árbol y se las clasificó según su tipo (chifonas, mixtos y vigorosos) y su ubicación en altura, calculándose posteriormente los valores relativos. Finalmente, se elaboró la conformación final de cada uno de los estratos de altura.

3.3.2 Observaciones realizadas durante la siguiente estación de crecimiento, posterior a la poda invernal

3.3.2.1 Fenología

Las observaciones se realizaron sobre 20 ramos mixtos por planta, elegidos al azar y distribuidos en los cuatro cuadrantes de la copa y a una altura de 1.5 m, a las cuales se les midió la longitud y el número total de nudos.

Cuadro 3-2: Estados fenológicos para el cultivo del duraznero, según la escala fenológica BBCH (Meiers *et al.*, 1994).

Estado Fenológico	Símbolo BBCH
Botón verde	53
Botón rosa	57
Inicio Floración	60
Inicio Brotación	10
Plena Floración	65
Inicio Cuajado	67
Cuajado	69-72
Cosecha	87
Inicio Defoliación	93

Se registró la ocurrencia de las distintas etapas fenológicas, desde el final del reposo invernal hasta el inicio de defoliación, utilizando la escala fenológica BBCH (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry), para

frutales de carozo (Meiers *et al.*, 1994, Fig. 3.4). Los distintos estados de crecimiento evaluados se describen en el Cuadro 3.2.

Durante dos ciclos consecutivos, se efectuó un seguimiento de la defoliación, desde el estado fenológico de inicio de defoliación (93 en la escala BBCH), hasta el 100% de defoliación. Además, se analizó el patrón de brotación de los distintos tratamientos de poda, a partir de la fecha considerada como inicio de brotación (símbolo 10 de la escala BBCH). En cada observación, se contó el número de nudos brotados, repitiéndose el recuento cada 10 días, durante 50 días posteriores al inicio de brotación. El % de brotación se calculó considerando los nudos brotados en relación al total de nudos de cada ramo fructífero.



Figura 3-4: Estadios BBCH del desarrollo de los frutales de hueso (Meiers *et al.* 1994).

3.3.2.2 Comportamiento reproductivo: intensidad de floración, cuajado de los frutos, tamaño de los frutos y rendimiento

Sobre los ramos seleccionados, se midieron la cantidad de flores y/o frutos presentes en forma semanal. Se calculó la intensidad de floración, expresada como el número máximo de flores alcanzado por metro de ramo mixto. El porcentaje de cuajado, se expresó como la relación existente entre el número de frutos al momento del raleo de frutos y el número máximo de flores que presentó el ramo en cuestión. Por último, se verificó la relación entre la intensidad de floración y el cuajado de los frutos.

Las mediciones que involucraron a los frutos, se prolongaron a lo largo de tres períodos, a partir del año 2001. En todos los casos, se consideró el número total de frutos a cosecha que presentó cada tratamiento, como así también su distribución en altura, según lo descrito en el ítem 3.3.1.4. Adicionalmente, se contó la cantidad de frutos por rama al momento de raleo, y el diámetro promedio que presentaban los mismos en ese momento.

Además, se seleccionaron 15 frutos por árbol, distribuidos aleatoriamente en la copa, y semanalmente se registró la evolución del diámetro de los mismos hasta la cosecha, mediante la utilización de un calibre digital. En ese momento, se analizó la distribución de los frutos según su calibre (mm) y su peso (g).

Por último, con la totalidad de los datos obtenidos en el año 2002 de las variables diámetro y peso unitario de los frutos, se calculó una fórmula de correlación, para poder estimar el peso de los frutos en los restantes períodos. Así, la fórmula obtenida fue:

$$Y = 37.558X - 122.58$$

donde Y = peso (gr)

X = diámetro (cm)

Con la integración de las variables peso y número de frutos, se llegó al cálculo (o estimación, según el período) del rendimiento medio por planta y por tratamiento, según la fórmula:

Rendimiento (kg/planta) = peso promedio fruto (kg/fruto) X número promedio de frutos por planta (frutos/planta)

3.4 Influencia de la poda en verde sobre la cantidad de material vegetal removido, y la demanda de mano de obra

Durante dos años, se cuantificó la cantidad de material extraído en las distintas épocas de poda. Para el control (T0) se consideró la poda invernal, mientras que para el tratamiento podado en verde (T1), el material total se formó con lo extraído en la poda invernal más el material extraído durante la poda en verde. La madera extraída fue clasificada como madera nueva (brotes del año en la poda en verde, o ramos fructíferos en la poda de invierno) o madera del año anterior (componentes perennes, de más de un año), y se calculó el porcentaje de madera de años anteriores que se extrajo en cada fecha de poda. El material podado fue pesado en verde y en seco, expresándose de esta forma los resultados en base fresca o seca, respectivamente. Para este último caso, se tomaron muestras de cada tipo de material, las cuales fueron sometidas a 65 °C en estufa con circulación de aire, hasta peso constante. Adicionalmente, en la poda en verde, el material podado se separó en hojas y ramas.

El tiempo de poda de cada tratamiento fue registrado en tres oportunidades. En el control (T0), se cronometró el tiempo de poda en seco. En el tratamiento de poda en verde (T1), se cronometraron los tiempos de poda en verde y en seco, calculándose el tiempo total mediante la suma de ambas operaciones. La poda fue realizada por dos personas, y fueron los mismos operarios quienes repitieron las podas en verde y en seco. Los resultados se expresaron en minutos, y como si el trabajo fuera realizado por un solo operario.

3.5 Poda en verde sin poda invernal complementaria

En toda la metodología descrita, se comparó la poda en seco con la poda en verde complementada con la poda en seco. Durante el último ciclo considerado (2007-2008) se llevó a cabo un ensayo adicional que abarcó distintas fechas y métodos de poda fechas de poda, quedando conformados los siguientes tratamientos:

T0: control, poda invernal

T1: podado en verde, luego de la cosecha, más poda invernal

T2: poda invernal, sin rebaje

T3: podado en verde, luego de la cosecha, sin poda invernal

Se utilizaron plantas del cv, 'Early Grande', de idénticas características a las descritas anteriormente, y el estudio se centralizó sólo en algunos aspectos del comportamiento de las mismas, en la estación de crecimiento posterior a la que se efectuó la poda de verano. Se analizaron la longitud de los ramos mixtos, el número de hojas y el AF previo a la cosecha en el mes de octubre, coincidiendo con la etapa de activo crecimiento de los frutos; y el número y diámetro de frutos a cosecha. La fórmula de correlación utilizada para calcular el peso de los frutos fue en este caso:

$$Y = 52.836X - 216.68$$

donde Y = peso (gr)

X = diámetro (cm)

Al igual que en la experiencia anterior, con la integración de las variables precedentes se estimó el rendimiento medio por planta, en cada uno de los tratamientos.

3.6 Diseño Experimental

El período de estudio comprendió los años 2001-2007. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 5 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental la constituyó un árbol.

El cálculo de los valores promedio y de los errores estándar de dos o más años de estudio, se realizó sobre el conjunto de datos correspondientes a las repeticiones de cada año.

Los datos fueron procesados en el software Statgraphics plus for Windows 3.1 (Statistical Graphics Corp). A cada una de las variables se le efectuó un Análisis de Varianza, utilizándose el test de rangos múltiples de LSD para la separación de medias. Para establecer diferencias entre los tratamientos, se fijó un nivel del 5% (p 0.05).

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Distribución de la radiación en el interior de la copa y evolución del área foliar

4.1.1 Distribución de la radiación en el interior de la copa

La radiación medida en el interior de la copa, expresada como porcentaje de radiación incidente sobre la planta, mostró diferencias significativas entre tratamientos en la observación inmediata posterior a la poda en verde (Fig. 4.1). La diferencia se mantuvo hasta mediados de febrero (83 días posteriores a la poda), presentando el tratamiento podado (T1) valores significativamente mayores respecto al control (T0) (Fig. 4.1).

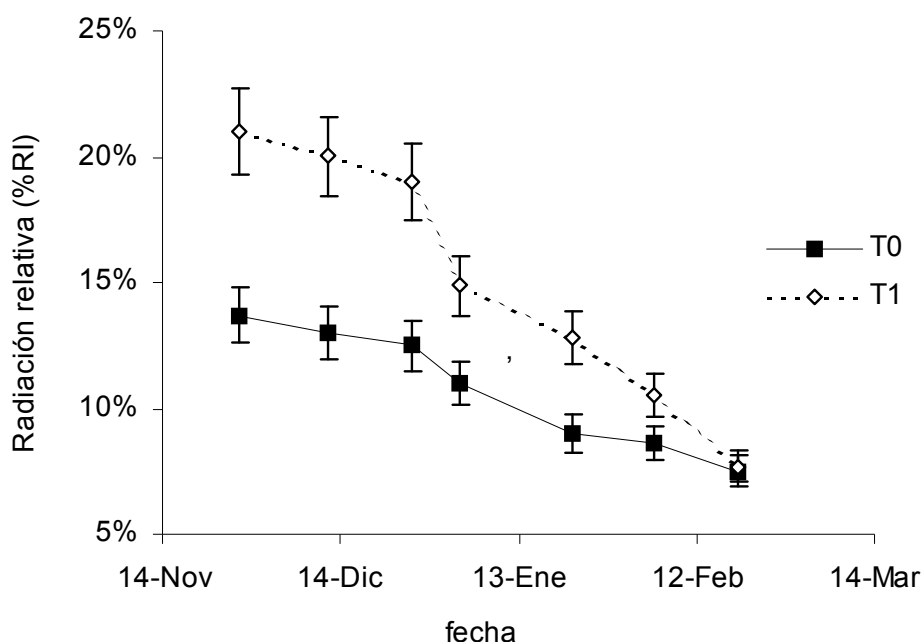


Figura 4.1: Radiación, expresada como valor relativo respecto a la radiación incidente sobre la planta, medida en el interior de la copa de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde. Las barras representan el E.S. de la muestra.

Las diferencias entre los tratamientos fueron máximas desde la primera semana de diciembre hasta la primera semana de enero (Fig. 4.1). Luego, la pendiente de disminución de la radiación medida en el interior de la copa de ambos tratamientos se hizo más marcada en el período comprendido entre la primera semana de enero y la primera semana de febrero, momento durante el cual se produjo la compensación del AF eliminada, en el tratamiento podado en verde.

A fines de febrero comenzó la senescencia foliar del tratamiento control, mientras que este proceso se retrasó en las plantas podadas en verde. De esta manera, la radiación en el interior de la copa fue mayor en el control a partir de esa fecha (datos no presentados).

4.1.2 Área foliar y relaciones foliares

Al momento de la poda en verde, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la longitud de los ramos mixtos, el número de nudos, el número de brotes y el área foliar (datos no presentados). Del mismo modo, los tres primeros parámetros citados, evaluados al final de la estación de crecimiento, tampoco manifestaron divergencias significativas (Cuadro 4.1). En cambio, el número de anticipados (ramos originados a partir de yemas formadas durante la estación de crecimiento) se duplicó como consecuencia de la poda en verde (Cuadro 4.1), evidenciando distintos patrones de ramificación entre ambos tratamientos

Cuadro 4.1: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, número de nudos, largo de entrenudos y número de brotes anticipados de los ramos mixtos al final de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Longitud (cm)	Número de nudos/metro	Long. de entrenudos (cm)	Número de anticipados/metro
T0	33.70 ± 1.65 ^z	58.70 ± 1.98	1.84 ± 0.08	1.09 ± 0.35
T1	31.16 ± 1.30	59.62 ± 3.31	1.88 ± 0.11	2.34 ± 0.62
ANOVA	Ns	ns	ns	*

^zLos valores representan el valor de la medición ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Por otra parte, el número de hojas y el AF de las ramas seleccionadas mostró diferencias significativas entre los tratamientos, presentando las plantas podadas en verde un 30% más de hojas y un 24% más de AF, sin que la relación AF/hoja difiera significativamente entre los tratamientos (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2: Número de hojas, Área Foliar (AF), y Área Foliar por hoja (AF/hoja) en ramos mixtos de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1) o no (T0) a poda en verde. Datos obtenidos al final de la estación de crecimiento, previo al comienzo de la abscisión foliar.

Tratamiento	Número de Hojas ^z	AF (cm ²)	AF/hoja (cm ² /hoja)
T0	26.80 ± 2.02 ^y	686.29 ± 65.60	25.14 ± 1.09
T1	34.76 ± 3.01	815.88 ± 82.56	23.95 ± 1.17
ANOVA	*	*	ns

^z Número de hojas y área foliar se refieren a mediciones sobre el ramo mixto, considerando sus ramificaciones, y sus valores se expresan por metro de ramo mixto.

^y Los valores representan el valor de la medición ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas (p ≤ 0.05).

El peso seco del material evaluado evidenció diferencias significativas entre los tratamientos de poda (Cuadro 4.3). Al vincular los datos analizados precedentemente, no se observaron disimilitudes de significancia estadística en las distintas relaciones foliares establecidas (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3: Efectos de la poda en verde sobre el peso de las hojas y las relaciones foliares al final de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.

Tratamiento	Peso seco (gr)	LAR (m ² /kg) ^z	PEH (mg/cm ²)
T0	11.27 ^y	6.11	16.35
T1	21.38	8.17	12.23
ANOVA	*	ns	ns

^z LAR: área foliar específica (m²/kg), PEH: peso específico de la hoja (mg/cm²).

^y Los valores representan el peso seco de las hojas, por metro de ramo mixto.

ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas (p ≤ 0.05).

4.1.3 Concentración foliar de Nitrógeno

La evaluación de la concentración foliar de nitrógeno, calculado como porcentaje del peso seco de las hojas (% NT), luego de realizada la poda en verde y en mediciones sucesivas, muestra una disminución constante durante la estación de crecimiento para ambos tratamientos (Fig. 4.2). En la primera fecha de medición, se observaron valores cercanos al 3.17 % NT para ambos tratamientos (datos previos a la poda en verde), para luego comenzar a disminuir gradualmente conforme avanza la estación de crecimiento, manteniendo en todos los casos el tratamiento podado en verde valores significativamente superiores al control.

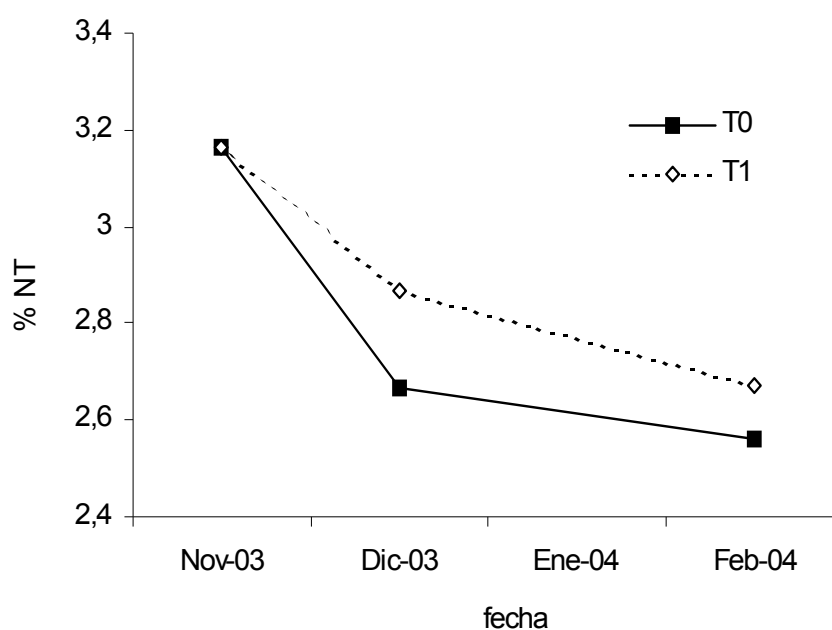


Figura 4.2: Porcentaje de Nitrógeno Foliar (%NT) en el duraznero, cv. 'Flordaking', durante la estación de crecimiento. T0: control; T1: podado en verde. Valores expresados sobre peso seco. Las diferencias fueron significativas ($p < 0.05$) para las segunda (dic-03) y tercera (feb-04) observaciones.

4.2 Tamaño de los árboles

El tamaño de los árboles fue evaluado a través de las mediciones de altura y ancho. Al momento de la poda en verde, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en estas variables (datos no presentados). Al final de la estación de crecimiento, el tratamiento control evidenció un tamaño de planta significativamente mayor, reflejado en un 19-26% más de altura y 7-18% más de ancho de copa (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4: Efectos de la poda en verde sobre la altura y ancho de las plantas de duraznero, cv. 'Flordaking' , al finalizar la estación de crecimiento.

Año (A)	Tratamiento (B)	Altura (m)	Ancho (m)
2003	T0	3.61 ± 0.04 ^z	3.28 ± 0.12
	T1	2.86 ± 0.04	3.07 ± 0.10
2004	T0	3.55 ± 0.08	3.50 ± 0.14
	T1	2.98 ± 0.07	2.95 ± 0.11
Significancia	Efecto 'A'	ns	Ns
	Efecto 'B'	*	*
	Interacción 'AxB'	ns	Ns

^z Los valores representan el valor medio de las mediciones efectuadas en el mes de Mayo, ± el E.S. T0: control.; T1: podado. ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.2.1 Área transversal del tronco y ramas principales

La evolución del TCA (trunk cross-sectional area, área transversal del tronco), muestra un efecto directo de la poda en verde sobre este parámetro de crecimiento (Figura 4.3).

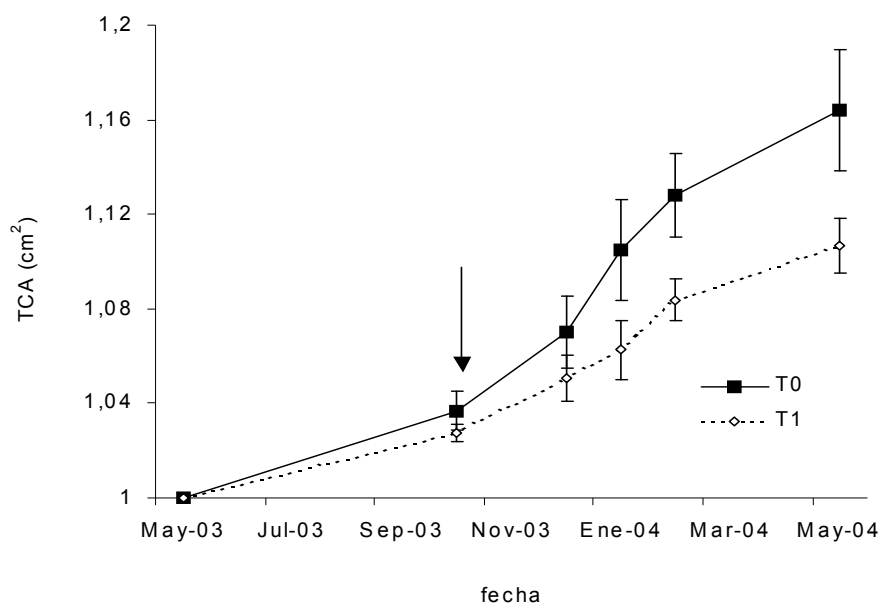


Figura 4.3: Incremento anual del área transversal del tronco (TCA), en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde. Las barras representan el E.S. de la muestra. El TCA inicial es considerado =1, y los restantes valores expresados en términos relativos al valor inicial. La flecha indica la fecha de poda en verde, en T1.

Considerando un valor relativo de 1 al TCA inicial de cada tratamiento, el control creció 16.4% durante el ciclo considerado (mayo 2003 a mayo 2004), mientras el mismo parámetro en el tratamiento podado creció en un 10.7% (Figura 4.3). Además, el análisis de la dinámica de esta evolución, evidenció que las diferencias entre tratamientos se hicieron notorias a partir del inicio de la estación de crecimiento, pero comenzaron a ser significativas en el mes de diciembre, cuando la tasa de incremento del TCA del tratamiento control mostró una pendiente mucho más pronunciada. Esto también se reflejó en el estudio de la relación entre el TCA de ambos tratamientos (T0/T1; Figura 4.4.), donde la misma se amplió luego de realizada la poda en verde (fines de octubre, principios de noviembre), con un

pico máximo en el mes de enero. Posteriormente, desde marzo a mayo, el valor permanece constante, en un valor cercano a 1.20.

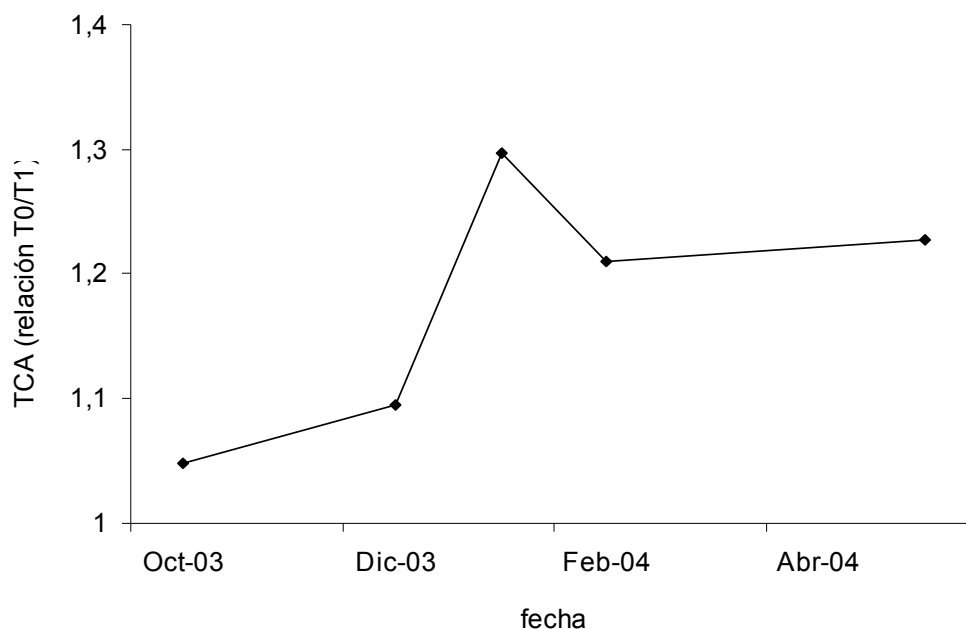


Figura 4.4: Relación entre la sección transversal del tronco (TCA) del tratamiento control y de las plantas podadas en verde (T0/T1), durante un ciclo de crecimiento.

El área transversal de las ramas principales (SCA), fue estimada también en dos momentos, en mayo de 2003 y mayo de 2004, para calcular el porcentaje de incremento anual promedio (Cuadro 4.5). Al igual que lo observado para el TCA, T0 evidenció un mayor desarrollo, registrando 12.3 cm² de aumento anual promedio, en relación a los valores registrados inicialmente, en contraposición con 7.8 cm² de incremento en T1.

Cuadro 4.5: Efectos de la poda en verde luego de la cosecha sobre el incremento en el área transversal de ramas principales (SCA), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.

Tratamiento	SCA 2003 (cm ²)	SCA 2004 (cm ²)	Incremento (%)
T0	30.43 ± 4.84 ^z	42.75 ± 7.37	40.0
T1	40.09 ± 2.48	47.94 ± 3.44	19.6

^zLos valores representan el valor medio en el mes de mayo ± el E.S.

4.3. Características de los ramos reproductivos

4.3.1 Descripción

La cantidad, características, y distribución de los ramos fructíferos producidos en cada tratamiento, se evaluó en todos los casos durante el reposo vegetativo, con anterioridad a la poda invernal. Se distinguió entre chifonas (ramos de un tamaño entre 10 y 30 cm de longitud), ramos mixtos (entre 30 y 70 cm de longitud) y ramos vigorosos reproductivos (ramos de más de 70 cm de longitud).

4.3.1.1 Chifonas

Las características de las chifonas fue evaluada en una única oportunidad, al año de haberse iniciado los tratamientos de poda en verde. No se encontraron diferencias significativas en la longitud de los ramos, aunque el control presentó un valor 7.5% superior (Cuadro 4.6). El diámetro y el número de nudos, en cambio, sí presentaron diferencias de significancia estadística en favor del tratamiento T0. La longitud de entrenudos, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de poda (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de chifonas, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde.

