

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**COMPORTAMIENTO DE LA FOTOSINTESIS EN MANZANO
BAJO CONDICIONES DE CARGA TOTAL Y EN
AUSENCIA DE FRUTO**

Por:

MARINA ESCAMILLA LAGUNA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

"COMPORTAMIENTO DE LA FOTOSINTESIS EN MANZANO BAJO
CONDICIONES DE CARGA TOTAL Y EN AUSENCIA DE FRUTO"

POR:

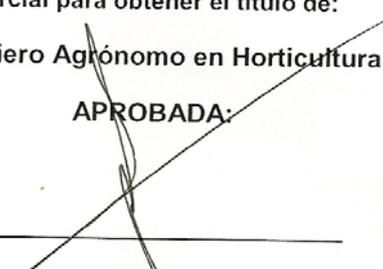
MARINA ESCAMILLA LAGUNA

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

APROBADA:



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas

Presidente del jurado



Dr. Reynaldo Alonso Velasco

Vocal



Ing. Gerardo Rodríguez Galindo

Vocal



M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides

Vocal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía



Junio 2009

DEDICATORIAS

A mis Padres

Jaime Escamilla Cortes y Camila Laguna Pérez por todo el amor y cariño que nos han brindado, por a verme dado la vida y darme su apoyo por que sin ellos no abría podido salir adelante. Por darme ánimos por que nunca me dejaron sola, por a verme sacado adelante cuando tomaba malas decisiones.

Gracias por estar con migo siempre.

Los amo.

A mis hermanos

Jaime A. Iván, Lucero, Nadia, Silviano. Por que siempre me han apoyado y me dieron ánimos para terminar la carrera. Por darme un buen ejemplo a seguir. Gracias por ser mis hermanos los amo. A mi Scrapy.

A mi sobrinito

Gandhi por hacernos reír siempre.

A mis maestros

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, M.C. Alfredo Sánchez López. Por ser buenos maestros y por su personalidad como seres humanos. Y a todos los que influyeron en mi formación.

En especial al Ing. Juan Javier Gonzales, por ser una gran persona, por a verse preocupado y a verme ayudado cuando lo necesite. Por a ver sido un Amigo. Gracias.

A mis Amigos

Roció, Mirna, Mario, Betty, Leo. Por a verme ofrecido su amistad sincera. Por demostrarme que puedo confiar en ustedes, por estar con migo en las buenas y en las malas.

A mis compañeros

Mis compañeros de la carrera, con mucho cariño y aprecio.

A la persona que cambió mi vida, a quien devolvió la confianza en mí. Gracias por haber sido parte de mi vida por enseñarme a confiar. No hay persona como tú aquí en la tierra, Gracias J.E.E.R. Siempre te recordare.

AGRADEMIMIENTOS

A dios por estar siempre con migo y por enseñarme que la felicidad se alcanza haciendo el bien a los demás, por permitirme terminar mi carrera, por darme ala familia mas maravillosa. Gracias.

Al Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, Dr. Reinaldo Alonso Velasco. Por su aportación y revisión del presente trabajo.

A todos mis maestros por ser parte de mi formación.

A mis padres y hermanos por apoyarme.

A mi Alma Mater, con respeto y admiración por hacer una gran labor en la formación de profesionistas.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCION.....	1
REVICION DE LITERATURA.....	2
MATERIALES Y METODOS.....	4
1. Ubicación del área de trabajo.....	4
2. Especie en estudio.....	4
3. Variables evaluadas.....	5
A) Rotación fotosintética activa	5
B) Temperatura.....	6

C) Conductancia estomática.....	6
D) Potencial hídrico del tallo.....	6
E) Desarrollo área foliar.....	7
F) Taza de intercambio neto de CO ₂ a nivel de toda la copa.....	8
G) Transpiración.....	9
H) Parámetros calculados.....	9
I) Análisis estadístico.....	10
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSION.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	31

INDICE DE TABLA

TABLA	Pág.
1. Tasa acumulada de intercambio neto de CO ₂ a nivel de toda la copa.....	19
2. Tasa acumulada de transpiración a nivel de toda la copa.....	20
3. Desarrollo del área foliar por árbol y porcentaje diferencial entre tratamientos.....	21

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
1. Evolución diurna de la temperatura a la entrada en cámara para los días de muestreo escogidos en la Rep 1 (A) y Rep 2 (B)	12
2. Evolución diurna de la radiación fotosintéticamente activa para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 (A) y Rep. 2 (B)	13
3. Evolución diurna del potencial hídrico de tallo para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 (A) y Rep. 2 (B)	14
4. Evolución diurna de la conductancia estomática para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 (A) y Rep. 2 (B)	16
5. Evolución diurna de la tasa de intercambio neto de CO ₂ a nivel de toda la copa (NCER_{canopy}) Repetición 1 (A) , Repetición 2 (B)	18
6. Tasa del acumulado diurno de intercambio neto específico de hoja de CO ₂ (NCER_l) en los árboles con fruto (CF) y árboles sin fruto (SF)	22

INTRODUCCIÓN

El manzano es la especie frutal mas cultivada en el mundo, debido a su popularidad y a la facilidad de adaptación de distintos climas y suelos. En los últimos años, la producción de manzano ha aumentado notablemente a la vez que las técnicas de cultivo y elección de variedades ha sufrido profundas modificaciones en la mayoría de los países productores.

El desarrollo armónico que tienen las plantas se debe a una serie de reacciones bioquímicas que ocurren en las células para originar varios compuestos, los cuales actúan y provocan la expresión de un crecimiento regular para obtener una maza vegetal.

Las diferentes moléculas orgánicas de una planta se originan en sus células atreves de diversas reacciones químicas, utilizando distintos elementos químicos, suceden por la funcionalidad de ciertos procesos bioquímicos complejos, pero altamente organizados, como la fotosíntesis.

Mediante la fotosíntesis se combinan dentro de la planta el dióxido de carbono con el agua a través de una reacción medida por la energía de la luz.

Se deriva que la importancia de la fotosíntesis es la de proveer una adecuada cantidad de sustratos, que permita cubrir las necesidades posteriores a la respiración.

Por lo que es importante conocer el comportamiento de esta actividad fisiológica bajo diferentes condiciones.

PALABRAS CLAVE: Fotosíntesis, Manzano, Cosecha, Temperatura.

OBJETIVOS

Evaluar la influencia de la eliminación de fruto sobre la fotosíntesis global en el árbol.

HIPÓTESIS:

Al eliminar los frutos del árbol este tendrá a bajar su eficiencia fotosintética.

REVISIÓN DE LITERATURA

En manzano se ha demostrado que las hojas situadas cerca de las frutas pueden tener una mayor demanda de foto-asimilatos lo que provoca que sus índices de fotosíntesis sean más altos que las hojas que se encuentran en ramas que no poseen fruto (Hansen 1967, 1970). Resultados similares fueron divulgados en Durazno (Crews *et al.*, 1975).

La razón de tal respuesta fue atribuida inicialmente al grado de desplazamiento requerido por esas hojas. Esto condujo a investigadores a concluir que el fruto podría tener un efecto de aumentar la fotosíntesis a nivel de toda la copa. Las especies frutales en que parece demostrarse con mayor claridad el efecto de la fruta sobre el incremento de la fotosíntesis son el manzano, y en un grado inferior la vid, (Wibbe *et al.*, 1993; Wunsche *et al.*, 2000; Downton *et al.*, 1987).

Mientras que no se ha divulgado ningunos resultados concluyentes en la literatura con respecto a otras especies de árboles frutales tal como durazno o cereza.

Ahora se cree que las respuestas fotosintéticas a nivel de toda la copa son moduladas por la demanda de carbohidratos, aunque algunos informes en manzano suponen lo contrario esto debido a que los experimentos fueron realizados bajo condiciones en las cuales la fruta tenía una demanda baja de carbohidratos (Wunsche y Ferguson, 2005).

De acuerdo con la teoría de la demanda del carbón, el efecto de la carga de la fruta en fotosíntesis llega a ser más sensible durante la maduración de la fruta cuando las frutas actúan como un sumidero más fuerte del carbón y ejercen una mayor demanda de foto-asimilatos (Crews *et al.*, 1975, De Jong 1986, Ben Mimoum *et al.*, 1996, Wunsche *et al.*, 2000).

Sin embargo, el efecto de la época del retiro de la fruta en la fotosíntesis de la hoja es otro aspecto importante a considerar. Las diferencias en fotosíntesis de la hoja persistieron por solamente 2-3 semanas después de retirar el fruto en el ciruelo (Gucci *et al.*, 1991).