Tratamiento	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nudos/metro	Long. entr. (cm)
T0	26.98 ± 1.80 ^z	1.93 ± 0.05	77.93 ± 3.88	1.36 ± 0.06
T1	24.97 ± 0.94	1.64 ± 0.05	65.08 ± 3.27	1.69 ± 0.09
ANOVA	ns	*	*	ns

^zLos valores representan el valor medio ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas (p≤ 0.05).

4.3.1.2 Ramos mixtos

Los ramos mixtos fueron evaluados durante tres períodos consecutivos, a partir del año 2002 (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking' , con (T1), o sin (T0) tratamiento de poda en verde..

Tratamiento	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nudos/metro	Long. entr. (cm)
T0	52.69 ± 6.12 ^z	2.58 ± 0.38	55.64 ± 6.47	1.89 ± 0.22
T1	47.00 ± 5.61	2.95 ± 0.44	47.52 ± 5.67	2.24 ± 0.26
ANOVA	ns	*	*	*

^zLos valores representan el valor promedio de tres mediciones ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas (p≤ 0.05).

La longitud de los ramos mixtos no difirió significativamente entre tratamientos (Cuadro 4.7). Las restantes variables, diámetro, número de nudos y longitud de entrenudos, presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 4.7). Así, el tratamiento T1 mostró ramos mixtos de mayor diámetro, con menor número de nudos, y mayor longitud de entrenudos. Cuando se verificó la interacción entre años y tratamientos, la relación entre ambos parámetros resultó no significativa (datos no presentados).

La cantidad de brotes originados sobre los ramos mixtos no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4.8). Sin embargo, el orden de ramificación alcanzado por los brotes fue significativamente superior en las plantas podadas en verde.

Cuadro 4.8: Efectos de la poda en verde sobre el número de ramificaciones, orden de ramificación, y longitudes máxima y mínima de ramificaciones de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Ramificaciones	Orden ramific.	Long. máx. (cm)	Long. mín. (cm)
T0	6.90 ± 0.60 ^z	1.48 ± 0.10	8.88 ± 1.03	1.48 ± 0.10
T1	6.31 ± 0.69	1.77 ± 0.10	7.74 ± 0.94	2.77 ± 0.13
ANOVA	ns	*	ns	ns

^zLos valores representan el valor de la medición ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Además, las longitudes extremas de las ramificaciones evidenciaron mayor divergencia de tamaños en el control, con mayor longitud máxima, y menor longitud mínima promedio (Cuadro 4.8). Cuando se evaluó la posición de las ramificaciones (basales o terminales), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), presentando T0 el 14% de las ramificaciones en la parte basal de los ramos mixtos, y T1 el 10% de las ramificaciones en dicha posición.

4.3.1.3 Ramos vigorosos

Los ramos vigorosos reproductivos alcanzaron una longitud muy similar en ambos tratamientos (Cuadro 4.9). Por el contrario, el diámetro mostró una importante disparidad, alcanzando el tratamiento T1 un valor 35% superior. Las variables número de nudos, y longitud de entrenudos, también presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 4.9). De esta manera, las plantas podadas tuvieron ramos vigorosos con menor número de nudos, y mayor longitud de entrenudos.

Cuadro 4.9: Efectos de la poda en verde sobre la longitud, el diámetro, el número de nudos y la longitud de entrenudos de ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nudos/metro	Long. entr. (cm)
T0	87.50 ± 5.93 ^z	5.12 ± 0.26	39.35 ± 1.91	2.38 ± 0.10
T1	86.23 ± 7.83	6.96 ± 0.93	32.47 ± 1.50	3.14 ± 0.16
ANOVA	ns	*	*	*

^zLos valores representan el valor de la medición ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Al analizar el patrón de ramificación, los ramos vigorosos del tratamiento podado presentaron 8.2 ramas laterales promedio, superando al control, que alcanzó un valor de 6.8. En ambos tratamientos, el orden de ramificación fue de segundo grado.

4.3.2 Proximidad de los ramos fructíferos al eje principal

La proximidad de los ramos fructíferos al eje principal se evaluó únicamente en los ramos mixtos, al año de comenzados los tratamientos de poda. El tratamiento control presentó 71.5% de ramos mixtos insertos directamente sobre el

eje principal, mientras el podado alcanzó un valor de 82.0%, siendo las diferencias entre ambos estadísticamente significativas.

4.3.3 Cantidad y distribución en altura de los ramos reproductivos

4.3.3.1 *Ramos reproductivos totales*

La Fig. 4.5 muestra las ramas totales que presentaron los tratamientos, evaluados con anterioridad a la poda invernal, a lo largo de tres años, y el promedio del período. En todos los casos, el tratamiento control presentó valores superiores, con diferencias estadísticamente significativas en 2002, 2003 y en el promedio de los tres años.

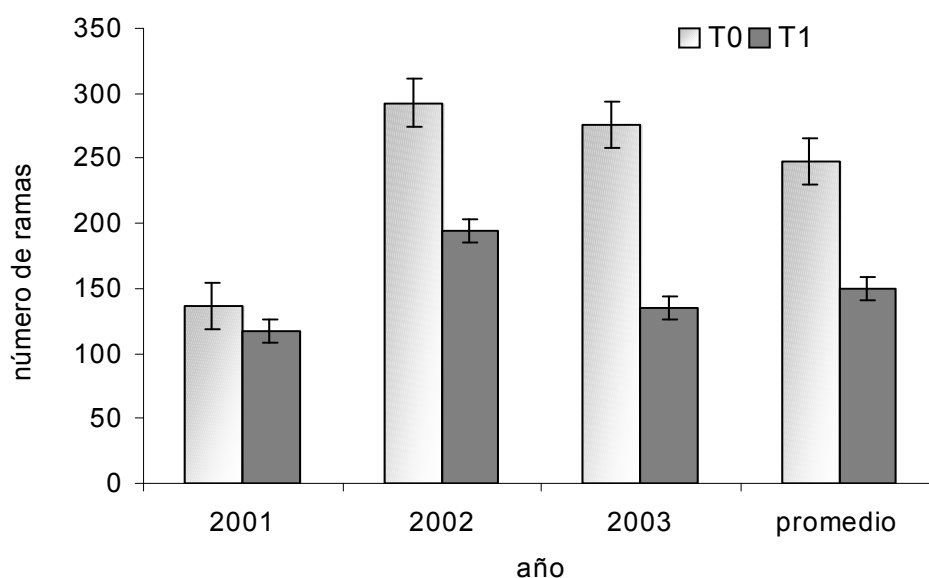


Figura 4.5: Número de ramas reproductivas totales previo a la poda invernal, en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde. Las barras verticales representan el E.S. de la muestra.

El análisis de la distribución en altura de estas ramas, como promedio de las observaciones de los tres años, mostró que ambos tratamientos presentaron más del 50% de sus ramos reproductivos totales en el estrato medio (A2) de la planta

(Fig.4.6), y que las plantas del tratamiento control evidenciaron una menor proporción de los mismos en los estratos de menor altura. Así, se observó en algunas plantas no podadas en verde, una muy escasa proporción de ramos reproductivos en la parte basal de la copa (Fig. 4.7). La poda en verde, por el contrario, aumentó la proporción relativa de los ramos ubicadas en los estratos inferior y medio (A1 y A2), y disminuyó la proporción relativa de ramos en el estrato superior (A3), (Fig.4.6), denotando diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los dos últimos casos.

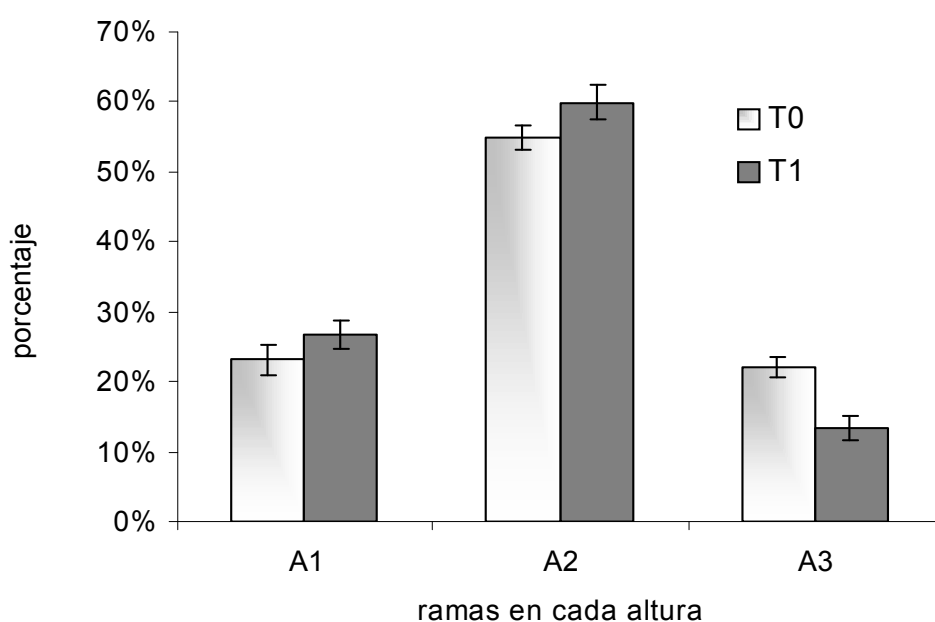


Figura 4.6: Porcentaje de ramas totales previo a la poda invernal en el estrato basal (A1, hasta 1.5 m), el estrato medio (A2, entre 1.5 y 2.5m) y el estrato superior (A3, mas de 2.5m), en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde. Los valores representan el promedio de tres años de mediciones. Las barras verticales indican el E.S. de la muestra.



Figura 4.7: Plantas no podadas en verde. Vista de la escasa cantidad de ramos reproductivos en los estratos de menor altura, en los meses de junio (a) y septiembre(b)

Cuadro 4.10: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de chifonas, ramos mixtos y ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidos (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Chifonas (%)	Mixtas (%)	Vigorosas (%)
2002	T0	41.21 ± 3.2 ^z	45.76 ± 2.7	13.03 ± 1.2
	T1	36.22 ± 2.1	46.27 ± 2.1	17.51 ± 0.6
2003	T0	33.54± 3.2	53.74± 2.7	12.72± 1.2
	T1	33.87± 2.3	50.85± 2.3	15.28± 1.1
Significancia	Efecto 'A'	Ns	*	ns
	Efecto 'B'	Ns	ns	ns
	Interacción 'AxB'	Ns	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de mayo, ± el E.S.; ns y * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

En los años 2002 y 2003, se realizó además la clasificación de los ramos reproductivos, evaluándose la cantidad de ramos mixtos, vigorosos y chifonas que

presentó en promedio cada uno de los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de poda (Cuadro 4.10).

4.3.3.2 Chifonas, ramos mixtos y ramos vigorosos

Cuando se analizó la distribución de cada tipo de ramo (chifonas, ramos mixtos y vigorosos) en altura se observó que, en todos los casos, el estrato medio (A2) fue el que presentó los mayores porcentajes relativos de ramos reproductivos. Las restantes alturas (A1 y A3) presentaron valores variables según el tratamiento y tipo de rama evaluada (Fig. 4.8). Otro aspecto a destacar, fue la ocurrencia de diferencias estadísticamente significativas en la altura superior (A3) en todas las oportunidades analizadas, donde T0 siempre superó a T1. Estas menores cantidades relativas de ramos reproductivos en el estrato superior, en el tratamiento podado, se compensan con mayores proporciones de los mismos en los estratos medio e inferior, destacándose en el caso de las ramas vigorosas (Fig. 4.8-c) donde las diferencias fueron considerables.

Un análisis más detallado, indica que para los ramos mixtos (Fig. 4.8-b), el tratamiento podado presentó mayores porcentajes relativos en A1 y A2, mientras que el tratamiento control fue muy superior en A3 (21.5% vs 9%).

Las chifonas presentaron una distribución bastante similar en ambos tratamientos, aunque con diferencias en las magnitudes que alcanzaron cada uno de ellos (Fig. 4.8-a). El control evidenció mayor porcentaje en A1 (24% vs 20%) y en A3 (17% vs 8%), estableciéndose diferencias significativas estadísticamente en este último caso. Por el contrario, en A2, fue el tratamiento podado el que presentó mayor porcentaje (67% vs 59%).

Por último, los ramos vigorosos reproductivos (Fig.4.8-c) presentaron diferencias estadísticamente significativas en las alturas inferior y superior (A1 y A3), donde T1 obtuvo 54% más de ramos en A1 y 72% menos en A3, en comparación con T0.

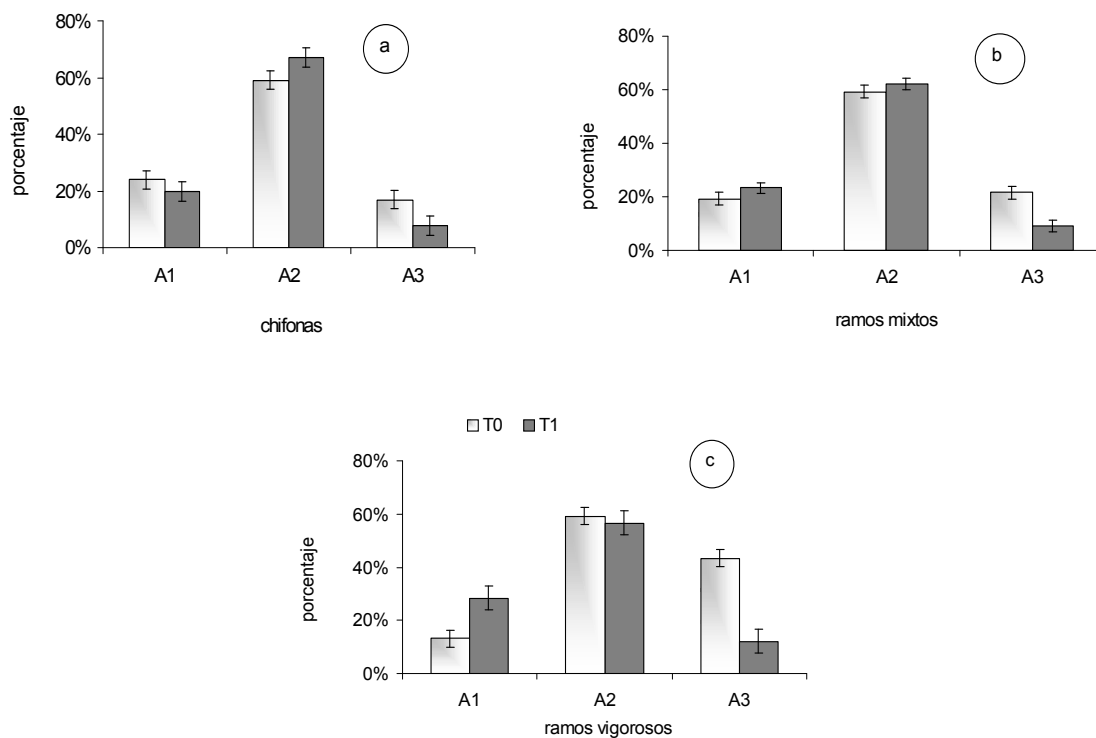


Figura 4-8: Distribución de chifonas(a), ramos mixtos (b) y ramos vigorosos (c) en el estrato basal (A1, hasta 1.5 m), el estrato medio (A2, entre 1.5 y 2.5 m) y el estrato superior (A3, mayor a 2.5m) de plantas de duraznero cv. 'Flordaking', sometidos (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde. Los valores representan el promedio de dos años de mediciones. Las barras verticales indican el E.S. de la muestra.

4.3.3.3 Estratificación de los ramos productivos

En este punto, se consideró la conformación final de cada uno de los estratos de altura, en cuanto a la proporción relativa de chifonas, ramos mixtos y vigorosos, que presentó cada uno de los tratamientos. En este análisis se verificó que el estrato que evidenció diferencias más notorias fue el inferior (A1), y para el caso de los ramos vigorosos, donde el tratamiento podado en verde presentó un valor que duplicó al tratamiento control (19.7% vs 9.4%). Además, este último tratamiento produjo un mayor número de chifonas (42% vs 30.7% del podado). Los estratos medio y superior, por el contrario, presentaron una proporción relativa de los distintos tipos de ramos reproductivos muy similar, comparando ambos tratamientos (Fig. 4.9).

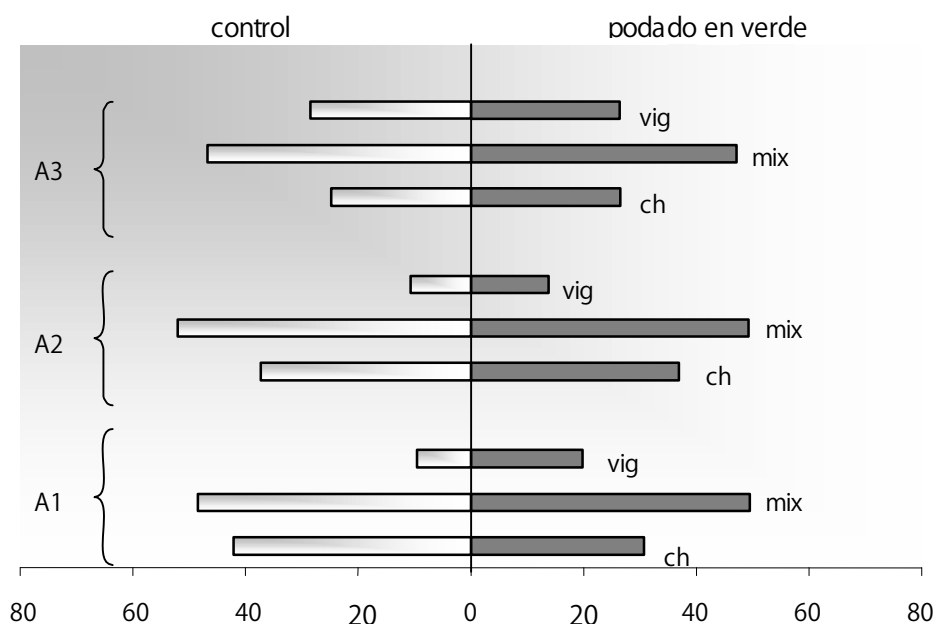


Figura 4.9: Estratificación de los ramos reproductivos en altura, en el duraznero cv. 'Flordaking', sometido (T1) o no (T0) a tratamiento de poda en verde. A1, A2 y A3: estratos inferior, medio y superior; ch: chifonas, mix: ramos mixtos, vig: ramos vigorosos. Las barras horizontales representan los porcentajes promedio alcanzados, en dos años de mediciones.

4.4 Producciones axilares de los diferentes ramos fructíferos

4.4.1 Chifonas y ramos vigorosos

Las chifonas evidenciaron una combinación de yemas muy similares en ambos tratamientos. Estos ramos se caracterizaron por la ausencia de ramificaciones (combinaciones 3- X_2 y 4- X_2 , ver Cuadro 3.1), y un predominio de nudos con yemas florales solitarias (nudos con combinación 1-0) (Cuadro 4.11). Todas las diferencias entre tratamientos fueron no significativas.

Cuadro 4.11: Efectos de la poda en verde sobre las producciones axilares de chifonas y ramos vigorosos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometido (T1) o no (T0) a tratamiento de poda en verde.

Ramos	Tratamiento	Código										
		0-0	1-0	2-0	2-1	2-2	3-0	3-1	3-2	4-0	4-1	4-2
Chifonas	T0	2.7 ^z	10.4	3.4	1.8	1.1	0	0	0	0	0	0
	T1	3.4	8.6	1.6	1.4	0.8	0	0	0	0	0	0
ANOVA		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Vigorosos	T0	2.3	34.1	6.4	11.2	22	0.6	0.2	1.3	3.2	0.2	2.1
	T1	3.3	63	5.8	24.5	25	0.2	0.2	1.2	6.0	0.5	2.6
ANOVA		ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

^zLos valores representan el valor promedio de la medición. Las yemas se contabilizaron sobre el eje principal y sobre ramificaciones; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Los ramos vigorosos, por su parte, exhibieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en algunas combinaciones de yemas (Cuadro 4.11). Los árboles podados presentaron mayor número de yemas florales solitarias (1-0; + 84.7%), de yemas vegetativas con una yema floral (2-1; +118%), y mayor cantidad de ramos anticipados largos (4-0; +87.5%) (Cuadro 4.11).

Por otra parte, los porcentajes de yemas reproductivas y vegetativas no difirieron entre los tratamientos, tanto en chifonas como en ramos vigorosos. Además, los datos precedentes se relacionaron con la longitud y el número promedio de nudos del eje principal para obtener el número de yemas por metro, y yemas reproductivas por metro y por nudo. En el caso de las chifonas, T0 alcanzó un número de yemas totales por metro significativamente superior a T1, mientras que las restantes variables no se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 4.12). En los ramos vigorosos, en cambio, el tratamiento podado en verde, presentó 20% más de yemas totales por metro, 30% más de yemas reproductivas por metro, y

aproximadamente 40% más de yemas reproductivas por nudo (Cuadro 4.12), sin que esto modifique la proporción relativa de yemas reproductivas y vegetativas.

Cuadro 4.12: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de yemas reproductivas (Yr) y vegetativas (Yv), el número total de yemas (Yt) por metro, y el número de yemas reproductivas por metro y por nudo del eje principal, en chifonas y ramos vigorosos de plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Ramos	Tratamiento	% Yr	% Yv	Yt/m	Yr/m	Yr/nudo
Chifonas	T0	70.9 ± 4.4 ^z	29.1 ± 4.4	79.5 ± 2.4	56.4 ± 4.3	0.75 ± 0.03
	T1	75.6 ± 2.4	24.3 ± 2.4	62.5 ± 4.2	48.0 ± 3.8	0.75 ± 0.05
ANOVA		ns	ns	*	ns	ns
Vigorosos	T0	66.4 ± 0.8	33.5 ± 0.8	150.1	100.2 ± 8.1	2.6 ± 0.22
	T1	68.9 ± 1.5	31.1 ± 1.5	188.0 ± 8.4	129.5 ± 6.9	4.2 ± 0.40
ANOVA		ns	ns	*	*	*

^z Los valores representan el valor medio de la medición ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.4.2 Ramos mixtos

4.4.2.1 Producciones axilares totales

La poda en verde aumentó significativamente la producción de combinaciones con eje siléptico largo, tipo 4-1 y 4-2, y disminuyó significativamente la cantidad de nudos con yemas vegetativas solitarias (2-0) durante los dos años de estudio; mientras que las combinaciones 3-0 y 4-0 aumentaron sólo el segundo año. También fue importante la influencia de la poda sobre el número de nudos con yemas florales solitarias (1-0), que tendieron a aumentar en los dos años, con diferencias estadísticamente significativas en el segundo ciclo, donde el tratamiento podado casi duplicó al control (Cuadro 4.13). En las restantes combinaciones (0-0,

2-1, 2-2, 3-1 y 3-2) no se apreciaron discrepancias entre los tratamientos (Cuadro 4.13).

El efecto año fue muy marcado, ya que todas las diferencias entre tratamientos se manifestaron más claramente en el segundo período, siendo las combinaciones con ejes silépticos las más afectadas.

Cuadro 4.13: Efectos de la poda en verde sobre las producciones axilares de ramos mixtos, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Código										
		0-0	1-0	2-0	2-1	2-2	3-0	3-1	3-2	4-0	4-1	4-2
2002	T0	2.5	7.3	7.9	4.4	7.7	0.06	0	0.1	0	0	0.06
	T1	4.5	8.5	5.9	5.8	7.3	0.1	0	0.1	0.1	0.05	0.3
2003	T0	2.5	6.3	9.4	3.7	4.4	0.4	0.1	0.2	0.2	0.07	0.04
	T1	3.3	15.7	5.6	2.2	2.9	2.4	0.3	0.6	2.3	0.5	1.1
Significancia	Efecto 'A'	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
	Efecto 'B'	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*	*	*
	Interacción	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

^Z Los valores representan el valor absoluto medio. Las yemas se contabilizaron sobre el eje principal y sobre las ramificaciones; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Del mismo modo, aunque la tendencia en los porcentajes de yemas vegetativas y reproductivas se mantuvo a lo largo de los dos ciclos, fue en el segundo donde se evidenciaron las mayores diferencias, presentando el tratamiento podado en verde un mayor porcentaje de yemas reproductivas (+10%), de yemas totales por metro (+27%), de yemas florales por metro (+40%) y de yemas florales por nudo (+54%) (Cuadro 4.14).