Mientras que la evidencia de la recuperación fotosintética parcial antes de la cosecha se ha observado en manzano (Wunsche et al., 2000).

Y las disminuciones transitorias de la fotosíntesis de la hoja se han observado a menudo poco después de cosecha en melocotones (Fuji y Kennedy, 1985; Marsal y Girona, 1997).

Por otro lado en los estudios del efecto de la carga frutal sobre la fotosíntesis no siempre se ha encontrado un efecto significativo (Proctor et al. 1976, Roper et al. 1988, Schechter et al. 1991).

Incluso en el manzano, no todos los informes sugieren una respuesta positiva,(e.g., Procurador et al., 1976, cordelero et al., 1988, Schechter et al., 1994).

De hecho se ha demostrado que el efecto del fruto sobre la fotosíntesis a nivel de la hoja se aprecia con mayor claridad en algunos periodos del ciclo de desarrollo de los frutales y que la disminución en fotosíntesis entre árboles con fruto y árboles sin fruto es menos patente cuando el árbol se encuentra en pleno periodo de desarrollo vegetativo (Gucci et al., 1991).

Otros autores señalan que el efecto del fruto, podría manifestarse solamente cuando las hojas evaluadas estuvieran bajo condiciones de asimilación óptima (Flore y Lakso 1989).

Otro aspecto importante a considerar sobre las diferencias asociadas a la carga de fruto, es el efecto derivado sobre el crecimiento vegetativo. En árboles con carga baja se suele producir un incremento del desarrollo vegetativo debido a la mayor disponibilidad de reservas para la elongación de brotes (Grossman y DeJong 1994). Este incremento de área foliar a nivel de árbol tendería con el tiempo a producir incrementos en los valores de fotosíntesis a nivel de toda la copa, mientras que a nivel individual de hoja se podrían experimentar decrementos en fotosíntesis (Wünsche y Palmer 1997).

Por lo tanto, parece interesante evaluar el efecto de la carga de la fruta sobre la asimilación de CO₂ a nivel global del árbol, conjuntamente con las respuestas observadas a nivel de hoja

por lo que se hace necesario el uso de un sistema abierto a nivel de toda la copa y de un seguimiento del desarrollo vegetativo para entender los mecanismos de respuesta a nivel de copa.

MATERIAL Y METODOS

1.- Ubicación del área de trabajo

La presente investigación se realizó en el Ejido del Tunal, el cual se encuentra dentro de la Sierra de Arteaga, principal zona manzanera del estado del Estado de Coahuila.

Dicha parcela se encuentra a 25° 25' 0" latitud norte y 100° 39' 0" longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a una altitud de 2100 msnm.

2.- Especie en Estudio:

Se utilizaron manzanos de 4 años de edad de la variedad cv. "Golden Smoothie" utilizando un patrón de vigor reducido (M9) a un marco de plantación de 4 x 1.6 m, sobre los que se aplicaron 2 tratamientos de aclareo diferentes. Dichos tratamientos se basaron en 2 niveles de carga frutal extrema: sin aclareo – carga máxima (CF); y aclareo total - sin frutos (SF). El riego se aplicó con el objetivo de restituir el consumo de agua por el cultivo en base a la evapotranspiración (ETc) menos la lluvia efectiva, siendo $ETc = ETo \times Kc$ (Goldammer y Snyder, 1989).

ETo y Kc, representan la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo, respectivamente. El riego se suministró diariamente mediante un sistema de goteo, el cual consta de 2 goteros por árbol de 4 l/h. Ambos tratamientos recibieron la misma cantidad de agua (538 mm durante el ciclo de producción).

Para el estudio se seleccionaron 4 árboles de una parcela de 1 hectárea de manzano considerando homogeneidad en porte, masa foliar y potencial hídrico de tallo. Los efectos de los tratamientos se compararon dos a dos, constituyendo dos grupos a modo de dos

repeticiones diferentes estando dichas repeticiones localizadas en la misma línea pero separadas por una distancia de 10 m. El seguimiento de los 2 pares de árboles empezó el 20 de Mayo y el 28 de Mayo para cada uno de los dos grupos de árboles, Rep 2 y Rep 1, respectivamente. La imposición de los tratamientos se realizó inmediatamente después del primer control (21 y 29 de Mayo para los grupos Rep 2 y Rep 1, respectivamente). El seguimiento de los efectos de las cargas se realizó sobre la base de mediciones durante días específicos y se prolongo hasta después de cosecha (los días de cosecha fueron el 16 y 24 de Septiembre para los grupos de árboles Rep 2 y Rep 1, respectivamente). Durante este periodo se realizaron un total de 6 y 5 evaluaciones diurnas para los grupos de árboles Rep 1 y 2, respectivamente.

3.- Variables evaluadas:

A) Radiación fotosintéticamente activa

La radiación fotosintéticamente activa (**PAR**) incidente sobre el cultivo fue determinada con ceptometro AccuPAR (Decagon Devices Inc., Pullman, WA, U.S.A.) Las mediciones se realizaron colocando la barra de par en posición horizontal a la altura del pecho, por encima del dosel y orientada longitudinalmente con la alineación de los árboles. Las mediciones se realizaron con una frecuencia de 15 minutos en un lapso de una hora y se promediaron para obtener una media horaria.

B) Temperatura

Las lecturas de la temperatura se realizaron con un termo anemómetro (Testo modelo 425, Cabrils, España) y se tomaron mediciones del aire que entra al sistema abierto cada 15 minutos en un lapso de una hora y se promediaron para obtener una media horaria.

C) Conductancia Estomática

La conductancia estomática (g_s) se determinó con un porómetro "steady state" (modelo Li – 1600, LICOR, Lincoln, U.S.A.). Las mediciones se realizaron sobre 5 hojas de cada tratamiento que presentaban un aspecto de madurez y estaban totalmente iluminadas. Las lecturas se realizaron con una frecuencia horaria.

D) Potencial Hídrico de Tallo

Potencial hídrico de tallo (Ψ_{stem}) se determinó mediante una cámara de presión (Soil Moisture Equipment, modelo 3005, Santa Bárbara, CA, U.S.A.). La cámara se equipó con un manómetro de presión de ± 0.02 MPa. Las determinaciones se realizaron sobre 2 hojas por tratamiento que se encontraban en la zona más próxima al tronco principal. Las hojas se embolsaron dos horas antes de la lectura para asegurar un equilibrio entre la hoja y los vasos conductores (Shackel et al. 1997). Las lecturas se realizaron a intervalos fijos según una base horaria (7:00 AM , 9:00 AM , 12:00 PM y 4:00 PM hora solar).

E) Desarrollo Área Foliar

El día antes de la aplicación de los tratamientos se marcaron la parte apical de todos los brotes del año en cada árbol experimental con el fin de evaluar al final el desarrollo de nuevas hojas durante el periodo de medición. El día 8 de octubre (poco después de la cosecha) se recopilaron individualmente todas las hojas de los árboles evaluados, y se clasificaron las hojas en 2 grupos: las que crecieron después de la marcación de los brotes y las que se desarrollaron antes de la aplicación de los tratamientos. Posteriormente se tomó una submuestra de 50 hojas de cada grupo sobre las cuales se determinó el área foliar con el medidor de área (Área measurement system, DELTA-T DEVICES LTD, Cambridge, G.B.) y el peso seco de hoja. A partir del ratio de su peso seco respecto al área foliar obtenido y considerando el peso total de hojas por árbol se estimó el área foliar total del árbol (**AF**). El nivel de área foliar correspondiente a un día concreto "i" (**AF_i**) se estimó como incremento proporcional al tiempo pasado desde el día de inicio de tratamientos de acuerdo con la fórmula (1):

$$AF_i = AF_o + \left(\frac{AF_f - AF_o}{d_t} \right) * d_i \quad (1)$$

Donde AF_o y AF_f representan el área foliar en el momento de aplicar los tratamientos y al final del periodo de medidas, respectivamente, mientras que d_t es el número de días comprendidos en dicho intervalo y d_i el número de días entre el momento de aplicar los tratamientos y el día concreto de interés.

F) Tasa de intercambio neto de CO₂ a nivel de toda la copa.

Para la evaluación del comportamiento del intercambio neto de CO₂ a nivel de toda la copa (**NCER_{canopy}**) se utilizaron 2 sistemas abiertos 1 para el tratamiento **CF** y otro para el tratamiento **SF** de acuerdo con la metodología del sistema abierto similar al descrito por Corelli -Grappadelli y Magnanini (1993). Este consiste en una cámara de plástico transparente Mylar® melinex 401 de un grosor de 0,05 mm y de una forma cilíndrica-cónica con altura de 3 m y un volumen interior de 5.6 m³ (volumen adecuado para el emplazamiento de un árbol en su interior). La entrada de aire en la cámara se suministró con un ventilador centrífugo modelo 25/20 M6 1/5 c.v. 9/7 de 900 R.P.M., el cual proporciona un flujo de aire a la cámara vía un tubo de polycarbonato (PVC) de un diámetro externo de 20 cm. La concentración de CO₂ se midió mediante un IRGA portátil (modelo LCA-4, The Analytical Development Co. Ltd., Hoddesdon, England) el cual proporcionó los valores del diferencial de concentración de CO₂ del aire que entra y sale de la cámara. Conectándose en los dos árboles-tratamiento de forma alternativa sobre una base horaria (½ hora en la cámara del sistema abierto del tratamiento **CF** y ½ hora en la cámara del tratamiento **SF**). El **NCER_{canopy}** se calculó mediante la fórmula propuesta por Miller et al. (1996), para obtener los valores instantáneos de asimilación neta de CO₂ por árbol y segundo. Las mediciones se realizaron en el periodo comprendido entre las 6:00 y las 18:00 horas (hora solar). El **NCER_{canopy}** sobre base diaria se estimó integrando los valores instantáneos de **NCER_{canopy}** durante dicho intervalo horario y expresándolos en mol CO₂ árbol⁻¹·día⁻¹. La tasa de asimilación neta de CO₂ específico por hoja (**NCER_i**) se evaluó a partir de los valores de **NCER_{canopy}** sobre una base diaria y considerando el área foliar total del árbol estimado para el momento de la medición “i” de acuerdo con la fórmula (2):

$$NCER_{i} = \frac{NCER_{canopy\ i}}{AF_{i}} \quad (2)$$

G) Transpiración

Para la evaluación de la transpiración a nivel de toda la copa (E_{canopy}) se utilizó la misma metodología descrita anteriormente para el $NCER_{\text{canopy}}$. En este caso el diferencial de concentración de H_2O del aire que entra y sale de la cámara se midió mediante célula de infrarrojos que el mismo modelo IRGA utiliza. La E_{canopy} se calculó como se propone en Long y Hallgren (1985).

La tasa de transpiración específica por hoja (T_I) fue calculada dividiendo T_{canopy} sobre AF_i según lo descrito antes para $NCER_i$

H) Parámetros calculados

Para calcular los cambios producidos por la carga de frutos sobre los parámetros fisiológicos controlados se han calculado las diferencias entre tratamientos de acuerdo con la siguiente fórmula (3):

$$TDif = \frac{(CF - SF)}{CF} * 100 \quad (3)$$

Donde CF y el SF son los promedios para los últimos parámetros con respecto a tratamientos de F y del DF, respectivamente.

La eficacia del uso del agua (**WUE**) fue definida como el cociente entre los valores diarios de $NCER_{\text{canopy}}$ sobre T_{canopy} .

1) Análisis Estadístico

Los efectos de la carga en **NCERcanopy**, **Tcanopy**, **NCER_i**, **T_i**, **WUE**, fueron analizados por medio de ANOVA en el cual los promedios diarios de estos parámetros compensaron el modelo. Porque la repetición 1 y la repetición 2 no fueron medidos en los mismos días, **NCERcanopy** y **Tcanopy** fueron normalizados dividiendo su IGUALDAD diaria del excedente diario de los valores (**NCER_{PAR}**, **T_{PAR}**) y analizados otra vez por medio de ANOVA.

Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete SAS y las diferencias significativas eran consideradas en un nivel de la probabilidad de 0.05 y 0.1 (SAS Institute Inc., 1988).

RESULTADOS

El régimen térmico varió ligeramente durante el periodo de ensayo. En general, durante el mes de mayo se registraron temperaturas más frescas por la mañana en el momento de iniciarse las medidas, registrándose temperaturas de entre 15 y 16 °C (fig 1). Las temperaturas máximas diurnas oscilaron desde 27 a 34 °C registrándose por lo tanto amplitudes térmicas de 15 y 18 °C durante el intervalo de medida diurno (fig 1). En el mes de julio y agosto las amplitudes térmicas resultaron ser algo inferiores (8 y 10 °C) ya que las temperaturas a inicio de medida fueron en general superiores a las de mayo (sobre 22 °C) mientras que las temperaturas máximas se mantuvieron altas (30 y 32 °C) (fig 1). En el mes de septiembre se registraron temperaturas por la mañana (a inicio de lecturas) todavía altas, de entre 18 y 24 °C pero las máximas resultaron netamente inferiores a las del período de julio y agosto (entre 28 y 30°C) (fig 1). En general las condiciones térmicas en los días de muestreo respecto a la Rep 1 y 2 fueron bastante similares, quizás con la única excepción del día 20 de mayo (Rep 2) que resulto ser un día relativamente frío para la época (fig 1B)

Las condiciones de **PAR** entre los grupos de árboles Rep 1 y 2 fueron muy similares dentro de una misma época (fig 2). Debido a que las medidas de (**NCER_{canopy}**) se realizaron durante las horas del día con lecturas de (**PAR**) superiores a los 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, el intervalo diurno de medida durante septiembre disminuyo de manera apreciable (fig 2). Los días de muestreo se escogieron siempre como días sin nubes con lo que los valores máximos se registraron al mediodía y durante el periodo de mayo a agosto oscilaron entre 1647 y 1967 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ mientras que éstos resultaron algo inferiores durante septiembre (alrededor de 1300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$) (fig 2).

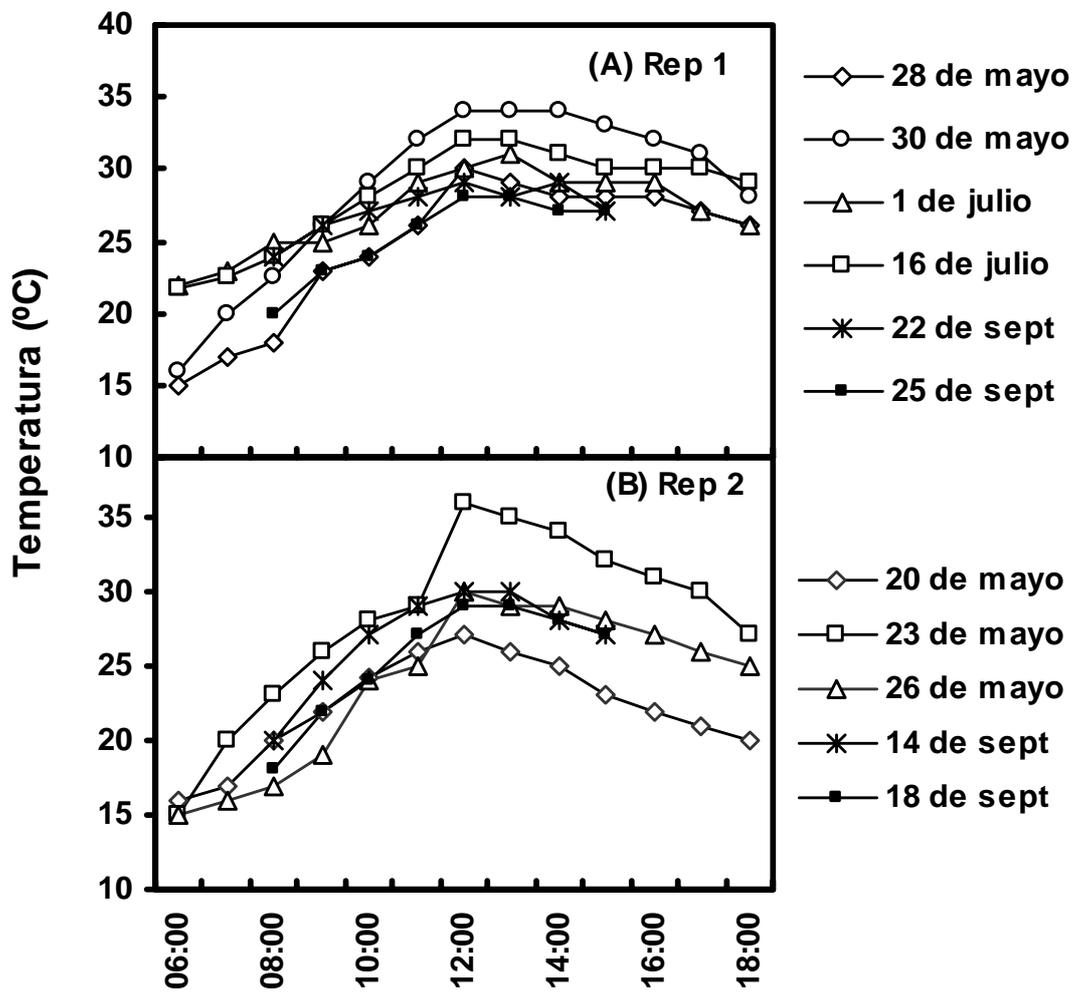


Figura 1. Evolución diurna de la temperatura a la entrada en cámara para los días de muestreo escogidos en la Rep 1 **(A)** y Rep 2 **(B)**. Cada observación horaria representa la media de tres valores.