Cuadro 4.14: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de yemas reproductivas (Yr) y vegetativas (Yv), las yemas totales (Yt) por metro, y las yemas reproductivas por metro y por nudo del eje principal, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Año (A)	Tratamiento	% Yr	% Yv	Yt/m	Yr/m	Yr/nudo
2002	T0	57.37 ± 1.7	42.62 ± 1.7 ^z	84.54 ± 2.8	49.06 ± 2.7	0.93 ± 0.06
	T1	59.40 ± 1.3	40.60 ± 1.3	87.33 ± 4.5	52.94 ± 3.5	1.03 ± 0.06
2003	T0	50.23 ± 2.0	49.77 ± 2.0	83.58 ± 5.2	43.14 ± 3.8	0.78 ± 0.07
	T1	57.28 ± 2.7	42.71 ± 2.7	114.4 ± 12.9	71.16 ± 10.2	1.69 ± 0.29
Signif.	Efecto 'A'	*	*	ns	ns	ns
	Efecto 'B'	*	*	*	*	*
	Interacción	ns	ns	ns	ns	*

^z Los valores representan el valor medio, ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas (p ≤ 0.05).

La relación entre la intensidad de floración, y la cantidad de yemas totales y reproductivas (Cuadro 4.14), mostró que en el tratamiento podado en verde, una menor proporción de yemas totales y de yemas reproductivas son las que alcanzan la floración (Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15: Efectos de la poda en verde sobre la relación entre la Intensidad de Floración (IF) y la cantidad de yemas totales (Yt) y reproductivas (Yr), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1), o no (T0), a tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	IF:Yt	IF:Yr
T0	0.16	0.31
T1	0.13	0.22

4.4.2.2 Zonación de las producciones axilares

El análisis de las combinaciones de yemas, realizado en forma sectorizada, permitió descubrir patrones generales que se repitieron en las tres zonas establecidas dentro de la rama (proximal, media y distal). Así, en los tres sectores de la rama, T0 presentó una mayor cantidad de combinaciones con yema central vegetativa (2-X₂, en sus tres variantes: 2-0, 2-1 y 2-2), mientras que T1 mostró siempre una cantidad muy superior de combinaciones con ejes silépticos cortos (3-X₂) y largos (4-X₂). La proporción de nudos ciegos (0-0) fue relativamente similar en ambos tratamientos, para los diferentes sectores de la rama, y los nudos con yemas florales solitarias (1-0) presentaron proporciones variables según el sector y tratamiento analizado (Fig. 4-10).

También se observó que el mayor efecto de la poda en verde se produjo en la modificación de las combinaciones de yemas en las partes proximal y media de la rama (Fig. 4-10a y 4-10b), mientras que la zona distal fue la menos afectada (Fig. 4-10c).

Al comparar las zonas entre sí, se verificó que las zonas proximal y media presentaron una proporción de producciones axilares parecida, con una gran participación de la combinación 2-X₂, que alcanzó valores de 70% y 80% sobre el total de nudos analizados en el sector proximal y medio, en el tratamiento control; y valores superiores al 60% en los dos sectores, en las plantas podadas en verde (Fig. 4-10a y 4-10b). En la zona distal, por el contrario, aumentó la importancia

relativa de las yemas reproductivas solitarias (1-0), en desmedro de las combinaciones con yemas vegetativas centrales (2- X_2).

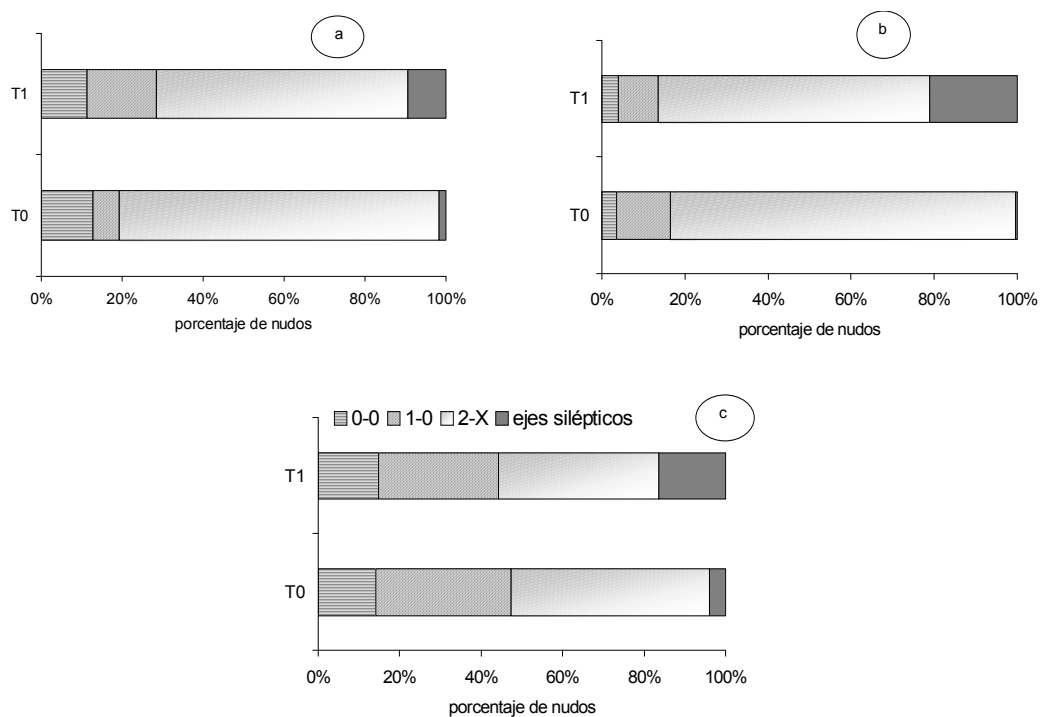


Figura4-10: Porcentaje de las distintas combinaciones axilares, en la zona proximal (a), media (b), y distal (c) de ramos mixtos de plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1) o sin (T0) poda en verde. Los valores representan los porcentajes promedio de dos años de mediciones.

Además, el análisis de la cantidad de yemas accesorias laterales que presentaron las combinaciones 2- X_2 , 3- X_2 y 4- X_2 , en las distintas zonas, evidenció que la combinación 2- X_2 no difirió entre los tratamientos en la zona proximal y distal, pero sí en la zona media, donde T1 superó a T0 en un 11.8% (Cuadro 4-16).

Cuadro 4-16: Cantidad relativa de combinaciones con yemas accesorias, en las zonas proximal, media, y distal de los ramos mixtos de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Zona					
	Proximal		Media		Distal	
	2-X	Ejes silépticos	2-X	Ejes silépticos	2-X	Ejes silépticos
T0	27.5 ^z	0	57.5	0	57.7	0
T1	22	39.6	64.3	69.5	54.2	91.7
ANOVA	ns	*	*	*	ns	*

^zLos valores representan el porcentaje promedio de dos años de mediciones; ns, * , diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Por el contrario, el número de nudos que presentaron ejes silépticos (combinaciones 3-X₂ y 4-X₂) con yemas accesorias fue muy importante en T1, mientras que este tipo de yemas estuvieron ausentes en el control (Cuadro 4-16).

4.5 Fenología

4.5.1. Yemas de flor

La poda en verde retrasó la ocurrencia de las diferentes etapas fenológicas de las yemas de flor (Cuadro 4-17). Así, las plantas no podadas (T0) alcanzaron el inicio de floración con 5 días de anticipación, y fueron cosechadas 3 días antes respecto de las plantas podadas en verde (T1).

Cuadro 4-17: Influencia de la poda en verde sobre la fecha de ocurrencia de los distintos estados fenológicos de las yemas de flor del duraznero, cv. 'Flordaking', cultivado en la zona centro-este de Santa Fe (Argentina).

Estado Fenológico	BBCH ^z	Fecha		ANOVA
		T0	T1	
Botón verde	53	03/07	10/07	*
Botón rosa	57	10/07	17/07	*
Inicio floración	61	26/07	31/07	*
Plena floración	65	28/08	05/09	*
Inicio cuajado	67	05/09	08/09	ns
Cuajado	69-72	11/09	13/09	ns
Cosecha	87	10/11	13/11	ns

(^z) Estado fenológico según escala BBCH (Meiers *et al*, 1994); T0: control, T1: podado en verde; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.5.2 Yemas de madera

La fecha de inicio de brotación (10% de nudos con el extremo de las hojas visibles) para el tratamiento control fue el 15 de Agosto (Fig. 4-11), mientras que en T1 se retrasó en 3 días (Fig. 4-11). Sin embargo, se observaron diferencias muy marcadas entre tratamientos en la evolución del porcentaje de brotación. Así, antes del 25 de agosto el tratamiento control alcanzó el 50% de nudos brotados, mientras que las plantas podadas en verde recién llegaron a este valor durante la segunda semana de septiembre. Un mes después del inicio de la brotación, ambos tratamientos alcanzaron el máximo porcentaje de nudos brotados (valores levemente superiores al 60%), sin que existan, a partir de ese momento, diferencias entre tratamientos (Fig. 4-11).

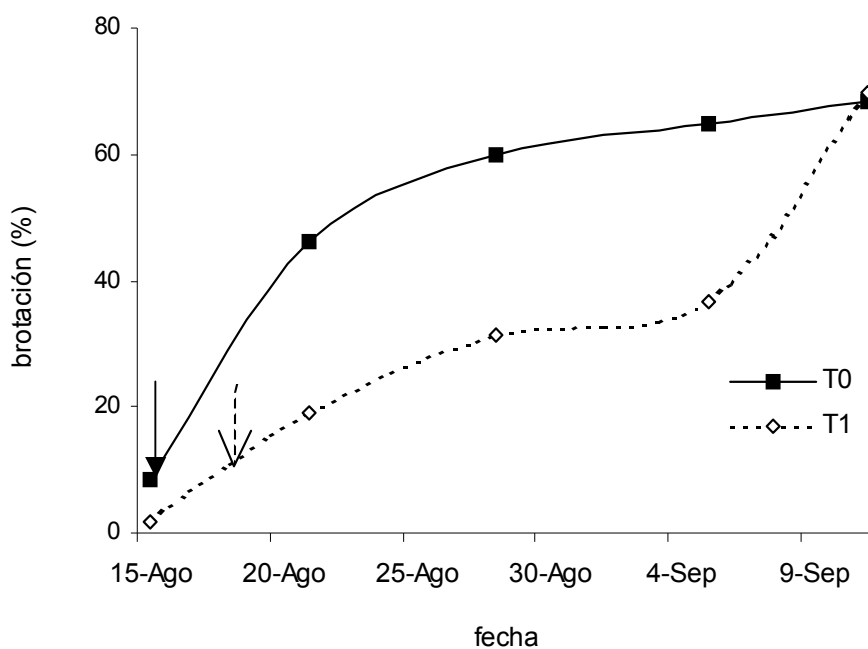


Figura 4-11: Evolución del porcentaje de brotación al inicio de la estación de crecimiento, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control; T1: podado. Las flechas indican la fecha en que se alcanza 10% de brotación, considerada como Inicio de Brotación, en cada tratamiento.

4.5.3 Senescencia foliar

Los árboles no podados comenzaron la senescencia foliar (30% de hojas caídas según Meiers *et al.*, 1994) a fines del mes de marzo, 8 días antes que los árboles podados en verde, y hasta principios del mes de mayo el tratamiento control presentó un mayor porcentaje de hojas caídas, con diferencias estadísticamente significativas respecto al podado en verde desde fines de marzo a fines de abril (Fig. 4-12).

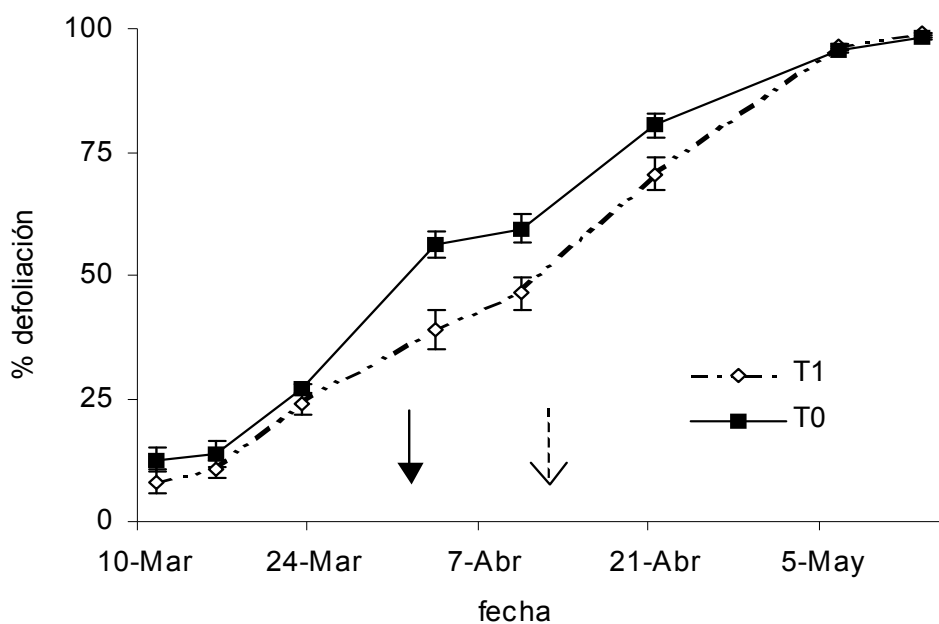


Fig.ura 4-12: Porcentaje de defoliación de plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control; T1: podado. Los valores son el promedio de dos años de mediciones. Las barras representan el error promedio de la muestra. Las flechas indican la fecha en que cada tratamiento alcanza el 50% de defoliación.

Además, la fecha en que los tratamientos alcanzan el 50% de defoliación correspondió aproximadamente a principios de abril para T0, y 11 días después para T1 (Fig. 4-12). Sin embargo, la defoliación completa se produce en ambos tratamientos en forma simultánea, durante los primeros días del mes de mayo (Fig. 4-12).

4.6. Comportamiento reproductivo

4.6.1 Intensidad de Floración

El número máximo de flores por metro, evaluado en 2003 y en 2004, y como promedio de los dos años de mediciones, arrojó diferencias estadísticamente no significativas entre los tratamientos (Cuadro 4-18). En este caso, no se verificó interacción año-tratamiento (datos no presentados).

Cuadro 4-18: Efectos de la poda en verde sobre la Intensidad de Floración, en ramos mixtos de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Intensidad de Floración (flores/m ramo mixto)		
	2003	2004	Promedio 03-04
T0	24.31 ± 0.03 ^z	13.26 ± 0.02	18.78 ± 0.01
T1	18.00 ± 0.03	15.25 ± 0.01	16.63 ± 0.02
ANOVA	ns	ns	ns

^zLos valores representan el valor promedio de la medición ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.6.2 Cuajado de Frutos

El porcentaje de cuajado de frutos, evaluado como el número de frutos previo al raleo/número máximo de flores alcanzado en la rama, no evidenció disimilitudes entre tratamientos en dos años de estudio (Cuadro 4-19).

Por otra parte, la relación entre la intensidad de floración y el porcentaje de cuajado, calculada para los dos tratamientos en forma conjunta, mostró una muy baja correlación entre ambas variables, aunque con una tendencia positiva (Fig. 4-13).

Cuadro 4-19: Efectos de la poda en verde sobre la el porcentaje de cuajado de frutos, en ramos mixtos de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), tratamiento de poda en verde.

Tratamiento	Cuajado de frutos (%)
T0	81.64 ± 0.05 ^z
T1	83.44 ± 0.03
ANOVA	ns

^zLos valores representan el valor promedio de dos años de mediciones ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

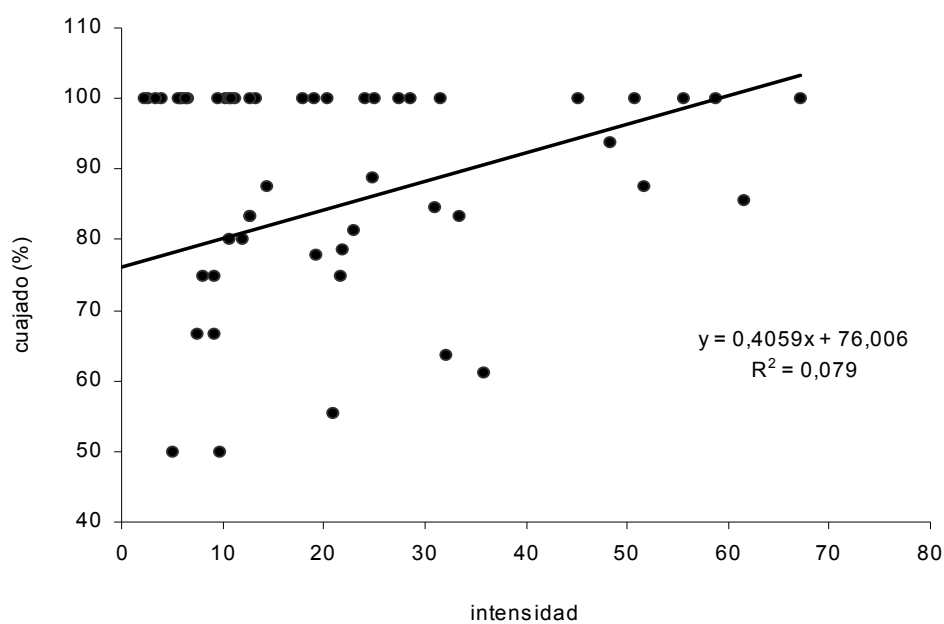


Figura 4-13: Relación entre la intensidad de floración (número máximo de flores por metro de ramo mixto), y el porcentaje de cuajado de los frutos, en el duraznero, cv. 'Flordaking'. Valores correspondientes a un año de mediciones.

4.6.3. Frutos

4.6.3.1 Frutos totales a cosecha

El número total de frutos por árbol que presentó cada tratamiento, no difirió en forma significativa en tres años de estudio, ni se verificó interacción entre las variables año y tratamiento (Cuadro 4-20). En los dos primeros ciclos, el tratamiento podado en verde presentó 35% y 15% más de frutos por árbol que el control, mientras que en el último período analizado, fue T0 quien superó en 27% a T1.

Cuadro 4-20: Efectos de la poda en verde sobre el número total de frutos a cosecha, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Frutos totales
2001	T0	50.7 ± 6.7 ^z
	T1	68.9 ± 11.4
2002	T0	149.5 ± 20.8
	T1	172.9 ± 32.5
2003	T0	368.2 ± 36.6
	T1	289.3 ± 32.6
Significancia	Efecto 'A'	*
	Efecto 'B'	ns
	Interacción 'AXB'	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre, ± el E.S. ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

En el año 2002, se realizaron además mediciones del número de frutos al momento de raleo, efectuado el día el 26 de septiembre. Las diferencias entre los

tratamientos fueron no significativas, aunque el control presentó aproximadamente 10% más de frutos por centímetro de rama (Cuadro 4-21).

Cuadro 4-21: Efectos de la poda en verde sobre el número de frutos por rama (frutos/rama) y por centímetro de ramo mixto (frutos/cm), y diámetro del fruto (cm) al momento del raleo, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.

Tratamiento	Frutos/rama	Frutos/cm	Diámetro (mm)
T0	7.2 ± 0.7 ^z	0.16 ± 0.01	32.1 ± 0.05
T1	6.4 ± 0.3	0.18 ± 0.01	32.4 ± 0.03
ANOVA	ns	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de septiembre, ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.6.3.2 Distribución de los frutos en la planta

La distribución porcentual de frutos a diferentes alturas de la planta, como promedio de los tres años estudiados, mostró diferencias consistentes en las alturas media y superior (A2 y A3), presentando el tratamiento podado en verde aproximadamente 13% más de frutos en A2, y, consecuentemente, una menor cantidad equivalente en A3, respecto al tratamiento control (Fig. 4-14). El porcentaje de frutos en la altura inferior (% A1) no mostró diferencias entre tratamientos.

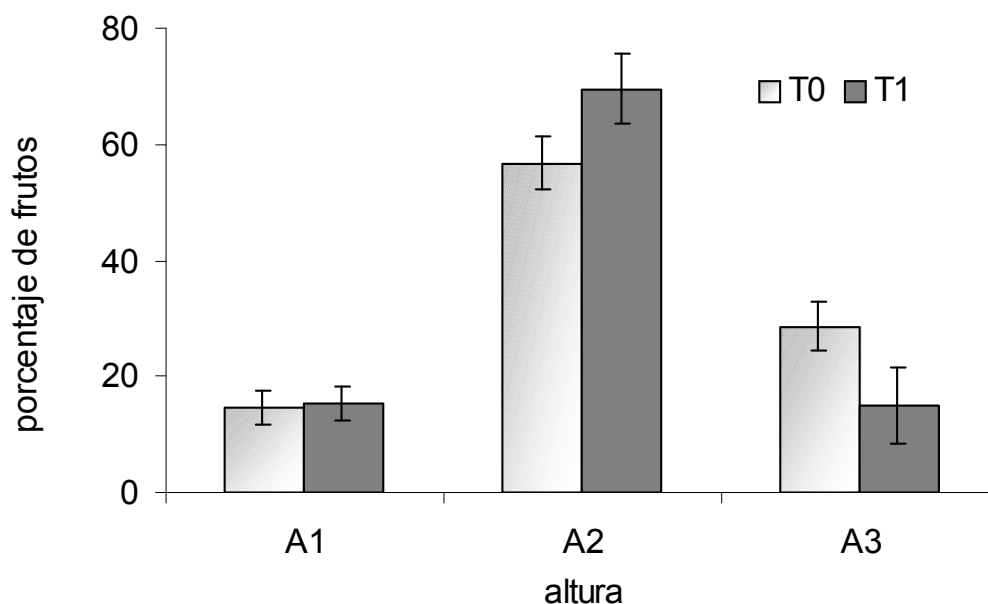


Figura 4-14: Efectos de la poda en verde sobre el porcentaje de frutos en las distintas alturas, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control, T1: podado en verde. A1: hasta 1.5 metros, A2: entre 1.5 y 2.5 metros, A3: más de 2.5 metros. Valores promedio de tres años de mediciones.

El Cuadro 4-22 muestra la distribución en altura de los frutos de ambos tratamientos, a lo largo de los tres años de estudio. En la misma se aprecia que, siguiendo la tendencia descrita en la Fig.4-14, en todos los ciclos, el tratamiento podado en verde presentó mayor porcentaje de frutos en la parte media de la canopia (A2), en desmedro del porcentaje de frutos en A3, siendo en este último estrato donde se presentaron las mayores divergencias, con valores entre 45-50% menores para T1. De esta manera, las diferencias, tanto en A2 como en A3, resultaron estadísticamente significativas. Por el contrario, en la altura inferior, los valores fueron variables entre años, mostrando T0 mayores porcentajes que T1 durante 2001 y 2002, e inversamente en el año 2003. No se constataron en este caso diferencias significativas entre los tratamientos de poda. En ningún caso, se verificaron interacciones entre el año y los tratamientos de poda.

Cuadro 4-22: Efectos de la poda en verde sobre la distribución relativa de frutos en diferentes estratos (altura), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', durante 3 años de observaciones.

Año (A)	Tratamiento (B)	Distribución porcentual de frutos		
		Altura		
		A1	A2	A3
2001	T0	11.80 ± 3.3 ^z	53.78 ± 3.5	34.42 ± 5.3
	T1	8.37 ± 1.8	74.80 ± 2.5	16.83 ± 2.5
2002	T0	24.2 ± 2.0	68.17 ± 4.8	7.70 ± 5.7
	T1	20.40 ± 2.0	75.30 ± 0.9	4.30 ± 1.5
2003	T0	8.05 ± 0.6	48.18 ± 4.5	43.77 ± 4.2
	T1	17.65 ± 2.4	58.50 ± 7.1	23.86 ± 5.5
Significancia	Efecto 'A'	*	*	*
	Efecto 'B'	ns	*	*
	Interacción 'AXB'	ns	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre, ± el E.S. T0: control.; T1: podado. ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.6.3.3 Tamaño de los frutos

El diámetro y el peso de los frutos a cosecha no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Tampoco fue significativo el efecto año y la interacción entre años y tratamientos (Cuadro 4-23).