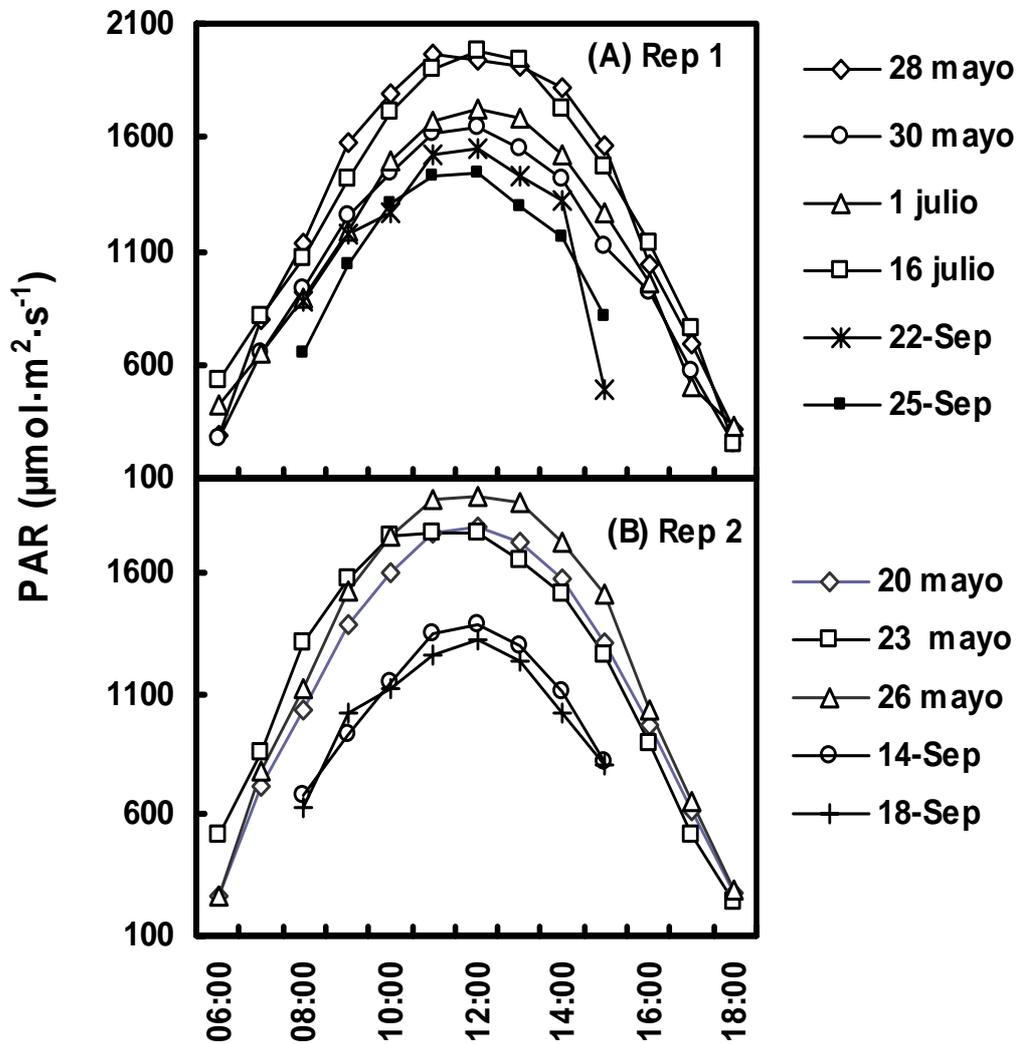


Figura 2. Evolución diurna de la radiación fotosintéticamente activa para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 **(A)** y Rep. 2 **(B)**. Cada observación horaria representa la media de tres valores.

En la evaluación que se realizó antes de la aplicación de los tratamientos, no se observaron diferencias apreciables de Ψ_{stem} entre pares de árboles (fig. 3). Pero una vez aplicados el aclareo, los árboles con carga de fruto presentaron una tendencia clara a valores de Ψ_{stem} más negativos (fig. 3). Ello resultó evidente en las dos repeticiones (fig. 3A y B). En algunos días (por ej. 30 mayo, 16 julio, 14 septiembre) se observó que las diferencias máximas entre tratamientos se presentaron durante o poco después de mediodía (fig. 3). Una vez realizada la cosecha, las tendencias en Ψ_{stem} observadas anteriormente no se invirtieron de forma clara en ninguna de las dos repeticiones (fig. 3).

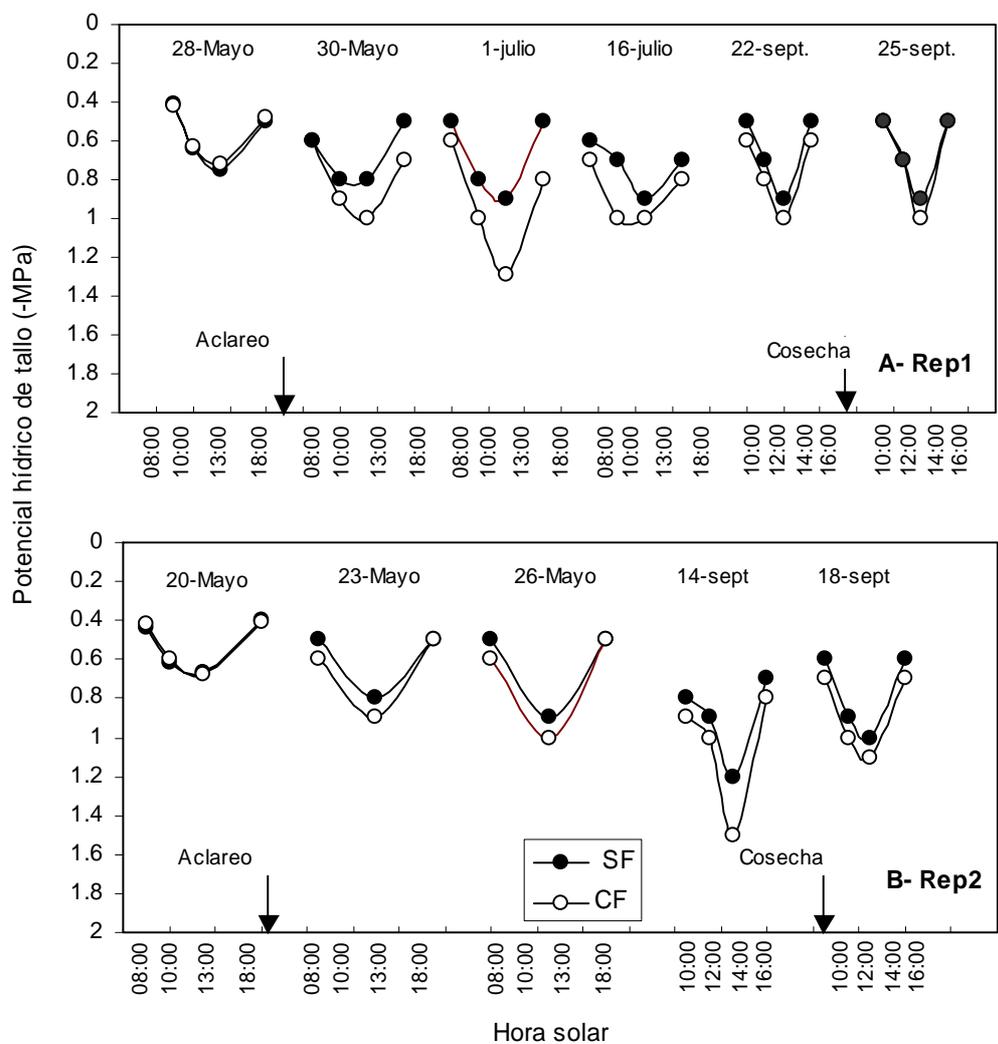


Figura 3. Evolución diurna del potencial hídrico de tallo para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 **(A)** y Rep. 2 **(B)**. Cada observación representa la media de 2 valores

El comportamiento diurno de la conductancia estomática una vez que se aplicaron los tratamientos de aclareo fue parecido en las 2 repeticiones. En general se observó que los árboles con fruto presentaron valores de g_s más altos en árboles sin fruto (fig. 4). De modo que se observaron diferencias de entre un 9 y 14% en la Rep. 1 y de entre 9 y 33% en la Rep. 2 en los valores de g_s durante el periodo de aplicación de los tratamientos (fig. 4). Los valores observados en las 2 repeticiones por la mañana y en ambos tratamientos, **CF** y **SF**, fueron superiores a los $100 \text{ mmol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ mientras que los máximos valores alcanzados se registraron, en la mayoría de las evaluaciones, a las 9:00 am (hora solar) presentando valores superiores a los $250 \text{ mmol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, (fig. 4). Sin embargo la tendencia entre estos tratamientos se invirtió después de cosecha (después de igualar la carga a cero frutos); Los valores observados de la g_s en los árboles a los cuales se les aplicó el tratamiento con fruto presentaron valores de g_s más bajos que aquellos a los que se les aplicó el tratamiento sin frutos **SF** observándose diferencias en la Rep. 1 de un 11% mientras que en la Rep. 2 la diferencia fue de un 17% (fig. 4).