Cuadro 4-23: Efectos de la poda en verde sobre el diámetro (cm) y el peso (grs) de frutos a cosecha, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Diámetro (mm)	Peso (grs)
2002	T0	70.0 ± 0.6 ^z	105.2 ± 2.5
	T1	73.0 ± 0.4	115.4 ± 3.4
2003	T0	69.0 ± 0.7	98.5 ± 3.2
	T1	70.0 ± 1.7	110.4 ± 6.7
Significancia	Efecto 'A'	ns	ns
	Efecto 'B'	ns	ns
	Interacción 'AXB'	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre, ± el E.S.; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Sin embargo, la evolución del tamaño del fruto en el año 2003 difirió significativamente entre tratamientos a partir de la primera fecha de observación (Fig. 4-15), como consecuencia del retraso fenológico que exhibieron los árboles podados en verde. El tratamiento control siempre presentó frutos significativamente mayores, aunque las diferencias fueron disminuyendo progresivamente, hasta anularse en el momento de la cosecha del tratamiento control (10 de Noviembre). El tratamiento podado alcanzó la madurez comercial 3 días después, y el tamaño de sus frutos fue superior al control, aunque las diferencias no fueron significativas (Fig. 4-15, Cuadro 4-23).

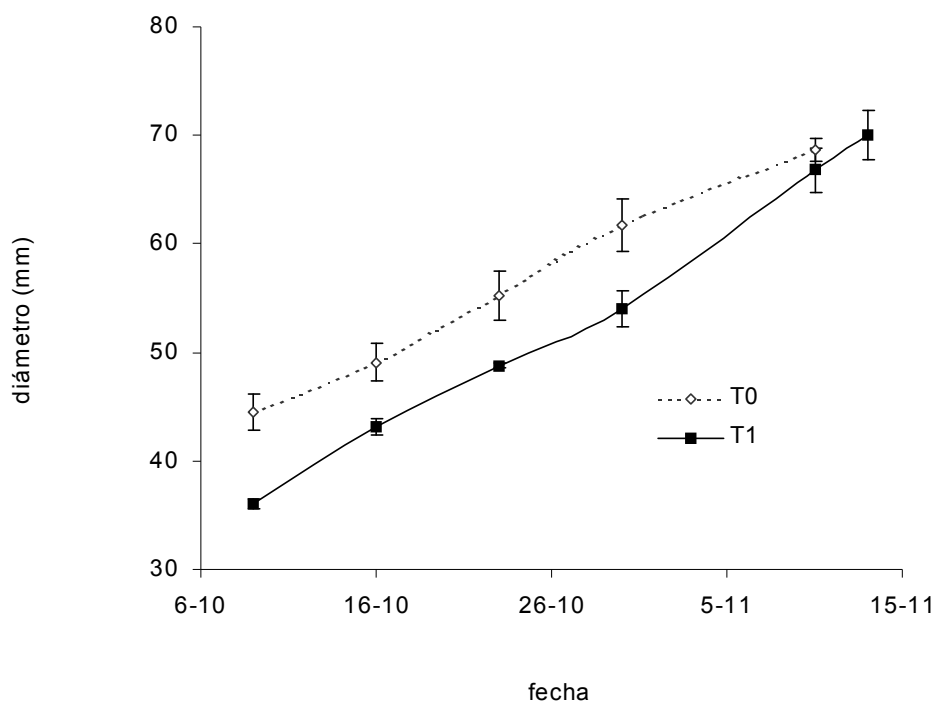


Figura 4-15: Efectos de la poda en verde sobre la evolución del diámetro de los frutos en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking'. T0: control, T1: podado en verde

En el año 2002, se analizó la distribución de los frutos a cosecha, según calibre y peso (Fig. 4-16). Las diferencias entre los tratamientos, en las proporciones de frutos de cada clase se analizaron mediante el estadístico de prueba χ^2 . En general, ambos tratamientos compartieron las mayores frecuencias en los tamaños medios, con proporciones similares, a excepción del rango 70-75 cm de diámetro, y 100-120 grs de peso, donde el tratamiento podado en verde presentó valores muy superiores. Además, T0 prevaleció en los menores calibres, mientras T1 lo hizo en los extremos de máximo tamaño.

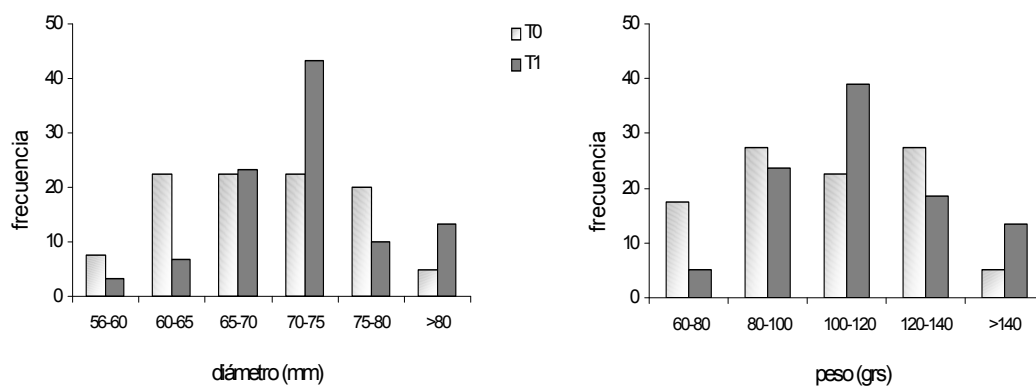


Figura 4-16: Efectos de la poda en verde sobre el diámetro y el peso de los frutos a cosecha en el año 2002, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control, T1: podado en verde

4.6.3.4 Rendimiento

Finalmente, con la integración de las variables analizadas precedentemente, se llegó al análisis del rendimiento por planta, a lo largo de los tres ciclos analizados (Cuadro 4-24). En todos los casos las diferencias entre tratamientos no fueron significativas, mientras que sí lo fue el efecto año. Tampoco existió una interacción significativa entre las variables año y tratamiento (Cuadro 4-24). En 2001, los rendimientos fueron muy bajos para ambos tratamientos, mientras que en los años siguientes los rendimientos fueron superiores (Cuadro 4-24).

Cuadro 4-24: Efectos de la poda en verde sobre el rendimiento promedio de frutos (kg/planta), en plantas de duraznero cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0), poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Rendimiento (kg/planta)
2001	T0	4.7
	T1	5.8
2002	T0	12.4
	T1	14.9
2003	T0	27.7
	T1	25.0
Significancia	Efecto 'A'	*
	Efecto 'B'	ns
	Interacción 'AXB'	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre; ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

El rendimiento acumulado al tercer año de estudio, tampoco evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ensayados (Fig. 4-17).

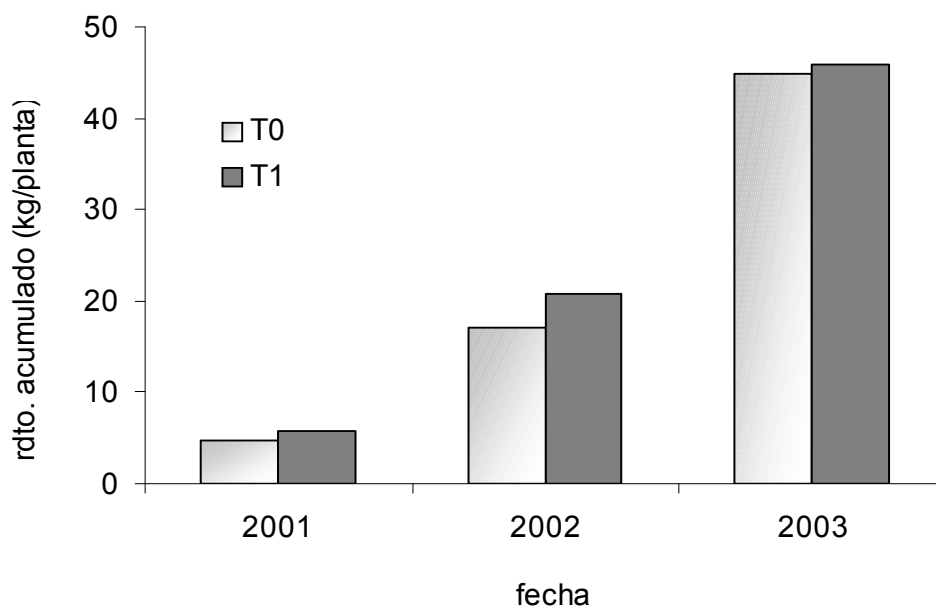


Figura 4-17: Efectos de la poda en verde sobre el rendimiento acumulado (kg/planta) al tercer año de estudio, en el duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control; T1: podado.

4.7 Material removido y demanda de mano de obra

4.7.1 Peso

4.7.1.2 *Poda anual*

La cantidad de material extraído en las distintas épocas de poda, se expresó como peso de materia seca, para que el contenido de humedad, y su variación estacional, no influyan sobre el resultado. En dos años de observaciones, el peso seco total anual del material extraído con la poda no difirió significativamente entre tratamientos, siendo de 6.2 kg/planta para T0 y de 5.7 kg/planta para T1 (Fig. 4-18).

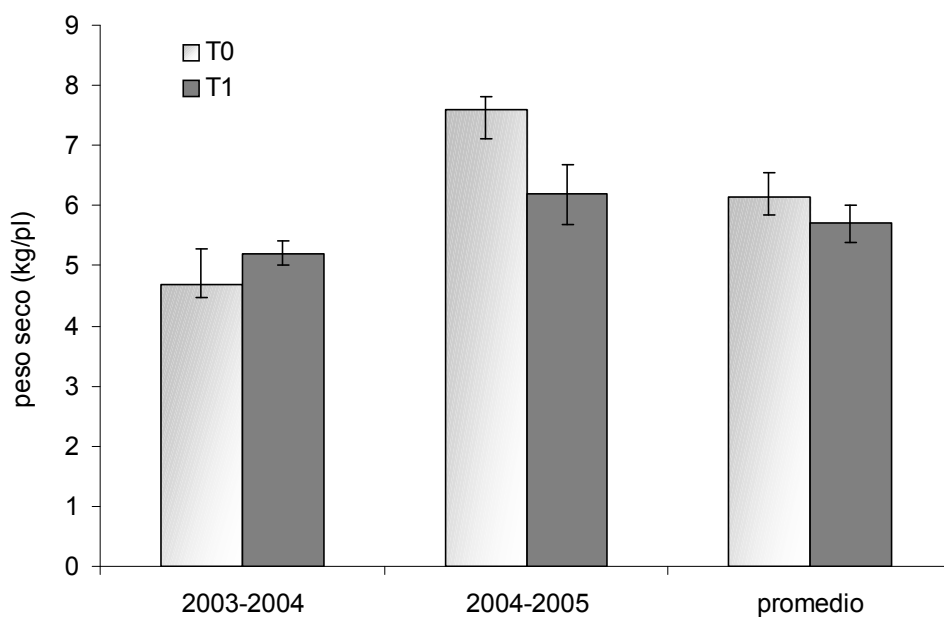


Figura 4-18: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad total de material extraído (peso seco) en la poda anual, como promedio de dos años, y por período, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control (poda invernal), T1: podado en verde (poda en verde + poda invernal)

En el primer ciclo considerado (2003-2004), en las plantas podadas en verde se extrajo un 10% más de materia seca total (poda en verde + poda invernal), mientras que en el segundo ciclo (2004-2005) fue el tratamiento control (T0) al cual se le extrajo mayor cantidad de materia seca con la poda (18.6%), siendo en este caso las diferencias entre los tratamientos estadísticamente significativas (Figura 4-18).

Además, la cantidad total de ramas nuevas (mad. 1), y estructuras vegetativas originadas en períodos anteriores (mad. +1) extraídas a lo largo de todo el año, no difirió estadísticamente entre los tratamientos de poda, considerando el promedio de los años analizados, aunque en el tratamiento podado en verde se removió 22% menos de material de años anteriores (Cuadro 4-24).

Cuadro 4-25: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad de ramos del año (madera de un año, mad.1), ramos de años anteriores (madera de más de un año, (mad. + 1) y % de material de años anteriores extraídos en la poda anual(% mad. + 1), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.

Tratamiento	Mad.1 (kg/pl)	Mad.+ 1 (kg/pl)	Mad.+1 (%)
T0	3.2 ± 0,52 ^z	2.5 ± 0.24	45.0
T1	3.5 ± 0,42	1.8 ± 0.16	35.0
ANOVA	ns	ns	ns

^z Los valores representan el promedio de dos años de mediciones, ± el E.S. ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.7.1.2 Poda invernal

En el período invernal, se constataron importantes disparidades en el total de material extraído, tanto en peso fresco (datos no presentados), como en peso seco (Fig. 4-19). Ambos ciclos evidenciaron una cantidad significativamente mayor de material extraído en el tratamiento control, con valores que duplicaron o triplicaron al tratamiento podado en verde (2 y 3.5 veces superior en T0, según los años). Así, al considerar el promedio de los dos años, la diferencia entre los tratamientos superó el 250%. Además, en el tratamiento podado en verde, la cantidad de material extraído fue relativamente constante entre años, mientras que en las plantas control la variabilidad entre años fue muy superior (Fig. 4-19).

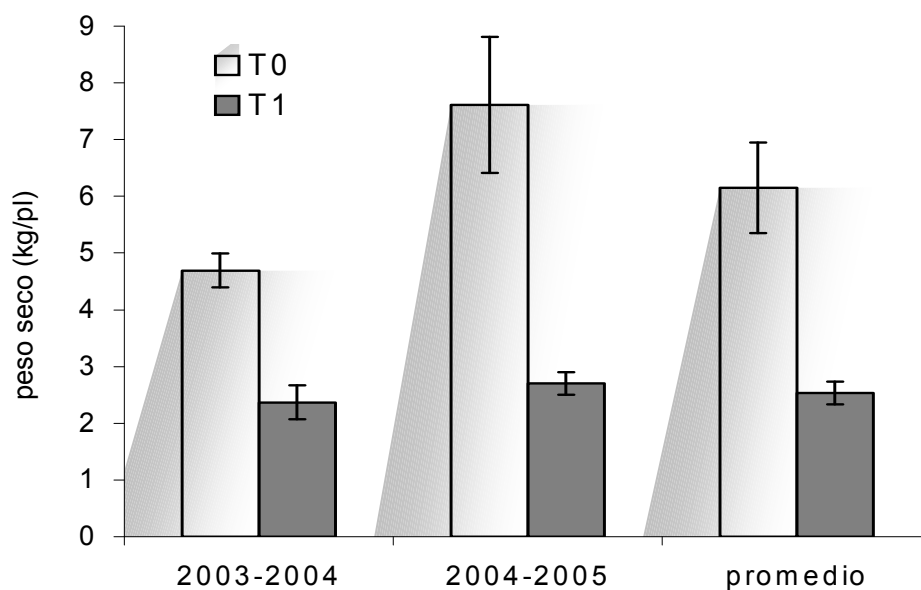


Figura 4-19: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad total de material extraído en la poda invernal, como promedio de dos años, y por período, en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control, T1: podado en verde.

En este período, también se analizó la proporción de material del año y de años anteriores en el material podado (Cuadro 4-25), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Así, el porcentaje de madera de más de un año extraída en el invierno, fue de 45% para T0 y 28% para T1.

Cuadro 4-26: Efectos de la poda en verde sobre la cantidad de ramos del año (mad.1), ramos de años anteriores (mad. + 1) y % de material de años anteriores extraídos en la poda invernal (% mad. + 1), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.

Año (A)	Tratamiento (B)	Mad.1 (kg/pl)	Mad.+ 1 (kg/pl)	Mad.+1 (%)
2003	T0	2,02 ± 0.28 ^z	2.42 ± 0.64	53,3
	T1	1.21 ± 0,13	1.02 ± 0.08	46.0
2004	T0	4.45 ± 0.46	2.56 ± 0.19	36.6
	T1	2.57± 0.37	0.26± 0.03	10.4
promedio	T0	3.24 ± 0.50	2.48 ± 0.29	45.0
	T1	1.89 ± 0.27	0.64 ± 0.14	28.2
Significancia	Efecto 'A'	*	ns	*
	Efecto 'B'	*	*	*
	Interacción 'AXB'	ns	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de Junio, ± el E.S. ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

4.7.1.3 Poda de verano

El mismo análisis se efectuó para la poda de verano, con la finalidad de establecer la proporción de material de años previos que se remueve durante el período de crecimiento vegetativo (Cuadro 4-26). Además, al comparar las fechas, no se encontraron diferencias significativas entre los años estudiados.

Cuadro 4-27: Total de material extraído, cantidad de material del año (mad. 1) y de años anteriores (mad. + 1), y % de material de más de un año extraído en la poda de verano (% mad. + 1), en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', con (T1), o sin (T0) poda en verde.

Año (A)	Total (kg/pl)	Mad. 1 (kg)	Mad + 1 (kg)	Mad. + 1 (%)
2003-2004	2,65 ± 0.3	1,36 ± 0,2 ^z	1,12 ± 0,1	46,10 ± 0,03
2004-2005	3,49± 0,1	1,98 ± 0,1	1,32 ± 0,05	40,2 ± 0,02
ANOVA	ns	ns	ns	ns

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de noviembre, ± el E.S. ns, *, diferencias estadísticamente no significativas y significativas ($p \leq 0.05$).

Por otra parte, durante la poda de verano (T1) se extrajo más de la mitad del total de material podado anualmente (51% en 2003-2004 y 56% en el ciclo 2004-2005), y además, de la cantidad de estructuras vegetativas eliminadas, el 45% fueron hojas.

4.7.2 Tiempos de poda

El tiempo de poda que demandó cada uno de los tratamientos, durante el período de un año, no mostró diferencias significativas entre los mismos, para tres años de estudio (Fig. 4-20), ni se verificaron interacciones entre las variables tratamiento y año. La poda de verano representó aproximadamente el 50% del tiempo anual de poda requerido por el tratamiento T1 (Fig. 4-20 y 4-21).

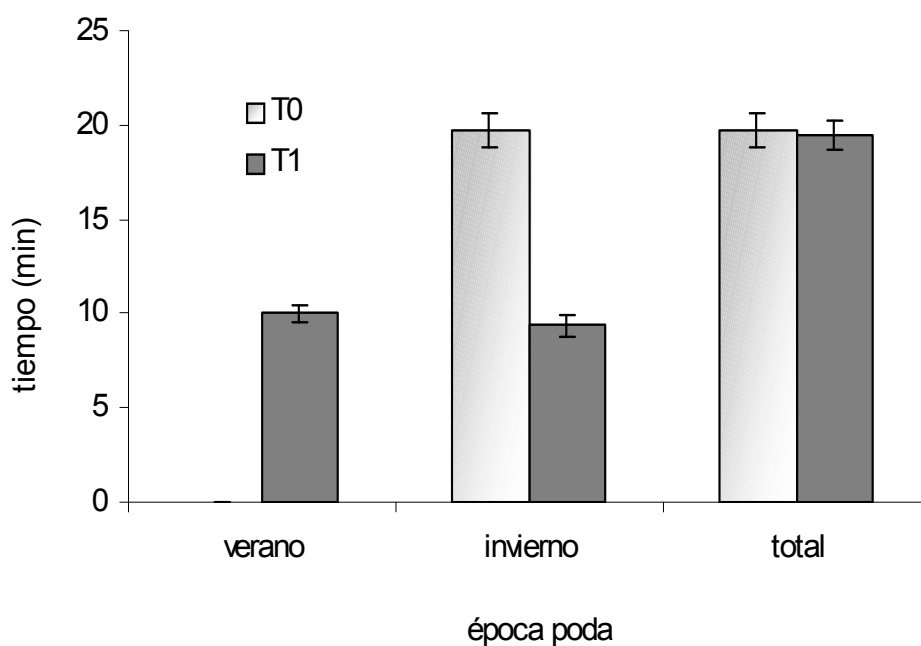


Figura 4-20: Efectos de la poda en verde sobre el tiempo (min) insumido en la poda anual, en plantas de duraznero, cv. 'Flordaking', sometidas (T1), o no (T0) a tratamiento de poda en verde.

Durante la poda invernal, las plantas podadas en verde demandaron en promedio, la mitad de tiempo respecto a las plantas no podadas en verde (Fig. 4-20 y 4-21). Sin embargo, este valor fluctuó de manera significativa en los tres años de observaciones. Así, mientras en el año 2003 demandó solamente la tercera parte del tiempo, en el año 2004, este valor subió a un valor cercano al 60% (Fig. 4-21).

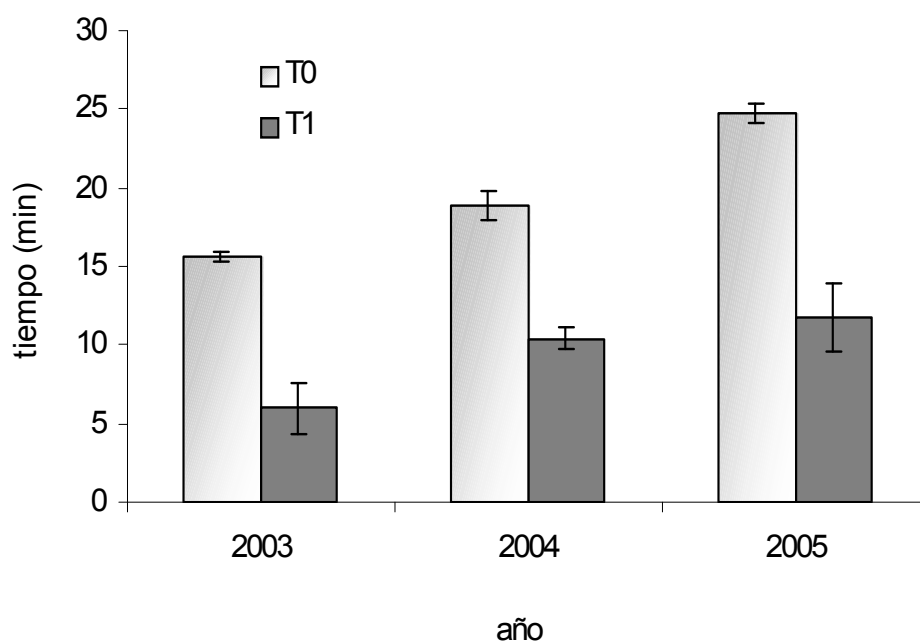


Figura 4-21: Efectos de la poda en verde sobre el tiempo (min) que demanda la poda invernal en plantas de duraznero cv. 'Flordaking'. T0: control, T1: podado en verde.

4.8 Poda en verde sin poda invernal complementaria

4.8.1 Crecimiento vegetativo

El número de brotes emitidos por los ramos mixtos, y la longitud máxima de éstos, evaluados previamente a la cosecha, fueron muy similares en los tratamientos T0 (poda invernal), T1 (poda en verde + poda invernal), y T2 (poda invernal sin rebaje). En cambio, en las plantas solamente podadas en verde (T3), los valores alcanzados fueron de menor magnitud (Cuadro 4-27). Así, el número de yemas brotadas en T3 fue 44% menor que en T0 o T1, y 53% menor que en T2, mientras que la longitud máxima de estos brotes resultó menor al 50% en relación a los tratamientos con poda invernal (Cuadro 4-27).

Cuadro 4-28: Efectos de los diferentes sistemas de poda sobre el número de brotes y su longitud máxima; y sobre el número de hojas, el área foliar y el área foliar por hoja, en los ramos mixtos de plantas de duraznero, cv. 'Early Grande', durante la estación de crecimiento. T0 control; T1 poda invernal + poda en verde; T2 poda invernal sin rebaje; T3 poda en verde.

Tratamiento	Número de brotes ^y	Longitud máxima	Número de Hojas	Área Foliar (cm ²)	Área Foliar (cm ² /hoja)
T0	5.3 ± 0.4 ^z ab	10.8 ± 2.0 a	262.9 ± 14.2 a	4089.8 ± 529	15.2 ± 1.2 a
T1	5.3 ± 0.8 ab	8.6 ± 1.1 a	151.1 ± 6.5 b	2259.4 ± 117 b	15.0 ± 0.5 a
T2	6.3 ± 0.7 a	10.5 ± 1.2 a	236.7 ± 21.3 a	3560.0 ± 31.5	15.42 ± 1.1 a
T3	3 ± 0.7 b	3.7 ± 0.4 b	147.0 ± 8.5 b	1421.6 ± 93.2	9.7 ± 0.3 b

Valores en la misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente entre sí, según el test de Tuckey ($p \leq 0.05$).

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre ± el E.S.