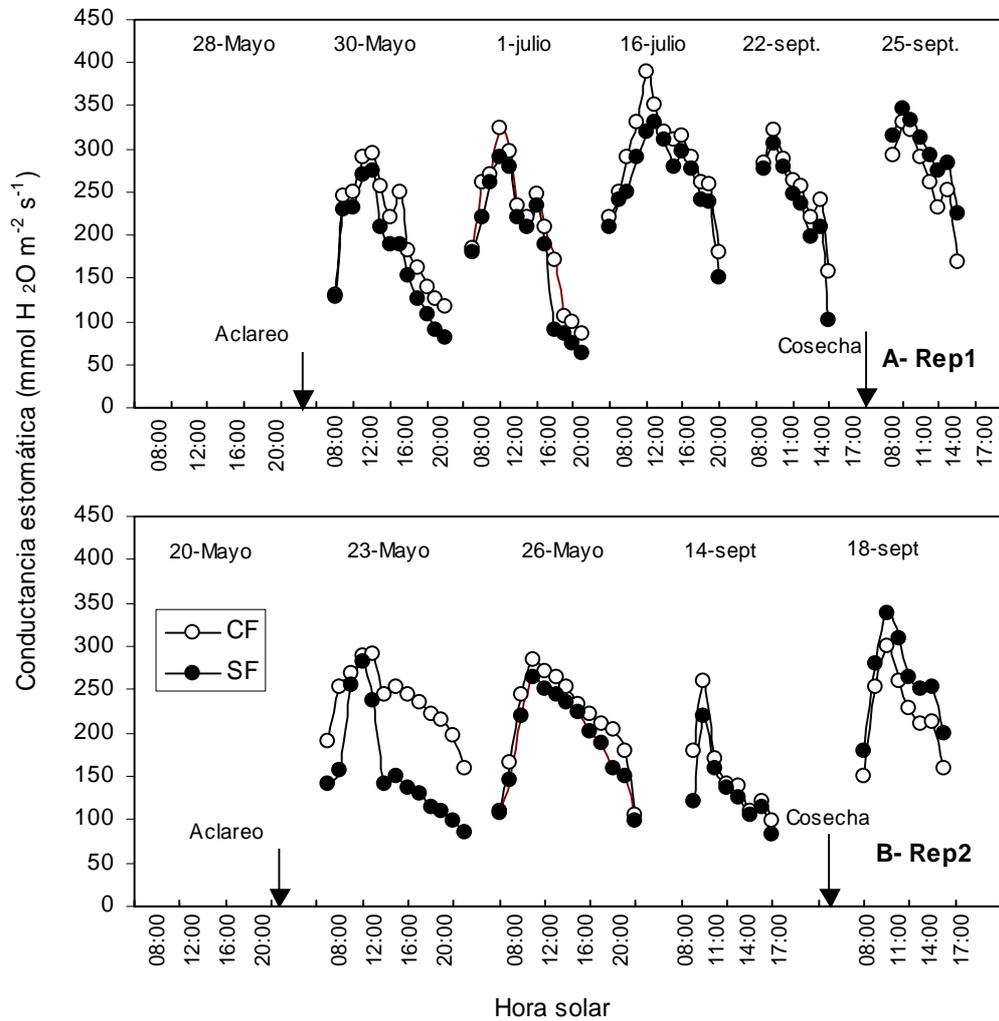


Figura 4. Evolución diaria de la conductancia estomática para los días de muestreo escogidos en la Rep. 1 **(A)** y Rep. 2 **(B)** Cada observación representa la media de 5 valores comprendidos en periodos de 5 minutos en 1/2 hora.

En la evaluación realizada del $\text{NCER}_{\text{canopy}}$ antes de la aplicación de los tratamientos se observaron en general evoluciones y valores muy similares entre tratamientos para las dos repeticiones evaluadas (fig. 5, Tabla 1). Después de aplicar los tratamientos de aclareo, las diferencias en $\text{NCER}_{\text{canopy}}$ NCER_1 aumentaron ostensiblemente ya al día siguiente del aclareo y los árboles con frutos **CF** siempre registraron valores más altos en comparación a los árboles sin frutos **SF** (fig. 5, fig. 6, Tabla 3). Las diferencias durante el periodo con cargas diferenciales entre tratamientos sobre el acumulado diurno oscilaron entre 12 y un 27 % (Tabla 1 Tabla 3). En la evaluación entre tratamientos después de cosecha (al retirar todos los frutos) la tendencia se invirtió y los árboles **SF** mostraron valores de $\text{NCER}_{\text{canopy}}$ superiores en alrededor en promedio de un 9% a los árboles **CF** (fig. 5; Tabla 1).

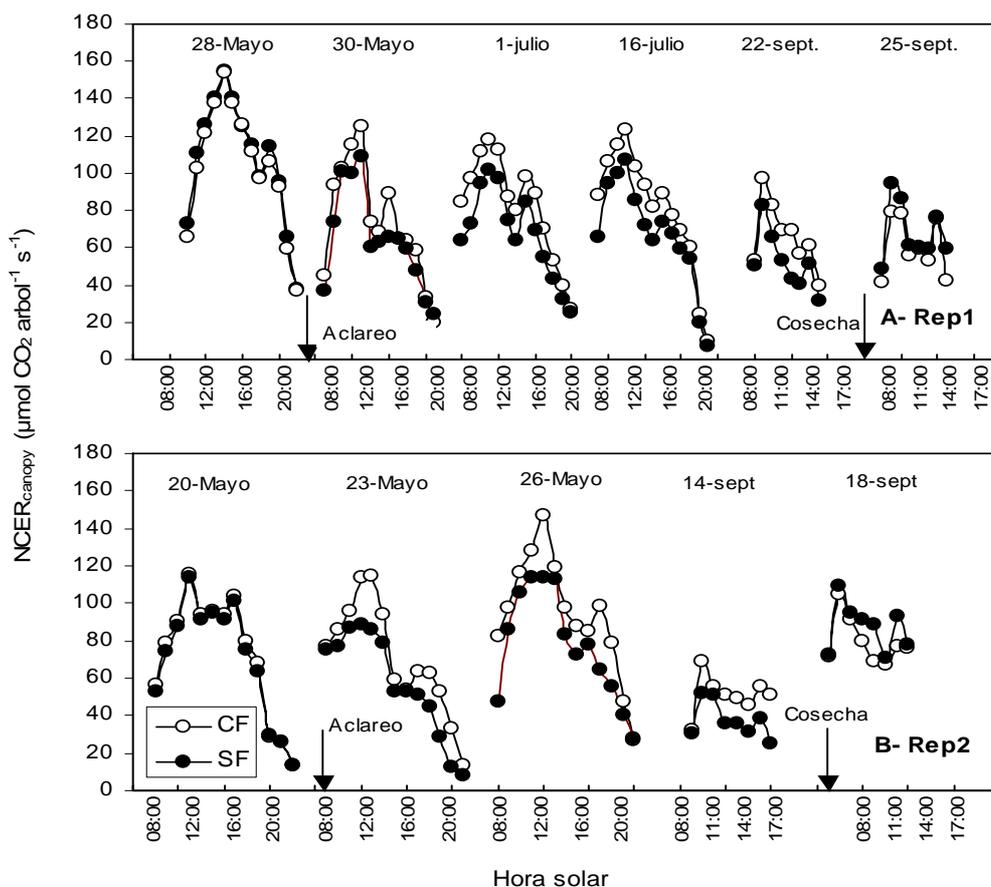


Figura 5. Evolución diurna de la tasa de intercambio neto de CO_2 a nivel de toda la copa ($\text{NCER}_{\text{canopy}}$) Repetición 1 (A), Repetición 2 (B). Cada observación representa la media de 6 valores comprendidos en periodos de 5 minutos medidos durante intervalos de 30 minutos.