^y Número de brotes, hojas y área foliar se refieren a mediciones sobre el ramo mixto, considerando sus ramificaciones, y sus valores se expresan por metro de ramo mixto.

El área foliar por ramo mixto también fue muy superior en los tratamientos que incluyeron poda invernal, desde un 59% en T1 hasta un 187% en T0, comparando con T3. Sin embargo, en este parámetro, los tratamientos con poda invernal mostraron diferencias significativas entre ellos, debido a una modificación del número de hojas. Así, T1 presentó al menos un 36% menos de hojas por ramo mixto respecto a T0 y T2, mientras que no difirió significativamente con T3. Por otro lado, el tamaño de las hojas de las plantas no podadas en invierno (T3) fue significativamente menor (- 35%) respecto a los tratamientos podados en invierno (T0, T1 y T2) (Cuadro 4-27).

4.8.2 Componentes del rendimiento

4.8.2.1 Intensidad de Floración y Cuajado de Frutos

La intensidad de floración no fue afectada por los tratamientos de poda, comparando los distintos tratamientos con T0 (poda tradicional invernal). De todas maneras, las plantas no podadas en invierno, o cuyos ramos mixtos no fueron rebajados, presentaron una intensidad de floración significativamente más alta en comparación con las plantas podadas en dos oportunidades (T1) (Cuadro 4-28).

Cuadro 4-29: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos mixtos sobre la intensidad de floración (flores/m ramo mixto) y el cuajado de frutos (%), en plantas de duraznero cv. 'Early Grande'. T0 control; T1 poda invernal + poda en verde; T2 poda invernal sin rebaje; T3 poda en verde.

Tratamiento	Intensidad de Floración	Cuajado de Frutos (%)
T0	31.4 ± 3.9 ab	17.0 b
T1	26.9 ± 4.1 b	3.4 c
T2	36.9 ± 2.1 a	16.5 b
T3	37.7 ± 1.0 a	25.0 a

Valores en la misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente entre sí, según el test de Tuckey ($p \leq 0.05$).

El cuajado de frutos resultó superior en el tratamiento sólo podado en verde (T3), mientras que los tratamientos que incluyeron poda en el mes de junio (T0 y T2), mostraron un valor similar, al menos un 32% inferior al primero. Finalmente, la combinación de ambas fechas de poda (T1) presentó en este caso un porcentaje de cuajado muy inferior a los restantes tratamientos (Cuadro 4-29).

4.8.2.2 Número y tamaño de los frutos

El número de frutos por planta al momento de la cosecha, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de poda. Así, en el tratamiento podado sólo en verde (T3) la cantidad de frutos por planta fue 3.3 veces mayor en relación con los tratamientos en los cuales se realizó despunte (T0 y T1). Por otro lado, si bien las plantas a las que no se les hizo rebaje de ramos durante la poda invernal (T2) presentaron la mitad de frutos en relación a las plantas no podadas en invierno (T3), su carga de frutos fue al menos un 70% superior respecto a las plantas a las que se les practicó rebaje (T0 y T1) (Cuadro 4-29)

El diámetro de los frutos en T3, sin embargo, no disminuyó en forma proporcional a este aumento, resultando sólo 10% menor que en los tratamientos que incluyeron poda invernal (Cuadro 4-29).

Cuadro 4-30: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos mixtos sobre el número de frutos por planta y el diámetro de los mismos (cm) a cosecha, en plantas de duraznero cv. 'Early Grande'. T0 control; T1 poda invernal + poda en verde; T2 poda invernal sin rebaje; T3 poda en verde.

Tratamiento	Frutos/planta	Diámetro (mm)
T0	77.8 ± 13.6 ^z b	66.2 ± 1.7 a
T1	86.6 ± 11.2 b	65.5 ± 2.2 a
T2	146.2 ± 28.2 b	67.0 ± 1.7 a
T3	293 ± 46.9 a	60.4 ± 0.9 b

^z Los valores representan el valor de la medición en el mes de octubre ± el E.S. Valores en la misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente entre sí, según el test de Tuckey ($p \leq 0.05$).

4.8.2.3 Rendimiento

Como consecuencia de las diferencias observadas en el número de frutos por planta, el tratamiento podado sólo en verde triplicó el rendimiento de los tratamientos que incluyeron despunte, y casi duplicó al tratamiento de poda invernal sin rebaje (Fig. 4-22).

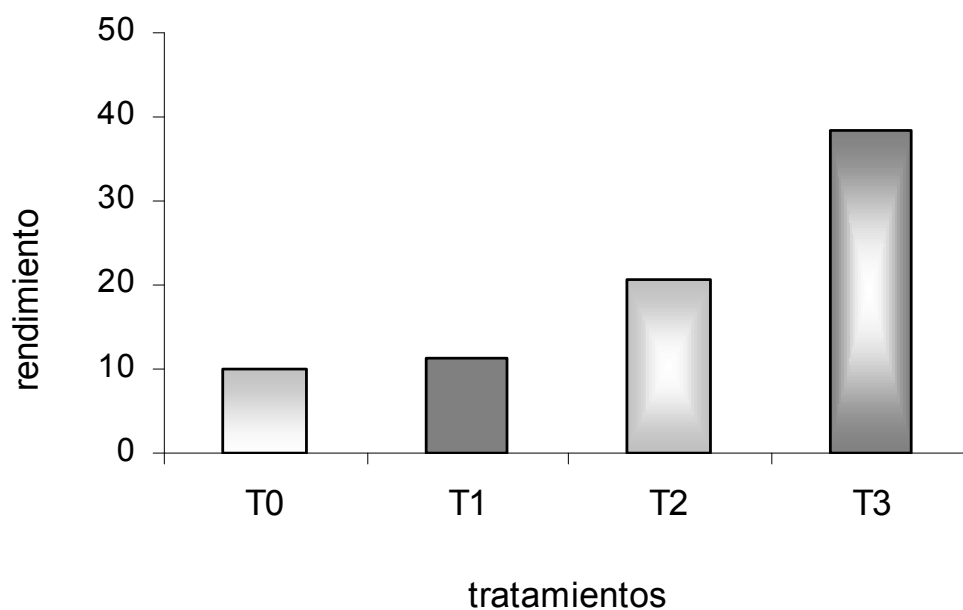


Figura 4-22: Efectos de la poda en verde y del rebaje de ramos sobre el rendimiento de la planta de duraznero, cv. 'Early Grande'. T0 control; T1 poda invernal + poda en verde; T2 poda invernal sin rebaje; T3 poda en verde.

5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

5.1 Radiación incidente y superficie foliar

El crecimiento de las plantas es la integración de distintos procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis, respiración y translocación de asimilados, que ocurren tanto a nivel celular, como en los distintos órganos de la planta (Bruchou & Génard, 1999). En este contexto, la radiación solar adquiere una importancia fundamental debido a su rol como fuente de energía para la producción de materia seca, y en el caso de los frutales, para la determinación del rendimiento (Mierowska *et al.*, 2002), ya que actúa no solo sobre la capacidad fotosintética de las hojas (Marini & Marini, 1983), sino también sobre el crecimiento y la morfogénesis de los ramos fructíferos (Baraldi *et al.*, 1994).

La productividad fotosintética de los árboles frutales depende de factores endógenos (estructura de la hoja, contenido en clorofila, conductividad estomática, ajuste osmótico del árbol y presencia de frutos), y medioambientales (Agustí, 2004). Así, de la radiación solar que incide sobre un árbol, el 30% es absorbida por las hojas, mientras que sólo el 15 % llega al interior de la canopia de los árboles de manzano, cv. 'Mc Intosh'. En otros cultivares, esta cifra puede reducirse aún más, alcanzando niveles de apenas el 7% (Agustí, 2004). Estos valores de radiación repercuten sobre diversos aspectos del desarrollo de los árboles, como son la calidad de los frutos, el desarrollo vegetativo y la densidad foliar en el interior de la canopia, y la inducción de yemas florales. En nuestra experiencia, la radiación medida en el interior de la copa en las plantas no podadas fue inferior al 15% de la radiación incidente sobre la planta, en el período comprendido entre la cosecha y mediados de febrero, mientras que en los tratamientos podados este valor fue superior al 15% por más de 40 días luego de la poda. En los frutales de carozo, entre un 15-20 % de la radiación incidente son necesarios para una correcta inducción y diferenciación floral (Flore, 1994). De esta manera, debido a que en los durazneros precoces, la inducción ocurre luego de la cosecha (Agustí *et al.*, 1997) la mayor disponibilidad de radiación en el interior de la canopia durante el período de inducción floral debería mejorar este proceso. En nuestra experiencia, sin

embargo, la intensidad de floración no aumentó con la poda en verde, aunque se mejoró la calidad (diámetro) y distribución de los ramos fructíferos dentro de la canopia.

Por otra parte, al modificar la arquitectura de la parte aérea, la poda de verano afecta profundamente el crecimiento del árbol y la fotosíntesis del mismo, observándose generalmente un rápido crecimiento de los ramos luego de la poda, tendiente a reestablecer el equilibrio entre las raíces y la parte aérea (Médiène *et al.*, 2004). Nuestros registros del porcentaje de la radiación incidente que llega a la parte inferior de la copa, concuerdan con las observaciones que realizaron Médiène y colaboradores (2002, 2004). Estos autores observaron que el día posterior a la poda de verano, se produjo una disminución en la fotosíntesis neta de la canopia y un significativo aumento en la fotosíntesis por unidad de área foliar, y postularon que la poda indujo una respuesta en dos etapas; la primera de ellas caracterizada por un incremento en la tasa fotosintética por unidad de área foliar, debida al incremento en la penetración de la radiación dentro de la canopia, y a la disminución de la inhibición de la fotosíntesis foliar, por la menor cantidad de carbono fijado por los árboles (efecto feed-back). Luego, la segunda etapa se caracterizó por una gran producción de ramos anticipados, y una tasa fotosintética superior a la que presentaba con anterioridad a la poda (Médiène *et al.*, 2002). Esto se atribuye a que los ramos anticipados actuaron tanto como fuente y como destino de los fotoasimilados (Médiène *et al.*, 2004). En nuestro caso, constatamos en los árboles podados en verde una mayor radiación en el interior de la copa hasta mediados de febrero, una mayor emisión de ramos anticipados en los ramos mixtos y ramos vigorosos reproductivos respecto a las plantas no podadas en verde, y una mayor AF (cm^2/m ramo mixto) al comienzo del período de senescencia foliar. Por lo tanto, si bien las plantas podadas en verde tuvieron mayor radiación en el interior de la copa durante el período de inducción floral, mostraron menor radiación en el interior de la copa durante el otoño, momento en que se diferencian las yemas de flor (Gil-Albert Velarde, 1996).

Además, Mierowska y colaboradores (2002), trabajando en manzano, reportaron que la disminución del área foliar producida por la poda de verano tampoco afectó la fotosíntesis de los árboles, ya que las hojas remanentes fueron capaces de aclimatarse a la mayor exposición a la luz en dos semanas. Resultados

similares en distintos frutales también fueron reportados por Taylor y Ferree (1984); Marini y Barden (1982); Myers y Ferree (1983), y Génard y colaboradores (1998).

Otra característica de las plantas podadas en verde, es que al final de la estación de crecimiento las hojas presentaron un menor peso específico (PEH, mg/cm^2). Esta variable resulta alterada por la intensidad de luz, disminuyendo a medida que aumenta el sombreado, como consecuencia del aumento en la superficie foliar (Agustí, 2004). Esto también fue reportado por Mierowska y colaboradores (2002) en manzano, y por DeJong y Doyle (1985) en duraznero. Las diferencias anatómicas entre hojas adaptadas al sombreado y hojas expuestas a la luz, son bien conocidas (Mierowska *et al.*, 2002), tendiendo las primeras a ser más delgadas, menos densas, con menor contenido de N, y mayor contenido de tilacoides por volumen de cloroplastos (Lakso, 1994; Mierowska *et al.*, 2002). Además, los contenidos de N, P, Ca y Mg son mayores en hojas creciendo a altas irradiancias (Mierowska *et al.*, 2002).

Según lo enunciado precedentemente, el PEH en base seca del tratamiento testigo debería haber sido menor que el PEH del tratamiento podado en verde; sin embargo, en nuestro trabajo, el PEH fue superior en el tratamiento control, debido al mayor porcentaje de MS de sus hojas. En cambio, el tratamiento podado en verde evidenció un PEH 10% superior al testigo, si se realizan los cálculos sobre peso fresco. Keutgen y Keutgen (2000) enfatizaron que la forma de presentar los resultados (en base fresca o seca), puede llegar a influenciar los mismos, debido a que el contenido de agua del material puede variar según el tipo y la edad de la hoja. Por lo tanto, en nuestra experiencia los resultados sobre este aspecto pueden verse afectados por el hecho de que se están comparando hojas con diferente edad y muy diferente contenido de agua.

Otro análisis se refiere a la relación entre el área foliar y la masa foliar (LAR) que, según Ray y colaboradores (2004), constituye una de las estrategias de las plantas para optimizar la cosecha de luz. Estos autores, trabajando en *Hevea brasiliensis*, encontraron que los genotipos que presentaban mayores valores de LAR registraron menores tasas de fotosíntesis neta y mayor degradación de clorofila cuando se los sometía a condiciones de alta irradiancia o bajas temperaturas. En base a estos datos, supusieron que el LAR puede considerarse

como un buen indicador de los fenómenos fisiológicos de aclimatación a 'stresses' ambientales. De todas maneras, el análisis de este indicador presenta las mismas limitantes mencionadas recientemente para el PEH.

La asimilación de dióxido de carbono (o capacidad fotosintética) se relaciona directamente al contenido de N foliar (Calderón *et al.*, 1997; Agustí, 2004), debido a la gran cantidad de enzimas y proteínas que se encuentran involucradas en el proceso de fotosíntesis (Cheng *et al.*, 2000), siendo las proteínas del Ciclo de Calvin y los tilacoides celulares la mayor reserva del N foliar (Evans, 1989; Keutgen & Keutgen, 2000; Urban *et al.*, 2003). Esto fue comprobado en hojas de manzano (*Malus sylvestris* var. domestica), donde se encontraron relaciones directas entre el N foliar y la asimilación de CO₂ y el contenido de clorofila (Cheng & Fuchigami, 2000), en duraznero (Agustí, 2004) y en kiwi (DeJong *et al.*, 1984). Además, hojas con bajo contenido de N presentan menor actividad de la enzima Rubisco y menores tasas de transporte de electrones (Cheng *et al.*, 2000). Por otra parte, en hojas que son de la misma edad, y para una determinada cantidad de N aportado, el N foliar aparece fuertemente relacionado a la exposición a la luz (DeJong & Doyle, 1985; LeRoux *et al.*, 1999, 2001; Rosati *et al.*, 1999, 2000; Mierowska *et al.*, 2002), mientras que el contenido de N foliar disminuye con la edad de la hoja, independientemente del régimen de luz (Agustí, 2004.; Mierowska *et al.*, 2002), por lo cual la actividad fotosintética también disminuye (Faust, 1989).

Asimismo, Singh y Kanwar (2003) demostraron que los ramos más vigorosos de duraznero, presentaban mayor contenido de N en hojas y frutos, y además la calidad y tamaño de los frutos provenientes de los mismos era mejor. Igualmente, Mierowska y colaboradores (2002) reportaron mayores contenidos de clorofila en hojas de ramos vigorosos de manzanos con poda de verano continua, en comparación con árboles no podados en verde, o con poda de verano tardía.

En base a lo anterior, podemos afirmar que el mayor contenido de N foliar que presentan las hojas en el tratamiento podado en verde hasta mediados del mes de febrero, se debe al importante rebrote posterior a la poda, que originó ramos vigorosos y hojas notoriamente más jóvenes que en el tratamiento testigo. Por ello es de esperar que los árboles podados en verde mantengan una alta tasa fotosintética hasta el final de la estación de crecimiento, lo cual puede contribuir a

compensar los hidratos de carbono que fueron consumidos durante el crecimiento vegetativo inducido por la poda.

5.2 Tamaño de los árboles y crecimiento vegetativo

Si bien la producción de fruta por árbol está correlacionada positivamente con el tamaño del mismo (Furukawa, 1998), los árboles grandes tienden a producir menos fruta por unidad de estructura vegetativa (o TCA) que los árboles pequeños (Forshey *et al.*, 1992), debido a la acumulación de madera improductiva. Esto implica que la productividad de los árboles pequeños es mayor (Furukawa, 1998). Además, a pesar de que una cierta cantidad de estructuras vegetativas son necesarias para sostener la producción (Miller & Tworkoski, 2003), gran parte del crecimiento vegetativo en árboles vigorosos, es removido mediante la poda, lo cual representa una ineficiencia en la producción del sistema (Weibel *et al.*, 2003). Estos aspectos, entre otros, determinan que en las explotaciones comerciales modernas, se tienda a disminuir el tamaño de los árboles (DeJong *et al.*, 2005).

Por otra parte, se acepta que los diferentes patrones de crecimiento que exhiben los árboles frutales luego de la poda, dependen fundamentalmente del sistema de poda, el cultivar, y el vigor del árbol (Stiles, 1984; Marini, 1985). De esta forma, las distintas épocas de poda (verano o invierno) determinan variaciones no sólo en el estado de desarrollo de los órganos que afecta, sino también expone a los árboles a ambientes muy diferentes, por lo cual se modifica tanto el período como la tasa de crecimiento de las ramas (Li *et al.*, 1994).

Para la comparación de los distintos tamaños de plantas, el método universalmente aceptado es la utilización del TCA (Weibel *et al.*, 2003), ya que se relaciona directamente al tamaño de la canopia (Autio *et al.*, 2000; Barden & Marini, 2001; Weibel *et al.*, 2003), y al tamaño del sistema radicular (Forshey & Elfving, 1989). Existen numerosos trabajos que relacionan este parámetro con la forma del árbol, la densidad de la plantación, y los métodos de poda. Así, Marini y Sowers (2000), demostraron que la densidad de árboles por hectárea, pero no la forma de los mismos, modifican el TCA; mientras que la altura de los mismos estuvo determinada por la forma, y no por la densidad. Además, concluyeron que la

evaluación puntual del TCA no es una información de valor, mientras que sí lo es el cambio que se aprecia de un año a otro en este parámetro. En nuestra experiencia, observamos que el tratamiento testigo presentó los mayores valores promedio. Estos datos, sumados a la mayor altura y mayor ancho que presentaron los árboles de este tratamiento, y la mayor cantidad de materia seca removida en la poda (sin contar las hojas), indican un crecimiento vegetativo más vigoroso en los árboles no podados en verde. Resultados similares fueron reportados por Marini (1984) en duraznero, Kappel y colaboradores (1997) en cereza, y Dimkova y Vitanova (2001) en ciruela. Además, el incremento anual del TCA se relaciona directamente con el número de ramas totales generadas por el árbol en ese período (Weibel *et al.*, 2003). Esto también fue observado en nuestra experiencia, ya que el mayor incremento del TCA en el tratamiento testigo, fue acompañado por el registro de un mayor número de ramas reproductivas totales en ese tratamiento, a lo largo de todos los períodos en los que se evaluó este parámetro. De esta manera, los árboles podados en verde presentaron, a igual rendimiento de fruta, menor tamaño de árbol, por lo cual la productividad por árbol fue mayor en este tratamiento. Adicionalmente, cuando estos parámetros fueron evaluados en la experiencia que abarcó otros momentos y métodos de poda (con o sin rebaje), se demostró que si bien la inclusión de la poda en verde como complemento de la poda invernal tradicional tuvo una marcada influencia en el desarrollo vegetativo de las plantas (brotes y AF), la supresión de la poda invernal también contribuyó a la disminución del vigor vegetativo, lo cual se manifestó en un menor número de brotes y de hojas, un menor tamaño de las mismas, y en consecuencia, una menor AF en el tratamiento que fue podado sólo en verde. Esto se atribuye al hecho de que las plantas no podadas en invierno presentaron un mejor comportamiento reproductivo que condicionó competitivamente al crecimiento vegetativo. Por lo tanto, la modificación del sistema de poda permitiría aumentar la densidad de las plantaciones, y por lo tanto, incrementar la producción de fruta por hectárea. Sin embargo, en nuestro trabajo no evaluamos en que proporción podría elevarse la densidad de árboles por hectárea.

Basile y colaboradores (2003) y Berman y DeJong (1997a) sostuvieron que las diferencias en la oscilación diaria del potencial agua de los ramos, explica la tasa de elongación de los mismos, y esto define tanto su longitud, como el largo de

entrenados. Además, la sensibilidad del crecimiento de ramos a las relaciones hídricas tiende a disminuir a medida que progresa la estación de crecimiento (Basile *et al.*, 2003), y de esta manera la temperatura es la que gobierna la tasa de extensión de los tallos cuando las fluctuaciones del potencial agua son mínimas (Berman & DeJong, 1997b). En nuestro caso, los árboles podados en verde presentaron ramos productivos de igual longitud que los del tratamiento testigo, aunque de mayor diámetro y mayor longitud de entrenudos, ya que tuvieron un lapso de tiempo suficiente como para regenerar una buena estructura vegetativa, direccionando el crecimiento hacia los puntos seleccionados mediante la poda. En cuanto al número de entrenudos, si bien Weibel y colaboradores (2003) sostuvieron que la longitud de entrenudos está asociada al vigor del árbol, y árboles menos vigorosos presentan entrenudos más cortos, en nuestra experiencia este parámetro resultó variable entre años, y dependiente de la longitud de las ramas remanentes luego de la poda.

En la evaluación de los sistemas de poda, raramente se incluye el análisis de la cantidad y distribución espacial de las ramas originadas con posterioridad a la poda (Stephan *et al.*, 2007), siendo estas variables fuertemente influenciadas por el manejo cultural. Las diferencias en el patrón de crecimiento de los nuevos ramos, en las distintas posiciones de la planta, produce cambios en la posición dominante del crecimiento vegetativo (Li *et al.*, 1994). Así, estos autores sostuvieron que, luego de la poda, la posición del crecimiento dominante es transferido desde el ápice hacia los nuevos ramos que crecen en la parte basal. Del mismo modo, Cook y colaboradores (1999) estipularon que la temprana pérdida, o el mantenimiento, del control apical, regula la arquitectura de la planta y la ramificación siléptica, en durazneros y nectarinos. Esto último se fundamenta en que la poda remueve partes de la planta que son sitios de producción de hormonas (Faust, 1989), por lo cual es lógico suponer que las que son producidas en las raíces tiendan a dominar, y el balance hormonal del árbol se modifique (Mika *et al.*, 1983), favoreciendo un rápido crecimiento vegetativo que tiende a reestablecer la parte aérea de los árboles (Rom & Ferree, 1985; Génard *et al.*, 1998). Estas brotaciones, según la amplitud de la estación de crecimiento, pueden extenderse hasta prácticamente el comienzo del período de reposo (Barbosa *et al.*, 2000).

En nuestro trabajo, los distintos tratamientos de poda presentaron diferencias notorias, tanto en la morfología de los ramos fructíferos, especialmente ramos mixtos y ramos vigorosos reproductivos, como en la distribución de los mismos dentro de la copa del árbol. En las plantas podadas en verde la mayor proporción de los ramos fructíferos se ubicó a menor altura en comparación con las plantas no podadas y aumentó la proporción relativa de los insertos directamente sobre el esqueleto de la planta. Este aumento en la producción de madera productiva en la parte central y baja de la canopia, también fue reportado por Li y colaboradores (1994), y Norton (2007), quienes también compararon la poda de verano con los métodos tradicionales de poda invernal. Este patrón de crecimiento puede explicarse por el mayor control del crecimiento que se ejerce sobre la parte superior de la canopia, y por el aumento en la penetración de luz en la parte interna de la misma (Li *et al.*, 1994; Lescourret *et al.*, 1998).

De esta manera, la poda en verde permitió controlar el vigor del crecimiento vegetativo, disminuyendo el tamaño de los árboles podados, lo cual incide directamente sobre el manejo de los mismos, y sobre los costos del sistema productivo (DeJong *et al.*, 1999, 2005). Además, mejoró la calidad de los ramos fructíferos producidos, en cuanto a su diámetro y su inserción en la parte media e interna de la canopia, al favorecer la penetración de luz (Stebbins, 1997) y disminuir la competencia entre los nuevos ramos, y la ramificación de las ramas del año anterior.