En cuanto al efecto de los tratamientos de carga sobre el $\text{NCER}_{\text{canopy}}$ en su evolución diaria, los valores máximos de fijación de CO_2 se observaron normalmente entre las 9:00 y las 12:00 de la mañana hora solar (fig. 5). En los días más calurosos del verano (finales de mayo y julio) se pudo producir un segundo máximo local entre las 15:00 y las 16:00 horas como consecuencia de una depresión en los valores de $\text{NCER}_{\text{canopy}}$ al mediodía (fig. 5). Los valores máximos de la mañana se cifraron en un rango comprendido de 83 a 124 $\mu\text{mol}\cdot\text{árbol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ para la **Rep. 1**, mientras que para la **Rep. 2** los valores se presentaron en un intervalo algo más amplio 69-147 $\mu\text{mol}\cdot\text{árbol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (fig. 5).

Tabla 1. Tasa acumulada de intercambio neto de CO_2 a nivel de toda la copa ($\text{NCER}_{\text{canopy}}$) durante el periodo diurno comprendido entre las 6:00-18:00hr solar y porcentaje diferencial entre tratamientos (TDif), con fruto (**CF**) y sin fruto (**SF**), en función de los tratamientos aplicados y repeticiones (Rep1 y 2).

PERIODO	I.	II.	Rep1			DIA	Rep2		
			CF (mol/árbol/día)	SF (mol/árbol/día)	III. Dif ^Z (%)		CF (mol/árbol/día)	SF (mol/árbol/día)	TDif (%)
Antes aclareo	28 mayo		4.90	4.85	1	20 mayo	3.39	3.28	3
Durante periodo de cargas diferenciales	30 mayo		3.42	3.01	12	23 mayo	3.31	2.67	19
	1 julio		3.84	3.16	18	26 mayo	4.36	3.60	17
	16 julio		3.75	3.13	17	14 sept.	1.47	1.08	27
	22 sept.		1.90	1.50	21				
Después de cosecha	25 sept.		1.74	1.96	-13	18 sept.	2.29	2.51	-10

^ZTDif=100*(CF-SF)/CF

Tabla 2. Tasa acumulada de transpiración a nivel de toda la copa (E_{canopy}) durante el periodo diurno comprendido entre las 6:00-18:00hr solar y porcentaje diferencial entre tratamientos (TDif), con fruto (**CF**) y sin fruto (**SF**), en función de los tratamientos aplicados y repeticiones (Rep1 y 2).

PERIODO	IV. IA V.	Rep1			DIA	Rep2		
		CF (L/árbol/día)	SF (L/árbol/día)	VI. Dif ^Z (%)		CF (L/árbol/día)	SF (L/árbol/día)	TDif (%)
Antes aclareo	28 mayo	23.1	21.3	8	20 mayo	23.4	22.0	6
Durante periodo de cargas diferenciales	30 mayo	22.9	18.8	18	23 mayo	24.3	20.5	15
	1 julio	30.7	27.9	9	26 mayo	31.6	26.0	18
	16 julio	31.3	28.9	8	14 sept.	12.2	10.9	10
	22 sept.	12.7	9.6	24				
Después de cosecha	25 sept.	14.9	17.4	-16	18 sept.	11.1	12.7	-14

^ZTDif=100*(CF-SF)/CF

En la evaluación de la E_{canopy} y antes de la aplicación de los tratamientos de aclareo las diferencias observadas entre los árboles del tratamiento **CF** y **SF** fueron de entre un 6 y un 8% superiores en los árboles **CF** (Tabla 2). En las evaluaciones posteriores al aclareo se acrecentaron dichas diferencias de forma notable y consistente en ambas repeticiones, con lo que los valores para los árboles **CF** pasaron a ser superiores a los de **SF** porcentajes desde 8 a 24% según el día y repetición (Tabla 2). Sin embargo en la evaluación que se realizó después de cosecha (al retirar todos los frutos), la tendencia se invirtió y los árboles que poseían el tratamiento **SF** mostraron valores mas altos de E_{canopy} en comparación a los árboles del tratamiento **CF**, encontrándose diferencias de entre un 14-16% según repetición (Tabla 2).

Tabla 3. Desarrollo del área foliar por árbol y porcentaje diferencial entre tratamientos (TDif), con fruto (CF) y sin fruto (SF), en función de los tratamientos aplicados y repeticiones (Rep1 y 2).

PERIODO	Rep1			Rep2		
	CF (m ²)	SF (m ²)	VII. Dif ^Z VIII. (%)	CF (m ²)	SF (m ²)	TDif. (%)
Antes aclareo	6.3	6.0	5.0	4.3	4	7
Después de cosecha	7.1	8.7	-22	4.8	5.7	-19
Incremento Total	0.8	2.7	-238	0.5	1.7	-240

$$^Z \text{TDif} = 100 * (\text{CF} - \text{SF}) / \text{CF}$$

En relación a los efectos de la presencia de fruto sobre el **NCER_i**, se observó que antes de la aplicación de los tratamientos las diferencias entre tratamientos fueron muy reducidas, mientras que durante la aplicación de los tratamientos, los árboles **CF** manifestaron una fijación de CO₂ superior en un promedio de 20% teniendo en cuenta en este promedio los días comprendidos durante el periodo de carga diferencial y las dos repeticiones (fig6). Posteriormente, después de igualarse las cargas a cero (cosecha), las diferencias anteriores tendieron a desaparecer (fig. 6).

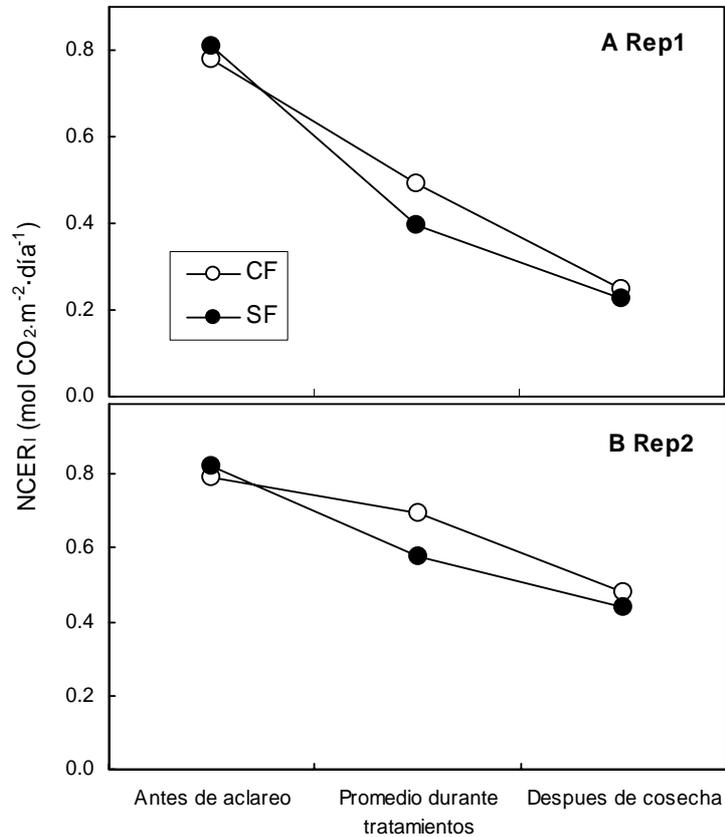


Figura 6. Tasa del acumulado diario de intercambio neto específico de hoja de CO₂ (NCER_l) en los árboles con fruto (**CF**) y árboles sin fruto (**SF**) en función de momentos clave del ensayo (antes de aclareo, periodo con promedio de los días que comprenden la presencia cargas diferenciales, y después de cosecha) para las Rep. 1 (A) y Rep. 2 (B).

DISCUSIÓN

El uso de los tratamientos tan drásticos como el retiro total de frutas demostró efectos inmediatos sobre intercambio del gas del pabellón. Además, éstos eran constantes en las dos réplicas usadas. Estos efectos correspondieron a qué se habría podido esperar en la luz de la investigación previamente publicada; después del retiro de frutas, NCERI y las tarifas del gl. disminuyeron. Los resultados similares se divulgan extensamente en la literatura: para la manzana de Flore y Lakso (1989), Palmer et al. (1997) y Wünsche et al. (1996), para el melocotón de DeJong (1986) y Marsal y Girona (1997) y para el ciruelo por Gucci et el al. (1991). La inhibición de NCERI en los árboles a los cuales el tratamiento del DF fue aplicado se podría explicar por una disminución adentro asimila demanda debajo de la capacidad fotosintética de la hoja óptima, conduciendo a una acumulación del almidón en los cloroplastos y a un ajuste hacia abajo de la asimilación del CO₂ en el mesophyll de la hoja (Wunsche et el al., 2005; Gucci et al., 1991; Flore y Lakso, 1989). Además, y probablemente como resultado de la disminución del gl en los árboles del DF, aumentos de Ystem de 0.1 MPa - 0.2 MPa fue observado (el cuadro 3). Otros autores tienen tendencias similares divulgadas para el melocotón (Blanco et al., 1995; Berman y DeJong, 1996; Marsal y Girona, 1997), mientras que el crecimiento vegetativo superior en árboles del DF se podría explicar por el efecto combinado de un aumento en la disponibilidad de asimila y el improvement en el estado del agua del árbol (Ystem; Grossman y DeJong, 1995; Berman y DeJong, 1996). Sin embargo, en el nivel entero del pabellón, NCERcanopy seguía siendo más bajo en árboles del DF a pesar de ellos que desarrollaban una mayor área de la hoja (el 20% más sobre el total en el final del ensayo). No era hasta después de cosecha que los árboles del DF recuperaron sus valores de NCERcanopy (cuadro 5; Tabla I). En la orden para las diferencias en NCERcanopy entre el DF y F que se compensarán por los cambios en el tamaño del área verde, aumento más del 26% en área de la hoja habría sido necesario además del 20%

encontrado (un total de el 46%). Esto habría implicado el aumento medio observado a partir del 7.2 a 9.1 m², con tal que siguiera habiendo las diferencias del tratamiento de NCERI sin cambiar. Interesante, en una especie más vigorosa del árbol frutal, como el melocotón, aumentos mucho mayores (el cerca de 50%) en crecimiento vegetativo se han divulgado entre los árboles con la carga máxima y sin la fruta (Marsal et el al., 2005). Esta consideración indica que las prácticas de la especie y de la cultivación que modifican condiciones del vigor pudieron tener un efecto en las respuestas frecuentes de NCERcanopy. Sin embargo, las disminuciones de Tcanopy en respuesta a defruiting no eran significativas, mientras que lo hicieron las disminuciones en un nivel hoja-específico (TI), aunque a un grado del disminuir que en NCERI (tabla III). Se parece, por lo tanto, que el aumento en área de la hoja del árbol en árboles del DF compensó más los efectos del cultivo sobre Tcanopy que en NCERcanopy, y esto se puede relacionar probablemente con la disminución significativa de WUE encontrado para los árboles del DF (tabla III). Semejantemente, los cambios de la consumición del agua en respuesta a carga de la fruta no fueron encontrados en la investigación lysimetric sobre los árboles de melocotón (Scott Johnson, la comunicación personal). Esto se pudo haber relacionado con mayor vigor de los árboles de melocotón con respecto a los manzanos que crecen en rizomas dwarfing. Sin embargo, Lenz (1986) divulgó que los manzanos fructíferos tenían tarifas más altas de la consumición del agua que árboles sin la fruta. Los resultados de Lenz y del hecho de que NCERcanopy y Tcanopy fueron correlacionados fuertemente en nuestro estudio (resultados no demostrados), indican que los requisitos de la irrigación publican para defruited árboles deben merecer la atención adicional. Por otra parte la magnitud de las estimaciones para Tcanopy obtenido aplicando la técnica del sistema abierto (con la capa de límite quitada totalmente) demostró probablemente sobrestimar los valores de Tcanopy. Además, en un ensayo preliminar fue observado que incluir un árbol que usaba un globo ventilado con un flujo estandarizado de

2.5 m s⁻¹ aumentó la transpiración del árbol en el 30% (Reyes, 2006). Sin embargo, las diferencias relativas entre los tratamientos deben también haber reflejado diferencias verdaderas entre los tratamientos del cultivo porque los mismos métodos fueron solicitados ambos tratamientos. Giuliani et al. (1997) también divulgaron mayores aumentos en T_{canopy} en respuesta al déficit de la presión del vapor para los manzanos con la fruta medida según la misma técnica del sistema abierto. El aspecto más significativo de este estudio era el efecto del retiro de la fruta en la inhibición fotosintética de la hoja que aumentó lineal con el tiempo (cuadro 7). Esta inhibición habría podido ser debido al efecto indirecto del desarrollo más grande del área de la hoja en los árboles del DF que aumentaban su sombrear interno. Sin embargo, la recuperación post-harvest notable de NCERI en árboles del DF indicó que adicional-sombreado, aunque probable, tenía probablemente solamente una influencia relativamente de menor importancia en diferencias entre los tratamientos (cuadro 6). Debe probablemente por lo tanto lo más mejor posible relacionar la inhibición fotosintética con la demanda baja para el carbón. En este caso de Smothee de oro', las frutas acumulan típicamente la materia seca en una manera lineal, y por consiguiente, la demanda de la fruta que no se espera que aumente con tiempo. Pero valores de acumulado diariamente NCER $_{canopy}$ disminuido en la estación con los valores más bajos encontrados en septiembre, desde temperaturas más bajas e IGUALDAD ocurrió durante esa parte de la estación (cuadros 1; Cuadro 2; Cuadro 5; Tabla 1). Entonces los valores bajos de NCER $_{canopy}$ para la demanda igual de la fruta C observada en septiembre, probablemente creciente el cociente de demand:supply con el aumento en carga de la fruta. Esto es completamente compatible con el concepto de los cloroplastos de la hoja de la acumulación del almidón que inhiben fotosíntesis en árboles del DF. En resumen, las condiciones del vigor bajo y una ausencia total de la fruta divulgada en este estudio previnieron la detección de cualquier capacidad para el crecimiento vegetativo que pudo proporcionar fregaderos

alternativos a las frutas de la manzana. La disminución proporcional de valores diarios de $NCER_{canopy}$ a partir de mayo a septiembre pudo haber favorecido a la hoja la eficacia fotosintética de árboles con demandas más grandes de C. Los estudios de la continuación son necesarios determinarse si la mayor respuesta vegetativa (es decir, el 50% más crecimiento con respecto a árboles de F) habría dado lugar a los fregaderos vegetativos que demuestran mayor importancia que lo observada en este estudio, o si la presencia mera de algunas frutas, según lo divulgado en Wünsche et al. (2000), habría alterado totalmente los efectos observados referente a la inhibición fotosintética de la hoja. Los autores desean agradecer a T.M. DeJong por sus comentarios profundos al acercamiento inicial del experimento y de la revisión final del manuscrito.

Aunque por la naturaleza de la metodología seguida no se permite la utilización de tests estadísticos, la aplicación de tratamientos tan drásticos como la eliminación total de los frutos ha mostrado efectos inmediatos sobre el intercambio de gases de la cubierta y que además han resultado ser muy consistentes en las dos repeticiones utilizadas. Dichos efectos se han correspondido a lo que era de esperar según lo ya publicado en la literatura: concretamente, con la eliminación de los frutos, las tasas de $NCER_i$ y g_s descendieron consistentemente. Resultados similares se referencian ampliamente en la literatura: en manzano por Flore y Lakso (1989), Palmer et al (1997), Wünsche et al., (1996), en nectarina por Chalmers et al., (1983), en melocotón por DeJong (1986), Marsal y Girona (1997) y en ciruelo por Gucci et al, (1991). La inhibición de $NCER_i$ en árboles a los que se les aplicó el tratamiento **SF** pueden explicarse por el descenso en la demanda de asimilados procedente de los frutos y que el crecimiento vegetativo no es capaz de sustituir, lo que ocasiona la acumulación de almidón en los cloroplastos y una regulación a la baja en asimilación de CO_2 en el mesófilo de la hoja

(Gucci et al., 1991; Körner et al., 1995), (Flore y Lakso, 1989). También y quizás a consecuencia del descenso en g_s para los árboles **SF**, el Ψ_{stem} aumento ligeramente tal y como otros autores han observado para melocotón (Blanco et al., Berman y DeJong 1996; Marsal y Girona 1997), mientras que el aumento de forma importante del crecimiento vegetativo en árboles **SF** se explicaría por el efecto combinado de aumento en la disponibilidad de asimilados y de Ψ_{stem} (Grossman y DeJong, 1994).