5.3 Producciones Axilares

Las diferencias en la distribución de yemas vegetativas y reproductivas dentro del ramo productivo, es un aspecto de gran importancia agronómica (Fournier *et al.*, 1998; Bussi *et al.*, 2005), ya que la localización de la fuente y los destinos influyen sobre el patrón de transporte y la partición de asimilados (Bruchou & Génard, 1999), el cuajado de los frutos (Fournier *et al.*, 1998), la calidad de los mismos (Génard & Bruchou, 1992), y consecuentemente, en el rendimiento de fruta (Pérez-González, 1993).

Marini (2002b) sostuvo que el vigor de la variedad, el ambiente al cual está expuesto el árbol, y la mayor o menor exposición a la luz solar, modifican el número y la distribución de las yemas a lo largo de la rama. Estos parámetros, a su vez, determinan la forma y ubicación de las ramas, y de esta manera, el modelo de crecimiento del árbol, y la mayor o menor dificultad en su manejo Marini (2003b).

Por otra parte, si bien la densidad de flores, expresada como flores/nudo, es un parámetro relativamente constante entre las variedades de duraznero (Fournier *et al.*, 1998), el mismo puede diferir entre los distintos tratamientos de poda, y determinar así la mayor o menor ventaja competitiva de éstos ante situaciones extremas, como lo son las heladas tardías. De acuerdo a nuestra experiencia, las mayores discrepancias en cuanto al número y ubicación de las yemas florales, se observaron en los ramos vigorosos reproductivos, y en los ramos mixtos, ambos de notoria importancia productiva y económica (Marini & Sowers, 1994). Así, la poda en verde incrementó notoriamente el número de yemas totales, y el número de yemas florales por metro y por nudo. Esta mayor cantidad de yemas tuvo su origen en la mayor tasa de elongación de los ramos anticipados que presentó el tratamiento podado en verde, siendo la producción de ejes silépticos el caso extremo (Fournier *et al.*, 1998). Este último suceso se vio favorecido por la pérdida temporal de la dominancia apical (Faust, 1989), y la modificación del balance hormonal de la planta causado por la poda (Mika *et al.*, 1983), que provocó la ruptura de la dormición en las yemas axilares (Saure, 1987; Faust, 1989). Este patrón de ramificación que prevaleció en el tratamiento podado, determinó que el mismo presente una distribución de yemas más heterogénea, abarcando no sólo el eje principal, sino también los ejes silépticos. Esto puede influir no sólo en la posición relativa de los frutos en la canopia, y en su mayor o menor exposición a la radiación solar, sino también en la relación hoja-fruto (H-F) durante el crecimiento de los mismos (Génard, 1992). Este efecto en la relación H-F sobre la tasa de crecimiento del fruto, es relevante en los cultivares tempranos, en los cuales la competencia entre el crecimiento vegetativo y el crecimiento de los frutos es mayor que en los cultivares de media estación o tardíos (Ben Mimoun *et al.*, 1998). Así, para asegurar un buen desarrollo de los frutos, Flore y Layne (1996) propusieron una relación H-F de 16, mientras Sansavini y colaboradores (1985) citaron valores H-F entre 16 y 25.

Sin embargo, el patrón de ramificación y la modificación de la distribución de las yemas, difiere según la fecha de realización de la poda de verano y la intensidad de la misma, como fue observado por nuestro grupo de trabajo en otras oportunidades (datos no presentados), y depende fundamentalmente de la tasa de elongación de los nuevos ramos, y del período de crecimiento luego de la poda en verde. Del mismo modo, Furukawa y colaboradores (1992) reportaron que, tanto el tamaño de las ramas, como la formación de yemas, estuvo fuertemente asociado a las fechas de poda en verde, ya que al retrasar la misma, se redujo el largo de rama y la formación de yemas.

Esto implica que la poda de verano modificó el patrón de crecimiento vegetativo de los árboles podados, favoreciendo la generación de ejes silépticos anticipados. En nuestro caso, estas modificaciones en la distribución de yemas no afectaron la intensidad de floración, el cuajado de los frutos ni la cantidad y el tamaño de los mismos. Por lo tanto, con los rendimientos normales de nuestra zona, la modificación de las producciones axilares de los ramos reproductivos del duraznero causado por la poda en verde no parece ser un factor limitante en la determinación del rendimiento del duraznero.

5.4 Reposo vegetativo y ruptura de la dormición

La poda en verde provocó un importante crecimiento vegetativo durante el verano, que derivó en cambios fenológicos, fisiológicos y morfológicos en los árboles podados. Así, esta práctica retrasó la ocurrencia de las diferentes etapas fenológicas, entre ellas la entrada en dormición. De todas formas, esta observación correspondió a un ciclo en el cual la poda en verde fue particularmente intensa, por lo que este retardo en la fenología podría considerarse como una situación extrema, que no se repitió en ciclos posteriores donde las podas fueron menos intensas (datos no presentados).

La dormición es definida como un estado en el cual el crecimiento visible y el desarrollo están suspendidos (Lang *et al.*, 1987). En las plantas perennes, la inducción a la dormición y la aclimatación a la tolerancia al frío son procesos muy

cercanos, lo que hace que sea dificultoso separar a ambos, como también distinguir las causas de los efectos.

La entrada en dormición es influida por el fotoperíodo, las bajas temperaturas y el estrés hídrico (Olsen *et al.*, 2004). El estímulo fotoperiódico es percibido por los fitocromos (y posiblemente por los criptocromos) de las hojas (Addicot, 1991), y posteriormente traslocado a los ápices donde tienen lugar los eventos de desarrollo, resultando en una reprogramación de la actividad meristemática del ápice, que incluye la división celular en los meristemas subapicales y la diferenciación temporal de escamas en las yemas (Olsen *et al.*, 2004). En cambio, algunos autores consideran que el efecto del fotoperíodo es indirecto, ya que actúa a través de la regulación del cese del crecimiento apical (Olsen *et al.*, 2004).

Al final del verano, cuando la longitud del día se reduce, se inicia la paradormición (Faust *et al.*, 1997). El estímulo fotoperiódico percibido por las hojas se traduce en un incremento de la concentración de inhibidores del crecimiento, principalmente del ABA, y una reducción de la concentración de promotores del crecimiento (auxinas, citoquininas y giberelinas) (Faust, 1989). Este mismo autor y Tanino (2004) sostienen que un factor traslocable sería producido en las hojas y luego transportado a las yemas, para localizarse en las escamas y producir posteriormente la inhibición de la brotación. Distintos trabajos refuerzan esta idea (Swartz *et al.*, 1984; Faust, 1989), y sugieren que el principal inhibidor sería el ABA

Después de que se reduce el crecimiento vegetativo como respuesta al estímulo fotoperiódico, los árboles frutales caducifolios comienzan también a desarrollar la resistencia a las bajas temperaturas (Schuyler *et al.*, 1992). Las hojas en este proceso cumplen importantes funciones como ser la de proveer sustratos carbonados y la de percibir los estímulos ambientales (Schuyler *et al.*, 1992). De esta manera, la llegada de las bajas temperaturas del invierno, intensifican la dormición. En este período, y posiblemente promovido por el ABA, se produce en las yemas, la síntesis de proteínas hidrofílicas, denominadas ‘dehidrinás’ que son capaces de fijar el agua (Faust *et al.*, 1997). Otros factores abióticos estresantes, también pueden inducir la síntesis de estas proteínas (Tanino, 2004), las que favorecen la deshidratación celular, permitiendo también una mayor resistencia al

frío. Así, la planta entra en la fase de endodormición, fase durante la cual se produce la pérdida de conexión e interacción entre los distintos órganos de la planta (Faust *et al.*, 1997), e incluso entre células del mismo ápice (Sozzi *et al.*, 2007).

En el proceso de entrada en dormición y de aumento de la tolerancia al frío, la abscisión foliar adquiere gran relevancia y modifica el comportamiento posterior de la planta (Sozzi *et al.*, 2007). La caída de las hojas está influenciada por numerosos factores fisiológicos, internos y externos, que finalmente podrían resumirse en aquellos que modifican el contenido de hidratos de carbono y de nitrógeno foliar. Así, plantas con alto contenido de N presentan alto contenido de auxinas, y consecuentemente un balance hormonal favorable en la zona de abscisión, lo que inhibe fuertemente este proceso, modificando la deposición de materiales en la pared celular, la respiración oxidativa, la síntesis de enzimas, proteínas, ácidos nucleicos, y otras sustancias utilizadas para el crecimiento y el mantenimiento de las estructuras (Addicott, 1991). Además, aplicaciones externas de reguladores de crecimiento, que favorecen la retención foliar, han demostrado aumentar el contenido de clorofila y pigmentos fotosintéticos en duraznero (Schuyler *et al.*, 1992). Por otro lado, Addicott (1991), también observó que hacia finales de verano, principios de otoño, la presencia de una superficie foliar más joven, favorece la fotosíntesis y la acumulación de hidratos de carbono, resultando en paredes celulares más gruesas en la zona de abscisión, lo que demora este proceso fisiológico. Por otro lado, la disminución de las hormonas promotoras del crecimiento, y la síntesis y traslocación de ABA también se demoran. De esta forma, se pospone también el desencadenamiento de la serie de eventos que llevan a la imposición de la dormición en los tejidos de las plantas.

En nuestra experiencia, la poda en verde modificó la edad de las hojas, ya que en el tratamiento podado en verde se produjo una compensación del área foliar de la planta a través de la emisión de ramos anticipados posteriores a la misma. Esta observación se respalda en observaciones visuales, análisis de nitrógeno foliar y estudios de peso fresco y seco de las hojas, en la fase de comienzo de senescencia. Así, los árboles podados en verde presentaron mayor área foliar (AF: cm²/m ramo mixto), hojas con mayor concentración de N, y mayor peso específico de la hoja (PEH, en peso fresco).

En base a estas evidencias, la demora en la abscisión de las hojas y la entrada en dormición observada en las plantas podadas en verde, son atribuidas a la diferente edad de las hojas de los distintos tratamientos.

Por otra parte, la defoliación y la aclimatación al frío involucran una serie de eventos relacionados entre sí que tienen influencia no solo en la época en que las plantas entran en latencia, sino también en la intensidad o profundidad de la misma, y en su finalización en la primavera. En este sentido, existen datos contradictorios respecto del efecto de la defoliación sobre la brotación y la floración. Así, algunos autores observaron que una defoliación temprana provocó un retraso en la floración primaveral del duraznero (Lloyd & Firth, 1990), mientras que en otros casos se retrasó la floración manteniendo las hojas en los árboles durante el otoño (Walser *et al.*, 1981). La defoliación anticipada de diferentes variedades de duraznero redujo la profundidad de la dormición, pero mientras en algunas variedades esto implica un adelanto de la brotación, en otras se produce un retraso de la misma (Lloyd & Firth, 1990). Esta fuerte interacción entre cultivares y respuesta a la dormición puede ser atribuible a que las yemas de las diferentes variedades se encuentran en diferentes estados de desarrollo al momento de la defoliación (Lloyd & Firth, 1990). Por otro lado, una defoliación temprana afecta la acumulación de reservas y la diferenciación floral (Faust, 1989), mientras que la defoliación en una época cercana a la época normal de abscisión de las hojas no afecta la acumulación de reservas y adelanta la fecha de floración respecto a los controles. Así, si la endodormición es el resultado de un traslado gradual de las fuentes de inhibición desde órganos remotos hacia la yema (Balandier *et al.*, 1995), la ausencia de este traslado como consecuencia de una defoliación adelantada podría ser la causa de una menor profundidad de endodormición (Favaro, 2007). Por el contrario, cuando se retrasa la abscisión foliar las hojas continúan enviando señales o inhibidores (¿ABA?) que contrarrestan el efecto de las bajas temperaturas, tal como fue observado en manzano (Chandler, 1960). Consecuentemente, la demora de la abscisión de las hojas puede afectar negativamente el cubrimiento de los requerimientos de frío, provocando diversos desórdenes fisiológicos (Gil-Albert Velarde, 1996; Agustí, 2004). Ambos autores citan, entre otros, un retraso en la apertura de yemas y una brotación irregular y dispersa. Estos efectos, en algunos años, pueden resultar beneficiosos, ya que permiten a los árboles escapar a las

heladas primaverales (Agustí, 2004). Efectos más graves provocados por la falta de frío, tales como caída de yemas (Gil-Albert Velarde, 1996), frutos múltiples, etc., no fueron observados en ninguno de los ciclos estudiados.

Por otra parte, la brotación también puede ser pospuesta por altas aplicaciones de nitrógeno (Reeder & Bowen, 1978) o por aplicaciones otoñales de giberelinas (Walser *et al.*, 1981), en ambos casos mediados por un retraso en la abscisión foliar otoñal, y modificación del período de dormición (Schuyler *et al.*, 1992). Adicionalmente, las sustancias químicas utilizadas para romper la dormición son más efectivas en combinación con la realización, en el momento oportuno, de determinadas prácticas culturales como la defoliación o la poda (Dozier *et al.*, 1990).

Sin embargo, los efectos de la poda en verde sobre la fenología de los árboles frutales han sido poco estudiados, y los resultados que se encuentran en la bibliografía son dispares. En nuestra experiencia, en el tratamiento de poda en verde, las fechas de inicio de brotación y floración se retrasaron unos días en comparación con el control. Estos resultados coinciden con los reportados en almendra por Küden y colaboradores (1998), pero no con los citados por Raseira (1992), quien sostuvo que la poda de verano realizada luego de la cosecha adelanta la floración en durazneros, lo cual en climas templados predispone a daños por bajas temperaturas. Además, en nuestro caso, los efectos de la poda en verde, efectuada en los meses de octubre o noviembre (según los años), se extendieron hasta la cosecha siguiente, un año después de efectuados los tratamientos. Las etapas fenológicas que tuvieron mayor divergencia entre los tratamientos fueron el inicio de la senescencia (aproximadamente 15 días), y la ruptura de la dormición (7 días). A partir de la floración e inicio de cuajado, las diferencias comenzaron a diluirse, y, finalmente, la cosecha se desfasó sólo en unos días.

De esta manera, el retraso que se observó en la fenología en lo referente a la brotación y floración primaveral, debe interpretarse a partir de los distintos momentos en que cada tratamiento entra en reposo, ya que la poda en verde retrasó la abscisión foliar en otoño, y la fecha de defoliación modifica el patrón de crecimiento vegetativo y reproductivo primaveral de los árboles deciduos (Lloyd &

Firth, 1990). Por otra parte, en nuestra experiencia, en todos los casos la floración ocurrió antes que la brotación, indicando que el tiempo medio a brotación (TMB) de las yemas de flor fue menor al de las yemas vegetativas, de acuerdo a las horas de frío habituales para la región (Gariglio *et al.*, 2006). Por otra parte, la evolución del porcentaje de brotación presentó divergencias entre los tratamientos; el control evidenció un mayor número de ramos reproductivos brotados durante todo el período analizado, aunque las diferencias se fueron diluyendo hasta hacerse nulas aproximadamente al mes de iniciada la brotación.

Desde otro punto de vista, existe una relación directa entre el contenido de carbohidratos en la madera durante la latencia y el porcentaje de yemas brotadas, siendo la relación negativa y significativa, pero sólo para el almidón (Faust, 1989). De esta manera, podría suponerse que la demora en el inicio de la floración y la brotación se debieron a una insuficiente cantidad de reservas en el tratamiento podado en verde, ya que las plantas invirtieron gran cantidad de hidratos de carbono y nitrógeno en el rebrote posterior a la poda. Ferree y colaboradores (1984) trabajando con manzanos y durazneros, llegaron a la conclusión de que la poda en verde no modificó el contenido de carbohidratos no estructurales en ninguno de los dos frutales; por el contrario, los niveles de sorbitol, glucosa y fructosa en las raíces de manzanos aumentaron con la poda. Estos resultados son distintos a los reportados por Borba y colaboradores (2005), quienes sostienen que cuando se realiza poda de renovación luego de la cosecha a durazneros tempranos, se produce una disminución de los tenores de carbohidratos en raíces para sostener el nuevo crecimiento, y además, las nuevas hojas que actúan como fuente no alcanzan a reponer la reserva carbonadas en las raíces. De todas maneras, si bien las plantas consumen reservas en el nuevo crecimiento posterior a la poda de verano, puede suponerse que un retraso de la senescencia foliar prolonga la actividad asimilatoria del canopy y contribuye a mantener o aumentar las reservas futuras (Guiamet, 2004).

En cuanto a la aclimatación de las yemas al frío, un estudio realizado por Schuyler y colaboradores (1992) en el cual se compararon diferentes fechas de defoliación en duraznero y cereza, evidenció resultados variables. En algunos cultivares, la resistencia a las bajas temperaturas de las yemas florales aumentó con el retraso de la caída de hojas, mientras que en otros casos, no se encontraron

diferencias entre los distintos tratamientos. Fuchigami y colaboradores (1971) postularon que un promotor de la aclimatación al frío era producido en las hojas, mientras que Holubowicz (1982), determinó que el mismo se sintetizaba fundamentalmente en las hojas jóvenes, es decir que aquellos tratamientos que permitieran demorar la senescencia podrían aumentar la aclimatación al frío de las yemas florales (Schuyler *et al.*, 1992). Sin embargo, en nuestro caso, el efecto que prevaleció fue la menor lignificación de la corteza en los ramos generados luego de la poda de verano, y un menor desarrollo de las yemas, tanto vegetativas como reproductivas, al momento de la caída de las hojas del tratamiento control. Por esta razón, las plantas podadas en verde podrían presentar problemas por menor resistencia al frío, en años de temperaturas muy bajas al inicio del período de reposo (Crassweller, 1999), ya que el proceso de aclimatación al frío no ha culminado en las plantas podadas en verde, consecuencia de un retraso de todas sus etapas fenológicas y procesos fisiológicos.

Esto implica que, como la intensidad de la poda en verde es determinante del crecimiento vegetativo posterior (verano-otoño), la tolerancia a las bajas temperaturas en el período inicial de la dormición estaría inversamente relacionado a la intensidad de la poda en verde.

Sin embargo, para que esto ocurra deben darse simultáneamente dos cuestiones: una alta intensidad de poda en verde, y temperaturas de congelamiento muy bajas durante el inicio del período de reposo, tal como sucedió en el año 2003 (datos no presentados).

5.5 Componentes del rendimiento

La inducción floral de una yema vegetativa es el cambio que se produce en el interior de su meristemo apical como consecuencia de una variación en la redistribución de asimilados y compuestos hormonales dentro de la planta (Agustí, 2004). Así, tanto las condiciones ambientales como el vigor del árbol son factores determinantes de la iniciación y desarrollo de las yemas de flor, y el estímulo del crecimiento vegetativo durante el período de inducción tiende a reducir la floración como consecuencia de la síntesis y traslocación de giberelinas en los ápices en

crecimiento (Gil-Albert Velarde, 1996). Como la poda en verde realizada luego de la cosecha produjo un incremento de la actividad vegetativa, y los durazneros de bajos y medios requerimientos de frío se inducen luego de la cosecha (Agustí *et al.*, 1997; González-Rossia *et al.*, 2007), es de esperar que esta práctica cultural pueda resultar perjudicial al proceso de inducción floral, al favorecer el reparto de carbohidratos hacia los nuevos brotes (Gil-Albert Velarde, 1996; Reig *et al.*, 2006), restringiendo así su disponibilidad para el proceso de inducción floral (Agustí, 2004). Por otra parte, recientemente se ha avanzado en el estudio de la reducción de la intensidad de floración del duraznero (Reig *et al.*, 2006; González-Rossia *et al.*, 2007) y de otros frutales de carozo (Gonzalez-Rossia *et al.*, 2006), con el objetivo de disminuir el costo del raleo manual de frutos. Así, González-Rossia y colaboradores (2007) demostraron que la aplicación exógena de giberelinas luego de la cosecha inhibe parcialmente la inducción floral, disminuyendo la intensidad de floración en hasta un 50%. De esta manera, la poda en verde podría ser estudiada también con este objetivo, ya que, realizada luego de la cosecha, estimula el crecimiento vegetativo en el momento en el cual las variedades tempranas inician su proceso de inducción floral. Sin embargo, en nuestra experiencia no hemos observado una disminución en la intensidad de floración causada por la poda en verde, posiblemente porque esta técnica produce dos efectos contrastantes sobre el proceso de inducción floral. Por un lado, aumenta la disponibilidad de luz en el interior de la canopia, y por otro, estimula el crecimiento vegetativo, por lo que a la vista de los resultados, es probable que ambos efectos se neutralicen.

Además, la cantidad de flores logradas por el tratamiento podado en verde, estuvo condicionada por la severidad de la poda de verano, y por las condiciones climáticas de cada año en particular. Así, cuando la poda fue muy severa, el rebrote posterior fue importante, y la floración el año siguiente tendió a disminuir respecto al control; mientras que cuando la poda de verano fue menos intensa, los árboles podados en verde mostraron una intensidad de floración que tendió a ser superior al testigo, aunque las diferencias no fueron significativas. Distintos resultados fueron encontrados por Guidoni y colaboradores (1998) en cereza, quienes postularon que la intensidad de la poda de verano no produce diferencias entre tratamientos en el número de flores por rama, ya que el efecto que predomina es la remoción de la influencia hormonal que presenta el brote apical, más que la longitud

o el número de nudos de la rama remanente. Por otra parte, distintos trabajos en frutales de pepita y de carozo mostraron resultados variables según la fecha de realización de la poda en verde (Faust, 1989), y la intensidad de la misma (Crassweller, 1999). Este autor sostuvo que en manzano, podar en el mes de enero mejora la floración, mientras que si la poda se realiza en febrero o marzo, no se producen cambios notorios en la intensidad de floración, respecto a testigos no podados en verano. En pera, Asín y colaboradores (2007) demostraron que podar en el mes de diciembre disminuyó la intensidad de floración del año siguiente, pero finalmente no se constataron diferencias de rendimiento respecto a los otros tratamientos. Esta menor intensidad de floración fue provocada por un activo crecimiento vegetativo que coincidió con la iniciación floral de este cultivo; similares resultados fueron reportados por Maas (2005). En duraznero, al atrasar la fecha de la poda de verano aumentó el número de flores por nudo, pero la floración disminuyó proporcionalmente con la intensidad de la poda en todas las fechas (Crassweller, 1999), debido a que las fechas de poda más tempranas incrementan el crecimiento vegetativo posterior en diferentes especies frutales (Miller, 1982; Myers & Ferree, 1983; Ferree *et al.* 1984; Faust, 1989; Forshey & Elfving, 1989). Por estas razones, al realizar un análisis de cada caso en particular deben considerarse la variedad, época de ejecución de la poda en verde, y la intensidad de la misma (Crassweller, 1999).

Sin embargo, estos resultados no siempre pueden extrapolarse a nuestras situaciones, ya que la época de realización de la poda, y el tipo de variedades utilizadas en las distintas experiencias son diferentes. En este aspecto, resultados recientes obtenidos por nuestro grupo de trabajo, evidencian que al realizar la poda de verano en una época alejada del período de inducción floral, por ejemplo febrero, la intensidad de floración aumenta significativamente respecto a testigos podados únicamente en invierno (datos no publicados). Además, los resultados logrados en la experiencia con la variedad 'Early Grande', plantean el interrogante de la conveniencia de efectuar un manejo alternativo de la poda en nuestra zona, ya que los tratamientos que obtuvieron los mejores índices reproductivos no son los comúnmente utilizados a escala comercial. Así, el tratamiento que abarcó únicamente poda de verano fue el que obtuvo los mayores valores en las variables que describen los componentes del rendimiento (intensidad de floración, porcentaje

de cuajado, número de frutos por planta, y rendimiento), mientras que el tratamiento de poda invernal con rebaje presentó el peor comportamiento.

Otro aspecto a destacar, son las bajas intensidades de floración registradas en nuestra experiencia, con valores que oscilaron entre 13 y 25 flores/metro en promedio, para ambos tratamientos, y valores un poco superiores en el cv. 'Early Grande', llegando en algunos casos a 37 flores/metro en el tratamiento de poda en verde sin poda invernal. Estos valores resultan muy distintos a los reportados por Pérez (2004) para un amplio espectro de variedades de bajo requerimiento de frío, en las cuales la intensidad de floración varió entre 24 y 97 flores/metro. Este mismo autor sostiene que esta variable está fuertemente gobernada por un componente genético, por lo cual puede ser manipulada a través de programas de selección y mejoramiento. Sin embargo, González-Rossia y colaboradores (2007), trabajando en España con variedades idénticas a las nuestras, observaron intensidades de floración claramente superiores, en un rango de 19 a 52 flores/metro, según los tratamientos. Esto demuestra que este parámetro no se encuentra solo bajo influencia genética, sino que factores ambientales y de manejo provocan variaciones importantes en el mismo.

Por otra parte, los frutales de carozo, creciendo sin condiciones restrictivas, presentan altos valores de cuajado de frutos, lo cual en muchos casos va en detrimento de la calidad comercial de los mismos (Faust, 1989), ya que aproximadamente un 80% de la variación en el tamaño final de los mismos puede ser explicada por el número de los que cuajan inicialmente (Agustí *et al.*, 1997). Si bien en estas especies el porcentaje de cuajado no se modifica dentro de un amplio rango de producción de flores (González-Rossia *et al.*, 2006), Pérez (2004) menciona que la cantidad de frutos cuajados depende del genotipo, el ambiente y las prácticas de manejo de la plantación. En nuestro caso, cuando analizamos la relación entre la intensidad de floración y el porcentaje de cuajado, encontramos una muy baja correlación entre ambas variables, confirmando lo enunciado por González-Rossia y colaboradores (2006). Esta relación es muy distinta a la que se encuentra en otros cultivos frutales, como los cítricos (Agustí, 2003), en los cuales una gran intensidad de floración va en detrimento del número de frutos establecidos.

En ciruela, Sharma y colaboradores (1995) postularon que el tamaño y peso de la fruta aumenta con la intensidad de poda de invierno, debido a que la disminución de ramas provoca un raleo anticipado de flores, y consecuentemente, la carga de frutos es menor. Del mismo modo, reducir el largo de los ramos fructíferos en un 50% por medio de la poda, disminuye la cantidad de frutos en el árbol, y en algunos casos aumenta el tamaño de la fruta (Marini, 2002a). Esta relación lineal y negativa entre el tamaño de la fruta y el número de frutos por árbol ha sido revisada por distintos autores (Johnson & Handley, 1989; Marini, 2001a). Sin embargo, la respuesta del tamaño de frutos a la carga está fuertemente influenciada por la distribución de los mismos en los distintos tipos de ramos (Marsal *et al.*, 2003) y por la longitud de éstos (Marini, 2001a). La regulación de la carga mediante el raleo de ramos y el acortamiento de los mismos durante la poda invernal, pasaría a ser una práctica cuestionable en base a los resultados obtenidos en nuestra experiencia, ya que la poda invernal, fundamentalmente aquella que incluye el rebajo de los ramos, afectó el comportamiento reproductivo de los cultivares de durazneros de bajos requerimientos de frío. Aparentemente, la poda invernal reduce la tolerancia al frío de los pistilos florales, evitando su reaclimatación luego de un período de temperaturas elevadas durante el reposo (Durner, 1990), y este fenómeno sería más notorio en el caso de podas cortas (Li *et al.*, 1994). De este modo, las plantas podadas serían más sensibles a las heladas tardías, las cuales son comunes bajo nuestras condiciones climáticas. Por lo tanto, las plantas solamente podadas en verde, presentarían varias ventajas respecto a la poda invernal tradicional en la lucha pasiva contra las heladas tardías, como ser, el atraso de una semana en la floración, una mayor cantidad de ramos fructíferos, y una aparentemente mayor tolerancia al frío. Estos factores pueden explicar el mejor comportamiento reproductivo de las plantas solamente podadas en verde respecto a las plantas que fueron podadas en invierno (con o sin poda en verde previa). Como desventaja, las plantas solamente podadas en verano, poseen una alta carga inicial de frutos, que pueden condicionar su tamaño a cosecha (Agustí *et al.*, 1997; Goldschmidt & Lakso, 2005).

Por otra parte, Stebbins (1997) sostuvo que los árboles bien podados presentan una buena producción de frutos de calidad convenientemente distribuidos en las proximidades del suelo, debido a una mejor distribución interna

de la luz. En nuestra experiencia, la poda en verde no modificó el número de frutos totales, su tamaño, y rendimiento total, aunque si se verificó una mejor distribución de frutos en altura, como consecuencia de una mayor producción de ramos mixtos y vigorosos en la parte media de la canopia.

5.6 Cantidad de material extraído y tiempos de poda

La maximización de los beneficios tendría que ser el objetivo de todo productor. En este contexto, es indispensable considerar todos los aspectos de la explotación, asegurándose no sólo de lograr buenos rendimientos, sino también de mantener los costos en un valor aceptable (Day *et al.*, 1999; Lavelle, 2005), ya que no siempre los sistemas más productivos, y de mayores rendimientos, son los más rentables (DeJong *et al.*, 1999). Según Marini y Sowers (2000), los estudios de investigación deberían poner más atención a los valores tanto de la producción obtenida, como de los costos asociados a la misma.

La poda es una de las labores culturales que más incide en los costos de producción de los frutales. Tradicionalmente, la poda en verde ha sido utilizada en el duraznero para regular el vigor de los árboles frutales (Berman & DeJong, 1997b), para mejorar la iluminación de los frutos previo a la cosecha (Erez & Flore, 1986; Marini *et al.*, 1991; Génard, 1992; Génard & Baret, 1994), o para acortar el tiempo requerido para alcanzar plena producción (Ingels & Dong, 2000; Ingels *et al.*, 2002). Sin embargo, existen pocos trabajos de investigación que consideren esta técnica como un método de renovación de ramos mixtos en post-cosecha, con un criterio similar al de la poda en seco. Uno de estos estudios fue realizado por Borba y colaboradores (2005), quienes, trabajando con durazneros en el Estado de San Pablo (Brasil), realizaron un exhaustivo estudio de este tipo de poda, a la que denominaron “poda de renovación”, pero se centraron sólo en aspectos fisiológicos y productivos, sin abarcar los aspectos técnicos y económicos.

En nuestra experiencia, la poda en verde disminuyó sustancialmente no sólo la cantidad de material total removido durante el período invernal, sino también la cantidad de componentes perennes (madera de más de un año) que se extrajeron en ese período, reduciendo de esta manera los requerimientos de poda invernal

(Ingels & Dong, 2000). Este hecho tiene importantes implicancias en los costos de producción, ya que se reduce la demanda de mano de obra durante un período del año en el que la misma es relativamente escasa, y por ende, más cara. Así, la poda en verde, permite una mejor distribución de los trabajos de poda, lo que facilita su realización con personal estable y debidamente capacitado, evitando la contratación de mano de obra golondrina, que operan en cuadrillas realizando las actividades de poda.

Por otra parte, si consideramos que la poda en verde es una práctica que disminuye el vigor de los árboles, es de prever que este sistema de poda permitiría disminuir los costos operativos y/o aumentar la densidad de plantación. Según varios autores (Berman & DeJong, 1997b; Day *et al.*, 1999; DeJong *et al.*, 1999), las labores manuales que necesitan la utilización de escaleras, aumentan los costos de producción; los que podrían reducirse mediante la utilización de diferentes técnicas culturales que permitan controlar el crecimiento vegetativos (DeJong *et al.*, 2005), entre ellas, la poda en verde.

De esta manera, abarcando los distintos aspectos enunciados precedentemente, la poda de verano tendría una importante repercusión en los costos de producción, debido a que no incrementó el tiempo de ejecución de la poda, permitió mejorar la distribución de la mano de obra, y por otra parte, provocó una disminución en el tamaño de los árboles adultos, y mejoró la distribución de los frutos en la parte media de la canopia.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

6.1 Poda invernal comparada con poda invernal + poda en verde

La poda en verde produjo los siguientes efectos

- ✓ Mejoró la distribución de la radiación medida en el interior de la copa hasta mediados de febrero.
- ✓ Mejoró la calidad (diámetro) y distribución de los ramos fructíferos dentro de la canopia, ubicándolos a menor altura y más próximos al esqueleto de la planta, en comparación con las plantas no podadas.
- ✓ Estimuló el crecimiento vegetativo, compensando la disminución del área foliar causada por la poda, con la emisión de ramos anticipados en los ramos mixtos y ramos vigorosos reproductivos.
- ✓ Aumentó el área foliar (cm^2/m ramo) al comienzo de la senescencia foliar.
- ✓ Retrasó la entrada en dormición, debido a una demora en la abscisión foliar por una modificación de la edad de las hojas, notoriamente más jóvenes en el tratamiento podado en verde.
- ✓ No modificó la intensidad de floración, aunque cambió la distribución de las yemas en los ramos reproductivos.
- ✓ Modificó la tasa de crecimiento de los árboles, disminuyendo el incremento anual de la sección transversal del tronco, de la sección transversal de las ramas principales del esqueleto, y de la altura y ancho de la copa.
- ✓ Atrasó la ruptura de la dormición y todas las etapas fenológicas siguientes, incluyendo la cosecha
- ✓ No modificó el número total de frutos, el peso y diámetro de los mismos, y el rendimiento por planta.

- ✓ Mejoró la distribución de los frutos, en concordancia con la modificación de la distribución de los ramos fructíferos
- ✓ Mejoró la productividad por árbol, ya que se obtuvo el mismo rendimiento de fruta, con árboles de menor tamaño.
- ✓ Disminuyó la cantidad de material removido por la poda durante el período invernal y la cantidad total de madera extraída en el año, y no incrementó el tiempo de ejecución de la poda, permitiendo así mejorar la distribución de la demanda de mano de obra.

6.2 Poda en verde comparada con poda en seco

- ✓ La poda en verde sin poda invernal redujo el crecimiento vegetativo de los árboles, en comparación con los tratamientos de poda invernal, o de poda invernal combinada con poda en verde.
- ✓ La poda en verde sin poda invernal mejoró significativamente el número de frutos y el rendimiento final, por lo cual la productividad de los árboles fue muy superior a la de los restantes tratamientos.
- ✓ El aumento del número de frutos a cosecha se debió a un mayor cuajado de frutos, y a una mayor cantidad de ramos fructíferos respecto a las plantas podadas en invierno.
- ✓ Si bien no fue estudiado, los tratamientos que no incluyen poda invernal podrían afectar la longevidad del árbol al disminuir el vigor vegetativo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. BIBLIOGRAFÍA

- Addicot, F. T. 1991. Ascission: shedding of parts. In: Offprints from physiology of trees. Raghavendra A.S. (ed.). John Wiley & Sons, Inc. p. 273-300.
- Agustí, M. 2003. Citricultura. 2nd ed. Mundi Prensa. Madrid, Spain. 422 p.
- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Spain. 493 p.
- Agustí, M.; M. Juan; V. Almela; I. Andreu & C. Speroni. 1997. Estímulo del desarrollo de los frutos de hueso. Ed. Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, Valencia, Spain. 78 p.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC. 1422 p.
- Asín, L.; S. Alegre & R. Montserrat. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, déficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Sci. Hort.* 113:142-148.
- Atkinson, D. & G. White. 1980. Some effects of orchard soil management on the mineral nutrition of apple trees. In: The mineral nutrition of fruit trees. Atkinson, D.; J.E. Jackson; R.O. Sharples & V.M. Waller (eds.). Butterworths, Borough Green, England. p. 241-245.
- Autio, W.R.; J. Krupa & J. Clements. 2000. Performance of trees in the Massachusetts planting of the 1994 NC-140 peach rootstock trial over seven growing seasons. *Fruit Notes* 65:4-5.
- Balandier, P.; R. Rageau; M. Gendraud; M. Bonhomme & E. Parisot. 1995. Dormancy in peach tree under tropical climate of reunion island: biological and biochemical approaches. *Acta Hort.* 409:39-46.

- Baraldi, R.; F. Rossi; O. Facini; F. Fasolo; A. Rotondi; M. Magli & F. Nerozzi. 1994. Light environment, growth and morphogenesis in a peach tree canopy. *Physiologia Plantarum* 91:339-345.
- Barbosa, W.; F.A. Campo-Dall'Orto; M. Ojima; M.C.S.S. Novo; J.L.C. Carelli & J.A. Azevedo Filho. 2000. O pessegueiro em pomar compacto: X. Comportamento de cultivares e seleções sob poda de encurtamento dos ramos pós-colheita. *Bragantia* 59:197-203.
- Barden, J.A. & R.P. Marini. 2001. Comparison of methods to express growth, size, and productivity of apple trees. *J. Amer. Pomol. Soc.* 55:251-256.
- Basile, B.; J. Marsal & T.M. DeJong. 2003. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth is related to daily dynamics of stem water potential. *Tree Physiology* 23:695-704.
- Ben Mimoun, M.; M. Génard & J. Besset. 1998. Relationships between shoots and the rest of the tree: effect on fruit growth. Proc. Fourth Intern. Peach Symposium. *Acta Hort.* 465:303-308.
- Berman, M.E. & T.M. DeJong. 1997a. Crop load and water stress effects on daily stem growth in peach. *Tree Physiology* 17:467-472.
- Berman, M.E. & T.M. DeJong. 1997b. Diurnal patterns of stem extension growth in peach (*Prunus persica*): Temperature and fluctuations in water status determine growth rate. *Physiologia Plantarum* 100:361-370.
- Bermejillo, A.; V. Lipinski; M.F. Filippini; M. Venier; D. Cónsoli & A. Valdés. 2006. Seguimiento nutricional de durazneros (*Prunus persica* L.) bajo riego presurizado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, SanLuis, Argentina. Consultado: 12/09/06. URL: <http://www.inta.gov.ar/Mendoza/Jornadas/Trabajospresentados/Bermejillo.pdf>.
- Black, S. 2003. Pruning: why, how and when. Consultado: 12/03/03. URL: <http://www.virginiagardening.com/Articles/pruning.htm>.

- Borba, M.R.C.; J.A. Scarpore (h) & R.A. Kluge. 2005. Levels of carbohydrates in peaches submitted to different intensity of green pruning in tropical climate. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal- SP.* 27:68-72.
- Bruchou, C. & M. Génard. 1999. A space-time model of carbon translocation along a shoot bearing fruits. *Annals of Botany* 84:565-576.
- Bussi, C.; F. Lescourret; M. Génard & R. Habib. 2005. Pruning intensity and fruit load influence vegetative and fruit growth in early-maturing peach tree (cv. Alexandra). *Fruits* 60:133-142.
- Cain, J.C. 1971. Effect of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotted saw on light penetration and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:664-667.
- Calderón A. G.; J. Rodríguez A.; A.E. Becerril R.; M. Livera M. & M.T. Colinas L. 1997. Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y desarrollo de durazno en producción forzada. *Agrociencia* 31:291-296.
- Carra de Toloza, M. 2001. Mayor producción por hectárea. *Idia XXI. Especial Fruticultura:* 77-79.
- Carrera, M. & J. Gomez Aparasi. 1998. Rootstock influence on the performance of the peach variety 'Catherine'. *Fouth International Peach Symposium. Vol 1-2. Acta Horticulturae* 465:573-577.
- Caruso, T; P. Inglese; M. Sidari & F. Sottile. 1997. Rootstock influences seasonal dry matter and carbohydrate content and partitioning in above-ground components of 'Flordaprince' peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 122:673-679.
- Chalmers, D.J.; P.D. Mitchell, & L. van Hgeek.1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106:307-312.
- Chandler, W.H. 1960. Some studies of rest in apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:47-50.

- Cheng, L. & L. Fuchigami. 2000. CO₂ assimilation in relation to nitrogen content in apple leaves. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 75:383-387.
- Cheng, L.; L. Fuchigami & P. Breen. 2000. Light absorption and partitioning in relation to nitrogen content in 'Fuji' apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:581-587.
- Cleland, R. E. 1969. The gibberellins. In: *Physiology of plant growth and development*. Williams, M.B. (ed.). McGraw Hill, Maidenhead, Berkshire, England.p. 49-81.
- Cook, N.C.; R. Rabe & G. Jacobs. 1999. Early expression of apical control regulates length and crotch angle of sylleptic shoots in peach and nectarine. *HortScience* 34:604-606.
- Crassweller, R.M. 1999. *The Effects of Summer Pruning on Apples and Peaches*. Pennsylvania State University. Consultado: 04/09/03. URL: <http://www.penpages.psu.edu/penpagesreference/29401/2940143.html>.
- Day, K.R.; T.M. DeJong & A.A. Hewitt. 1989. Postharvest and preharvest summer pruning of 'Firebrite' nectarine trees. *HortScience* 24:238-240.
- Day, K.R.; R.S. Johnson; S. Searcy & B.A. Allen. 1999. Tree height and volume studies for fresh-shipping stone fruits. California Tree Fruit Agreement (CTFA) Research Report. Consultado: 09/06/05. URL: <http://www.cetulare.ecdavis.edu/pubfruit/heigth.pdf>.
- Day, K.; T.M. DeJong & R.S. Johnson. 2005. Orchard-system configurations increase efficiency, improve profits in peaches and nectarines. *California Agriculture* 59:75-80.
- DeJong, T.M. & J.F. Doyle. 1985. Seasonal relationship between leaf nitrogen content (photosynthetic capacity) and leaf canopy light exposure in peach (*Prunus persica*). *Trees*. 3: 89-95.
- DeJong, T.M. & K.R. Day. 1991. Relationships between shoot productivity and leaf characteristics in peach canopies. *HortScience* 26:1271-1273.

- DeJong, T.M.; A. Tombesi & K. Ryugo. 1984. Phtotosynthetic efficiency of kiwi (*Actinidia chinensis*, Planch.) in response to nitrogen deficiency. *Photosynthetica* 18:139-145.
- DeJong, T.M.; W. Tsuji; J.F. Doyle & Y.L. Grossman. 1999. Comparative economic efficiency of four peach production systems in California. *HortScience* 34:73-78.
- DeJong, T.M.; R.S. Johnson; J.F. Doyle & D. Ramming. 2005. Research yields size-controlling rootstocks for peach production. *California Agriculture* 59:80-83.
- Dimkova, S.D & L.M. Vitanova. 2001. Effect of pruning time on the growth and biological uptake of some nutrient elements by plum trees. Proc. of 9th International Conference of Horticulture, Lednice, Czech Republic. Consultado: 04/09/03. URL: <http://www.zf.mendelu.cz/vedavyzkum/9thconference/sbornik/v110.doc>
- Dozier, W.A.; J.R. Powell; A.A. Caylor; A.W. McDaniel; N.R. Carden & E.L. McGuire. 1990. Hydrogen cyanamide induces budbreak of peaches and nectarines following inadequate chilling. *HortScience* 25:1573-1575.
- Durner, E.F. 1990. Rootstock influence on flower bud hardiness and yield of Redhaven peach. *HortScience* 25:172-173.
- Elfving, D.C. 1990. Growth and productivity of 'Empire' apple trees following a single heading-back pruning treatment. *HortScience* 25:908-910.
- Erez, A. & J.A. Flore. 1986. The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin colour. *HortScience* 21:1224-1226.
- Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C₃ plants. *Oecología* 78:9-19.
- Facteau, T.J.; N.E. Chestnut & K.E. Rowe. 1996. Tree, fruit size and yield of 'Bing' sweet cherry as influenced by rootstock, replant area, and training system. *Sci. Hort.* 67:13-26.

- Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA. 338 p.
- Faust, M.; A. Erez; L.J. Rowland; S.Y. Wang & H.A. Norman. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. HortScience 32:623-629.
- Favaro, M.A. 2007. Profundidad y evolución de la endodormición de las yemas vegetativas y florales del duraznero. Influencia de diferentes técnicas culturales y sustancias químicas. Tesina de grado. Esperanza, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. 79 p.
- Ferree, D.C. 1989. Growth and carbohydrate distribution of young apple trees in response to root pruning and tree density. HortScience 24:62-65.
- Ferree, D.C. & W.T. Rhodus. 1993. Apple tree performance with mechanical hedging or root pruning in intensive orchards. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:707-713.
- Ferree, D.C. & M. Knee. 1997. Influence of root pruning and rootstock on growth and performance of 'Golden Delicious' apple. HortScience 32:645-648.
- Ferree, D.C.; S.C. Myers; C.R. Rom & B.H. Taylor. 1984. Physiological aspects of summer pruning. Acta Hort. 146:243-252.
- Fideghelli, D; G.D. Strada & R. Quarta. 1984. Breeding program by ISF of Rome to develop genetic dwarf trees. Acta Hort. 146:47-57.
- Flore, J.A. 1992. The influence of summer pruning on the physiology and morphology of stone fruit trees. Acta Hort. 322:257-264.
- Flore, J.A. 1994. Stone Fruti. In: Handbook of environmental physiology of fruit crops. Volume I. Temperate crops. B. Schaffer and P.C. Andersen (eds.). CRC Press, Boca Ratón, Fla, USA. p. 233-269.
- Flore, J.A. & D.R. Layne. 1996. Prunus. In: Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-sink relationships. Zamski E. and Schaffer A.A. (eds.) Dekker M., New York. p. 825-849.

- Forshey, C.G. & D.C. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. Hort. Rev. 11:229-287.
- Forshey, C. G.; D. C. Elfving & R. L. Stebbins. 1992. Training and pruning of apple and pear trees. A.S.H.S Press. Alexandria, VA 22314. 166 p.
- Fournier, D. 1996. Fruitset according to the number of flowers associated at the same axillary bud in peach. Acta Hort. 416:39-44.
- Fournier, D.; E. Costes & Y. Guédon. 1998. A comparison of different fruiting shoot of peach tree. Proc. Fourth Intern. Peach Symposium. Acta Hort. 465:557-565.
- Fuchigami, L.H.; D.R. Evert & C.J. Weiser. 1971. A translocatable cold hardiness promoter. Plant Physiol. 47:164-167.
- Furukawa, Y. 1998. Productivity and tree growth in high density peach orchard. Proc. Fourth International Peach Symposium. Acta Hort. 465:615-619.
- Furukawa, Y.; T. Ogata & T. Kataoka. 1988. Controlling shoot tree growth and flower bud formation in peach trees trained to a central leader system. (Abstr.). HortScience 23:741.
- Furukawa, Y.; T. Kataoka; T. Ogata & M. Shimomura. 1992. Productivity of high density peach orchard using a free rootstock (*Prunus persica* Thunb.). Acta Hort. 315:97-102.
- García, M.S.; P.E. Leva; M.E. Zbrun; M.A. Veles; J.A. Gandolfo & S.E. Valtorta. 2002. Tendencias de índices meteorológicos y biometeorológicos. FAVE, Sección Ciencias Agrarias 1:27-36.
- Gariglio, N.F.; D.E. González-Rossia; M. Mendow; C. Reig & M. Agustí. 2006. Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and leaf and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots. Sci. Hort. 108:371-377.
- Geisler, D. & D.C. Ferree. 1984. Response of plants to root pruning. Hort. Rev. 6:155-188.

- Génard, M. 1992. Influence du nombre de feuilles et de la repartition des fruits sur la production et la qualité des pêches. *Canadian Journal of Plant Science*. 72:517-525.
- Génard, M. & C. Bruchou. 1992. Multivariate analysis of within-tree factors accounting for the variation of peach fruit quality. *Sci. Hort.* 52:37-51.
- Génard, M. & F. Baret. 1994. Spatial and temporal variation of light inside peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:669-677.
- Génard, M.; L. Pagès & J. Kervella. 1998. A carbon balance model of peach tree growth and development for studying the pruning response. *Tree Physiology* 18:351-362.
- Génard, M.; F. Baret & D. Simon. 2000. A 3D peach canopy model used to evaluate the effect of tree architecture and density on photosynthesis at a range of scales. *Ecological Modelling* 128:197-209.
- George, A.; J. Lloyd & R.J. Nissen. 1992. Effects of hydrogen cyanamide, paclobutrazol and pruning date on dormancy release of the low chill peach cultivar Flordaprince in subtropical Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32:89-95.
- Ghrab, M.; A. Sahli & N. BenMechlia. 1998. Reduction in vegetative growth and fruit quality improvement in the peach variety "Carnival" through moderate watering restrictions. Fourth International Peach Symposium. Vol 1-2. *Acta Hort.* 465:601-608.
- Gil-Albert Velarde, F. 1996. *Tratado de Arboricultura Frutal*. Vol. I. Morfología y Fisiología del Árbol Frutal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 102 p.
- Giorgi, M.; F. Capocasa; J. Scalzo; G. Murri; M. Battino & B. Mezzetti. 2005. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest'). *Sci. Hort.* 107:36-42.
- Glenn, D.M. & W.V. Welker. 1989. Peach root development and tree hydraulic resistance under tall fescue sod. *HortScience* 24:117-119.

- Glenn, D.M. & W.V. Welker. 1993. Root development patterns in field grown peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:362-365.
- Glenn, D.M., & S.S. Miller. 1995. Growth, yield, and water use responses of peach to repeated root pruning in sub-humid climate. *HortScience* 30:543-546.
- Glenn, D.M.; W.V. Welker & G.M. Greene. 1996. Sod competition in peach production: I. Managing sod proximity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:666-669.
- Goldschmidt, E.E. & A. N. Lakso. 2005. Fruit tree models: scope and limitations. In: Information and Communication Technology (ICT) Development and Adoption: Perspectives of Technological Innovation, (E. Gelb, A. Offer, eds.), European Federation for Information Technologies in Agriculture, Food and the Environment. Consultado: 09/06/05 y 02/04/08. URL: <http://www.departments.agri.huji.ac.il/economics/gelb-fruit-8.pdf>.
- Goldschmidt, E.E.; M. Tamin & R. Goren. 1997. Giberellins and flowering in Citrus and other fruit trees: a critical analysis. *Acta Horticulturae* 463:201-207.
- González Rossia, D.E. 2006. Control de la floración en el género *Prunus*. Factores climáticos y nutricionales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España. 203 p.
- González-Rossia, D.; M. Juan; C. Reig & M. Agustí. 2006. The inhibition of flowering by means of gibberellic acid application reduces the cost of hand thinning in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Sci. Hort.* 110:319-323.
- González-Rossia, D.; C. Reig; M. Juan & M. Agustí. 2007. Horticultural factors regulating effectiveness of GA3 inhibiting flowering in peaches and nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Sci. Hort.* 111:352-357.
- Greene, D. W. 1999. Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with prohexadione-calcium (BAS 125). *HortScience* 34:1209-1212.

- Grochowska, M.J.; A. Karaszewska; B. Jankowska; J. Maksymiuk & M.W. Williams. 1984. Dormant pruning influence on auxin, gibberellin and cytokinin levels in apricot trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:312-318.
- Grossman, Y.L. & T.M. DeJong. 1998. Training and pruning system effects on vegetative growth potential, light interception, and cropping efficiency in peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:1058-1064.
- Guiamet, J.J. 2004. La senescencia foliar: incógnitas del desmantelamiento celular. Instituto de Fisiología Vegetal. Universidad Nacional de La Plata. Consultado: 05/08/07. URL: <http://www.saf.com.ar/guiamet101004.pdf>.
- Guidoni, S.; A. Ferrandino; C. Lovisolo; S. Pellegrino; L. Berra; M. Mondo; A. Santovito & G. Bounuou. 1998. Modifications of the relationship between fruit quality and vegetative behaviour induced by different rootstock in the peach cv. Suncrest. Fourth International Peach Symposium. Vol 1-2. *Acta Hort.* 465:491-496.
- Guimond, C. M.; G.A. Lang & P.K. Andrews. 1998. Timing and severity of summer pruning affects flower initiation and shoot regrowth in sweet cherry. *HortScience* 33:647-649.
- Herrera, E. 2001. Summer pruning of apple trees. Guide H-312. Cooperative Extension Service. New Mexico State University. Consultado: 13/12/07. URL: <http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/h/H-312.pdf>.
- Herrera, E. 2004. Pruning the home orchard. Guide H-327. Cooperative Extension Service. New Mexico State University. Consultado: 13/12/07. URL: <http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/h/H-312.pdf>.
- Holubowicz, T. 1982. The effect of defoliation and the age of the leaves on the development of frost resistance of fruit shoots. (Abstr.). XXI Int. Hort. Congr. 1:1008.
- Ingels, C. & E. Dong. 2000. Training and pruning fruit trees. Cooperative Extension Service. University of California. Consultado: 02/12/02. URL: <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/202/3363-pdf>.

- Ingels, C.; P.M Geisel & C. Unruh. 2002. Fruit trees: training and pruning deciduous trees. University of California. Publication 8057. Consultado: 23/12/03. URL: <http://www.anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8057.pdf>.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1991. Carta de Suelos de la República Argentina, hojas 3160- 26 y 25. Esperanza-Pilar. Imprenta E.E.A. I.N.T.A. Rafaela. Santa Fe. 135 p.
- Jacyna, T. 1992. A concept of high-density planting for sweet cherries. Acta Hort. 322:325-334.
- Johnson, R.S. & D.F. Handley. 1989. Thinning response of early, mid-, and late-season peaches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:852-855.
- Jones, R.L. & D.J. Phillips. 1966. Organs of gibberellin synthesis in light-grown sunflower plants. Plant Physiol. 41:1381-1386.
- Kappel, F.; M. Bouthillier & R. Brownlee. 1997. Summer pruning young 'Sweetheart' sweet cherry trees affects yield and tree size. HortScience 32:1034-1036.
- Kesner, C.D; C.M. Hansen & S.B. Fouch. 1981. Tree training and mechanical pruning of tart cherry in high density plantings. Compact Fruit Tree 14:135-139.
- Keugten, A.J. & N. Keugten. 2000. Acclimation of apple spur leaf nutrient concentrations and gas exchange to summer-pruning. J. Plant Nutr. Soil Sci. 164:91-96.
- Khan, Z.U.; D.L. McNeil & A. Samad. 1998. Root pruning reduces the vegetative and reproductive growth of apple trees growing under an ultra high density planting system. Sci. Hort. 77:165-176.
- Köpen, W. 1931. Grundriss der Klimakunde, Walter De Gruyter & Co. Berlin und Leipzig. Aufl. XII. 388 p.
- Küden, A.; A. İkinci; A.B. Küden & H.Tekin. 1998. Different pruning applications on pistachio nut and almond cultivars. Acta Hort. 470:477-480.

- Kuo-Tan Li & A.N. Lakso. 2004. Photosynthetic characteristics of apple spur leaves after summer pruning to improve exposure to light. *HortScience* 39:969-972.
- Lam Yam, L. 1990. Contribution to the study of the growth and fruiting of peach (*Prunus persica* L.) trees in the tropical conditions of Reunion. Third part. Practical consequences of removing inhibition by pruning or defoliation of peach trees. *Fruit Paris* 45:161-170.
- Lang, G.A. 2000. Precocious, dwarfing, and productive-how will new cherry rootstocks impact the sweet cherry industry ?. *HortTechnology* 10:719-725.
- Lang, G.A; J.D Early; G.C Martin & R.L. Darnell. 1987. Endo-, para-, and eco-dormancy physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22:371-377
- Lakso, A.N. 1994. Apple. In: Handbook of environmental Physiology of Fruit Crops. Schaffer, B., Andersen, PIC. (eds). CRC Press, Boca Raton, FL, p. 3-42.
- Lauri, P. E. 1991. Données sur l'évolution de la ramification et de la floraison du pecher (*Prunus persica* (L.) Batsch) au cours de sa croissance. *Annales des Sciences Naturelles* 11:95-103.
- Larson, K.D.; T.M. DeJong & R.S. Johnson. 1988. Physiological and growth responses of mature peach trees to postharvest water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 :296-300.
- Lavelle, K. 2005. Benchmarking your top fruit business. Department of Agriculture and Rural Development Northern Ireland Government. Consultado: 16/06/05. URL:http://www.ruralni.gov.uk.crops/fruit/top_fruit/technical_information/benchmarking_top_fruit.html.
- Layne, R.E.C. & C.S. Tan. 1988. Influence of cultivars, ground covers, and trickle irrigation on early growth, yield and cold hardiness of peach on fox sand. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:518-526.

- Leuty, S.J. & D.J. Pree. 1980. The influence of tree population and summer pruning on productivity, grow, and quality of peaches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:702-705.
- LeRoux, X.; H. Sinoquet & M. Vandame. 1999. Spatial distribution of leaf weight per area and leaf nitrogen concentration in relation to local radiation regime within an isolated tree crown. *Tree Physiol.* 19:181-188.
- LeRoux, X. ; A.S Walcroft ; F.A Daudet ; H. Sinoquet ; M.M Chaves ; A. Rodrigues & L. Osorio. 2001. Photosynthetic light acclimation in peach leaves: importance of changes in mass:area ratio, nitrogen concentration, and leaf nitrogen partitioning. *Tree Physiology* 21:377-386.
- Lescourret, F.; M. Ben Mimoum & M. Génard. 1998. A simulation model of growth at the shoot-bearing fruit level. I. Description and parameterization for peach. *European Journal of Agronomy* 9:173-188.
- Li, S. ; X. Zhang ; Z. Meng & X. Wang. 1994. Responses of peach trees to modified pruning. I. Vegetative growth. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.* 22: 401-409.
- Lloyd J. & D. Firth. 1990. Effect of defoliation time on depth of dormancy and bloom time for low-chill peaches. *HortScience* 25:1575-1578.
- Loreti, F. ; R. Massai & S. Morini. 1993. Growth and yield of nectarine trees at different planting densities and training systems. *Acta Hort.* 349:39-42.
- Maas, F.M. 2005. Shoot growth, fruit production and return bloom in 'Conference' and 'Doyenné du Comice' treated with Regalis (Prohexadione-Calcium). *Acta Hort.* 671: 517-524.
- Marini, R.P. 1984. Vegetative growth of peach trees following three pruning treatments. Resumen. *ISHS Acta Horticulturae* 146 : International workshop on controlling vigor in fruit trees. Consultado 12/12/07. URL : http://www.actahort.org/books/146/146_33.htm.

- Marini, R.P. 1985. Vegetative growth, yield, and fruit quality of peach as influenced by dormant pruning, summer pruning, and summer topping. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:33-139.
- Marini, R.P. 2001a. The perfect peach. Consultado : 05/07/05. URL : http://www.fruitgrowersnews.com/pages/2001/issue01_03/01_03.marini_peaches.htm.
- Marini, R.P. 2001b. Training and pruning apple trees in intensive orchards. Publication 122- 021. Horticulture. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. Consultado:16/06/05. URL: <http://www.ext.vt.edu/pubs/treefruit/422-024/422-024.pdf>
- Marini, R.P. 2002a. Heading fruiting shoots before bloom is equally effective as blossom removal peach crop load management. *HortScience* 35:837-842.
- Marini, R.P. 2002b. Pruning peach trees. Publication 422-020. Horticulture. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Consultado: 12/12/07. URL : <http://www.ext.vt.edu/pubs/treefruit/422-020/422-020.pdf>.
- Marini, R.P. 2003a. Peach fruit weight, yield, and crop value are affected by number of fruiting shoots per tree. *HortScience* 38:512-514.
- Marini, R.P. 2003b. Physiology of pruning fruit trees. Publication 422-025, Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Consultado : 2/12/03. URL : <http://www.ext.vt.edu/pubs/treefruit/422-025/422-025.html>.
- Marini, R.P. & J.A. Barden. 1982. Growth and flowering of vigorous apple trees as affected by summer or dormant pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:34-39.
- Marini, R.P. & M.C. Marini. 1983. Seasonal changes in specific leaf weight, net photosynthesis, and chlorophyll content of peach leaves as affected by light penetration and canopy position. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108:609-613.

- Marini, R.P. & D.L. Sowers. 1994. Peach weight is influenced by crop density and fruiting shoot length but not position on the shoot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:180-184.
- Marini, R.P. & D.L. Sowers. 2000. Peach tree growth, yield, and profitability as influenced by tree form and density. *HortScience* 35:837-842.
- Marini, R.P.; D. Sowers & M.C. Marini. 1991. Peach fruit quality is affected by shade during final swell of fruit growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:383-389.
- Marsal J.; B. Basile ; L. Solari & T.M. DeJong. 2003. Influence of branch autonomy on fruit, scaffold, trunk and root growth during stage III of peach fruit development. *Tree Physiol.* 23:313-323.
- Martínez-Fuentes, A.; C. Mesejo; M. Juan, V. Almela & M. Agustí. 2004. Restrictions on the exogenous control of flowering in Citrus. *Acta Hort.* 632:91-98.
- Médiène, S.; M.O Jordan; L. Pagès; J. Le Bot & S. Adamowicz. 2002. The influence of severe shoot pruning on growth, carbon and nitrogen status in young peach trees (*Prunus persica*). *Tree Physiology* 22:1289-1296.
- Médiène, S.; M.O Jordan; J. Le Bot; S. Adamowicz & L. Pagès. 2004. Pruning effects on canopy growth and photosynthesis in young peach trees (*Prunus persica* L. Batsch). 4 th. International Workshop on Functional-Structural Plant Models. Montpellier, France. Consultado : 09/06/05. URL : http://amap.cirad.fr/workshop/FSPMO4/proceedings/4thFSMO4_S4Mediène.pdf. 31
- Meier, U.; H. Graf; M. Hack; M. Hess; W. Kennel; R. Klose; D. Mappes; D. Seipp; J. Stauss; J. Streif & T. Van Der Boom. 1994. Phänologi, die Entwicklungsstadien des Kernobster (*Malus domestica* Borkh. and *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus-Arten*), der Johannis beere (*Ribes-Arten*) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *Nachrichtenbl. Deut. Phazenschutad.* 46:141-153.

- Merwin, I.A. & J.A. Ray. 1997. Spatial and temporal factors in weed interference with newly planted apple trees. *HortScience* 32:633-637.
- Mierowska, A.; N. Keutgen ;M. Huysamer & V. Smith. 2002. Photosynthetic acclimation apple spur leaves to summer-pruning. *Sci. Hort.* 92:9-27.
- Mika, A. 1986. Physiological responses of fruit trees to pruning. *Hort. Rev.* 8:337-378.
- Mika, A. & M. Piatkowski. 1989. Controlling tree size in dense plantings by winter and summer pruning. *Acta Hort.* 243:95-102.
- Mika, A. & L. Piskor. 1997. Growth and cropping of dwarf 'Jonagold' ('Jonica ') apple trees planted at the density ranged from 2000 to 10000 per ha and trained as spendler splindle, super splindle, and V system. *Acta Hort.* 451:473-477.
- Mika, A.; M.J. Grochowska ; A. Karaszewska & M.W. Williams. 1983. Effects of dormant and summer pruning, disbudding, and growth retardants on growth, flower bud formation, and fruiting of young apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:655-660.
- Miller, S. 1982. Regrowth, flowering, and fruit quality of 'Delicious' apple trees as influenced by summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:634-638.
- Miller, S.S. 1995. Root pruning and trunk scoring have limited effect on young bearing apple trees. *Hort. Sci.* 30:981-984.
- Miller, S.S. & R.L. Byers. 2000. Response of winter-injured peach trees to pruning. *HortTechnology* 10:757-765.
- Miller, S.S. & T. Tworkoski. 2003. Regulating vegetative growth in deciduous fruit trees. A Review. The Plant Growth Regulation Society of America. Quarterly reports on plant growth regulation and activities of the PGRSA. Consultado: 09/06/05. URL: http://www.griffin.peachnet.edu/pgrsa/PGRSA_quarterly/v31no1pub2.pdf.

- Mitchell, P.D.; B. van Den Ende; P.H. Jerie & D.J. Chalmers. 1989. Responses of 'Barlett' pear irrigation to withholding irrigation, regulated deficit irrigation and tree spacion. J. Am. Soc. Hort. Sci. 109:604-606.
- Myers, S.C. 1990. Basics of training and pruning. Compact Fruit Tree 23:93-100.
- Myers, S.C. & D.C. Ferree. 1983. Influence of time of summer pruning and limb orientation on growth and flowering of 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 634-638.
- Myers, S.C. & A.T. Savelle. 1996. Coordination of vegetative and reproductive growth: root restriction, branch manipulation, and pruning. In: Tree fruit physiology: growth and development. Good Fruit Grower. K.M. Maib (ed.).Yakima, W.A. p. 69-87.
- Nigond, J. 1968. Observations relatives a la répartition des bourgeons sur le rameau mixte du pecher sous différents climats. Bulletin de la Faculté d'Agronomie de Tunis 20:1-31.
- Norton, M. 2007. Fruit rejuvenation by reducing tree height and shoot removal. Consultado:12/12/07.URL: <http://www.ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/1539/1084.pdf>.
- Olsen, J.E.; J.B. Jensen; J.A. Mölmann; A. Ernsten & O. Junntila. 2004. Photoperiodic regulation of apical growth cessation in northern tree species: the role of phytochrome and gibberellin. Journal of Crop Improvement 10:77-112.
- Pagés, L., M. Génard & J. Kervella. 1993. Analyse quantitative du développement aérien de jeunes pêchers (*Prunus persica* (L.) Batsch). Agronomie 13:135-144.
- Parker, M.L.; J. Hull & R.L. Perry. 1993. Orchard floor management affects peach rooting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:714-718.
- Pérez, S. 2004. Yield stability of peach germplasm differing in dormancy and blooming season in the Mexican subtropics. Sci. Hort. 100:15-21.

- Pérez-González, S. 1993. Bud distribution and yield potential in peach. *Fruit Var. J.* 47:18-25.
- Phillips, J.H.H. & G.M. Weaver. 1975. A high-density peach orchard. *Hort. Sci.* 10:580-582.
- Raseira, A. 1992. The influence of mechanical summer pruning, row direction and tree spacing on yield of peach. *Pesq.agropec.bras.* 27:493-498.
- Ray, D. ; S.K. Dey & G. Das. 2004. Significance of the leaf area ratio in *Hevea brasiliensis* under high irradiance and low temperature stress. *Photosynthetica* 42:93-97.
- Reeder, B.D. & H.H.Bowen. 1978. Effect of nitrogen applications on bloom delay and levels of abscisic acid, carbohydrates and nitrogen in peach buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:745-749.
- Reig, C.; D. González-Rossia; M. Juan & M. Agustí. 2006. Effects of fruit load on flower bud initiation and development in peach. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology.* 81:1079-1085.
- Reighad, G.L. 1997. Peach rootstocks on the horizon for North American growers. *Compact Fruit Tree* 30:85-88.
- Rom, C.R. & D.C. Ferree. 1985. Time and severity of summer pruning influences on young peach tree net photosynthesis, transpiration, and dry weight distribution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:455-461.
- Rosati, A.; G. Esparza; T.M. DeJong & R.W. Pearcy. 1999. Influence of canopy light environment and nitrogen availability on leaf photosynthetic characteristics and photosynthetic nitrogen-use efficiency of field-grown nectarine trees. *Tree Physiol.* 19:173-180.
- Rosati, A.; K.R. Day & T.M. DeJong. 2000. Distribution of leaf mass per unit leaf area and leaf nitrogen concentration determine partitioning of leaf nitrogen within canopies. *Tree Physiol.* 20:271-276.

- Rossi, F.; O. Facini & M.G. Holmes. 1990. Light quality effects on bud differentiation in apple. (Abstr.). XXIII International Horticultural Congress (ISHS), Firenze, Italy. 551 p.
- Sansavini, S.; L. Corelli & L. Giunchi. 1985. Peach Yield efficiency as related to tree shape. Acta. Hort. (ISHS) 173:139-158.
- Saure, M. 1987. Summer pruning effects in apple – a review. Sci. Hort. 30:253-282.
- Schuyler, D.S.; H. Damavandy; J.L. Anderson ; R. Renquist & N.W. Callan. 1992. Autumn-applied growth regulators influence leaf retention, bud hardiness, bud and flower size and endodormancy in peach and cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:203-208.
- Sharma, N.; J. S. Chauhan & R.P. Awasthi. 1995. Regulation of growth, fruiting and fruit quality in Santa Rosa plum with pruning. The Hort. J. 8:53-59.
- Shimamura, K.; M. Miyoshi ; T. Hirakawa & G. Okamoto. 1987. Growth and fruit production of peach trees trained to a central leader system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55:422-428.
- Schupp, J.R. & D.C. Ferree. 1988. Effects of root pruning at four levels of severity on growth and yield of 'Melrose'/M.26 apple trees. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113:194-198.
- Singh, G. & J.S. Kanwar. 2003. Seasonal variation in the shoot nitrogen content and its relationship with fruit size and quality of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch cv. Shan-i-Punjab. Res. On Crops 4:69-73.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2000. Climatología. Datos estadísticos. Santa Fe. (en línea). Consultado : 12/12/06. Disponible en : <http://www.meteofa.mil.ar>.
- Sozzi, G.O.; N.F. Gariglio & M.I. Figueroa de Orell. 2007. Dormición en árboles frutales de hojas caducas. In: Árboles Frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. G. Sozzi (ed.) Editorial Facultad de Agronomía – UBA. Buenos Aires, Argentina. p. 83-103.

- Stebbins, R.L. 1997. Training and Pruning commercial peach orchards. Oregon State University Extension Service. Consultado: 11/12/03. URL: <http://www.eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/EC1236.pdf>.
- Stephan, J. ; P.E Lauri ; N. Dones; N. Haddad; S. Talhouk & H. Sinoquet. 2007. Architecture of the pruned tree: impact of contrasted pruning procedures over 2 years on shoot demography and spatial distribution of leaf area in apple (*Malus domestica*). Annals of Botany 99:1055-1065.
- Stiles, W.C. 1984. Effects of pruning on growth and size of trees. Resumen. ISHS Acta Horticulturae 146 : International workshop on controlling vigor in fruit trees. Consultado 12/12/07. URL: http://www.actahort.org/books/146/146_25.htm.
- Striegler, R.K. 2003. Pruning Fruit Trees. Cooperative Extension Service, University of Arkansas. Consultado: 18/12/03. URL: http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/HTML/FSA-6042.asp.
- Swartz, H.J.; A.S. Geyer; L.E. Powell & S.H.C. Lin. 1984. The role of buds scales in the dormancy of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:745-749.
- Tanino, K.K. 2004. Hormones and endodormancy induction in woody plants. In: Adaptations and responses of woody plants to environmental stresses. Arora R. (ed.) Ed. Food products Press. N.Y., USA. p. 157-186.
- Taylor, B.H. 1988. Promising high density peach production systems in Illinois In: The peach. Childers, N.F.; Sherman, W.B. (eds.). Horticultural Publ., Gainesville, Fla. p. 491-498.
- Taylor, B.H. & D.C. Ferree. 1984. The influence of summer pruning and cropping on growth and fruiting of apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:19-24.
- Tiscornia, J.R. 1996. El arte de podar frutales. Editorial Albatros. Argentina. 186 p.
- Twoorkoski, T. 2000. Response of potted peach trees to pruning and grass competition. Hort. Sci. 35:1209-1212.

- Tworowski, T.J. & D.M. Glenn. 2001. Yield, shoot and root growth, and physiological responses of mature peach trees to grass competition. *Hort. Sci.* 36:1214-1218.
- Urban L.; X. LeRoux; H. Sinoquet; S. Jaffuel & M. Jannoyer. 2003. A biochemical model of photosynthesis for mango leaves: evidence for the effect of fruit on photosynthetic capacity of nearby leaves. *Tree Physiology* 23:289-300.
- Yoshikawa, F.T.; D.W. Ramming & J.H. LaRue. 1989. Rootstocks In: Peaches, plum and nectarines: Growing and handling for fresh market. LaRue, J.H.; Johnson, R.S. (eds.). *Div. Agr. Nat. Resources. Publ.* 3331. Univ. Calif., Oakland. p. 9-11.
- Walser, R.H., D.R. Walker & S.D. Seeley. 1981. Effect of temperature, fall defoliation, and gibberellic acid on the rest period of peach leaf buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:91-94.
- Webster, A.D. & U.M. Shepherd. 1984. The effects of summer shoot tipping and rootstock on the growth, floral bud production, yield and fruit quality of young sweet cherries. *J. Hort. Sci.* 59:175-182.
- Webster, A.D.; C.J. Atkinson; A.S. Lucas; S.P. Vaughan & L. Taylor. 2000. Interactions between root restriction, irrigation and rootstock treatments on the growth and cropping of 'Queen Cox' apple trees: effects on orchard growth and cropping. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 75:181-189.
- Weibel, A.; R. S. Johnson & T.M. DeJong. 2003. Comparative vegetative growth responses of two peach cultivars grown on size-controlling versus standard rootstocks. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 128:463-471.
- Westwood, M.N. 1978. *Temperate zone pomology.* W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA. 428 p.
- Williamson, J.G., & D.C. Coston. 1990. Planting method and irrigation rate influence vegetative and reproductive growth of peach planted at high density. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115:207-212.