Sin embargo a nivel global de la cubierta y a pesar de que los árboles **SF** desarrollaron mayor superficie foliar (un 20% más sobre el total existente al final del ensayo), los niveles de $NCER_{canopy}$ continuaron siendo inferiores en los árboles **SF**. Solamente hasta después de cosecha, los niveles de $NCER_{canopy}$ fueron superiores en los árboles **SF** (Fig 5; Tabla 1). Un simple cálculo de proporciones permite descubrir que al final del desarrollo del fruto (el día antes de cosecha), y considerando el nivel de inhibición en $NCER_i$ observado en dicho momento, hubiese sido necesario un incremento de un 26% en área foliar adicional al 20% encontrado (que implicaría pasar del promedio encontrado de 7.2 a 9.1 m²) para que las diferencias en $NCER_{canopy}$ entre **SF** y **CF** se pudieran compensar mediante diferencias en área verde. Esta posibilidad parece muy lejana a la realidad de plantaciones comerciales en manzano ya que en su mayoría se cultivan actualmente con porta injertos enanizantes. Esta consideración permitiría poner estos resultados en el contexto de la influencia de las prácticas culturales, por ejemplo la respuesta del $NCER_{canopy}$ en este estudio quizás hubiese sido diferente si el ensayo se hubiese realizado en manzanos sobre pies vigorizantes. Curiosamente, en especies frutales más vigorosas como el melocotonero, se han citado incrementos en desarrollo vegetativo entre árboles con carga frutal máxima y sin fruto muy

superiores (alrededor de un 50 %) a lo observado en este estudio en manzano (Marsal et al, 2005).

Por otro lado, se observó que los árboles a los cuales se le aplicó el tratamiento **CF** presentaron valores más altos de **E** en comparación con los árboles a los cuales se les aplicó el tratamiento **SF** (Tabla 2). Las diferencias observadas en este trabajo nos indican que las necesidades de riego para árboles con fruto pudieran ser mayores que para aquellos árboles que no tienen fruto, aunque la magnitud en la diferencia de **E** obtenido mediante la técnica del sistema abierto (se elimina totalmente la capa límite) puede sobrestimar estas diferencias relativas y no ser representativa de la realidad en campo. Giuliani et al. (1997) cita también incrementos superiores en **E** en respuesta al déficit de presión de vapor para manzanos con fruto medidos con la misma técnica del sistema abierto. Lenz (1986) también señala que manzanos con carga frutal comparados con arboles sin carga presentaban consumos de agua superiores. En la misma línea, Getachew (2000) apunta la importancia del tamaño de la cubierta sobre estas diferencias indicando que si las diferencias en el dosel no llegan al 50% los árboles con fruto continuarán consumiendo más agua que árboles con fruto. Considerando que en melocotonero si se pueden producir diferencias en desarrollo vegetativo de un 50%, los resultados de este estudio parecen confirmar las especulaciones iniciales de Getachew (2000) y que podrían servir de explicación del porque en trabajos lisimétricos en melocotonero (Scott Johnson, comunicación personal) no se han encontrado modificaciones importantes en consumo de agua en respuesta a cambios de carga frutal.

Otro aspecto a destacar, ha sido el efecto incremental en el tiempo de la inhibición en la capacidad fotosintética de la hoja (Fig 7) y que contrastaría con las diferencias transitorias

encontradas por Gucci et al., (1991) de alrededor de 2-3 semanas en (*Prunus domestica L.*) y con otros estudios por ej. Fujii y Kennedy, (1985).

Dejong, (1996) que mencionan que las diferencias en fotosíntesis se producen de forma preferencial durante el periodo de alto crecimiento de fruto. En los árboles sometidos al tratamiento **SF** las inhibiciones en capacidad fotosintética foliar debido a la eliminación de fruto tendieron a aumentar con el tiempo y se relacionaron, por consiguiente, con el incremento de la actividad sumidero del fruto a medida que se acerca su desarrollo al periodo final de crecimiento y a la falta de respuesta substitutiva del crecimiento vegetativo.

CONCLUSIONES

- El rango de intercambio neto de CO₂ a nivel de toda la copa **NCER_{canopy}** es directamente afectado por la presencia de frutos en el árbol reduciéndose cuando se ha eliminado el fruto
- El incremento en el área foliar observado en este experimento en los árboles sin frutos no ha compensado las diferencias de asimilación de CO₂ a nivel de hoja
- Las inhibiciones de asimilación de CO₂ a nivel de hoja aumentaron progresivamente con el tiempo hasta el momento de cosecha.

BIBLIOGRAFIA

- HANSEN, P. (1969). 14C-estudios sobre manzanos. IV. Consumo de fotosíntesis en frutas en relación con la proporción de fruta de hoja y la posición de fruta de hoja. *Physiologia Plantarum*, 22, 186-198.
- BEN MIMOUN, M., LONGUENESSE, J.J. Y GENARD, M. (1996). Pmax como relacionado con hoja: la proporción de fruta y la fruta asimilan la demanda en el melocotón. *Diario de Ciencia Hortícola*, 71, 767-775.
- BERMAN, M.E. y de JONG, T.M. (1996). La tensión de agua y la cosecha cargan efectos sobre la fruta pesos frescos y secos en el melocotón (*Prunus persica*). *Fisiología de Árbol*, 16, 859-864.
- BLANCO, A., PEQUERUL, A., VAL, J., MONGE, E. Y GÓMEZ APARISI, J. (1995). Los efectos de carga de cosecha sobre el crecimiento vegetativo, la concentración mineral nutritiva y la hoja beben el potencial en el melocotón 'de Catalina'. *Diario de Ciencia Hortícola*, 70, 623-629.
- CORELLI-GRAPPADELLI, L., y MAGNANINI, E. (1993). Un sistema de árbol entero para estudios de gas de cambio. *HortScience*, 28, 41-45.
- EQUIPOS(TRIPULACIONES), C.E., WILLIAMS, S.L. Y VIDES, H.M. (1975). 3 ' las Características de fotosíntesis en hojas de melocotón. *Planta*, 126, 97-104. DEJONG T.M. (1986). La fruta efectúa sobre la fotosíntesis en *Prunus persica*. *Physiolgia Plantarum*, 66, 149-153.
- DOWNTON, W.J.S., SUBVENCIÓN, W.J.R. Y LOVEYS, B.R. (1987) Diuirnal se cambia de la fotosíntesis de vid cultivadas por campo. *Nuevo Phytologist*, 105, 71-80.
- FLORE, J.A. Y LAKSO, A.N. (1989). Regulación ambiental y fisiológica de fotosíntesis en cosechas de fruta. *Revisiones Hortícolas*, 11, 111-157. FUJII, J.A. y KENNEDY, R.A. (1985). Cambios estacionales de la tarifa fotosintética en manzanos. Una comparación entre fruiting y árboles non-fruiting. *Fisiología de Planta*, 78, 519-524.
- GIULIANI, R., NEROZZI, F., MAGNANINI, E. y CORELLI-GRAPPADELLI, L. (1997). Influencia de los ambientales y factores de planta sobre fotosíntesis de pabellón y transpiración de manzanos. *Fisiología de Árbol*, 17, 637-645.
- GOLDHAMER, D. y SNYDER, R.L. (1989). Planificación de irrigación: Una guía para ordenación de las aguas eficiente sobre granja. Univ. de California. División de Agr. y Nat. R. Publ. El No 21454.
- GROSSMAN Y.L. y DEJONG, T.M. (1995). Crecimiento potencial máximo vegetativo y modelo estacional de dinámica de recurso durante crecimiento de melocotón. *Los anales de Botánica*,

- 76, 473-482. GUCCI, R., XILOYANNIS, C. y FLORE, J.A. (1991). Parámetros de gas de cambio, beba relaciones y la división de hidrato de carbono en las hojas de cultivado por campo *Prunus domestica* después del retiro de fruta. *Physiolgia Plantarum*, 83, 497-505.
- KRIEDEMANN, P.E., LOVEYS, B.R. y DOWNTON, W.J.S. (1975). Control interno de fisiología stomatal y fotosíntesis. *Diario australiano de Piant Physiology*, 2, 553-567.
- LENZ, F. (1986). La fruta efectúa sobre la transpiración y la producción de materia(asunto) seca en manzanas. En: *La Regulación de Fotosíntesis en Árboles frutales*. (Lakso, A.N. y Lenz, F., Editores.). Symp. Proc. Publ., Nueva York Declara Agr. Expunto. Sta., Ginebra, Nueva York, EE.UU.. 101-104.
- MUCHO TIEMPO, S.P., Y HALLGREN, J.E. (1985). Medida de asimilación CO₂ por plantas en el campo y el laboratorio. En: *Técnicas en Bioproductivity y Fotosíntesis*. (Cañadas, J., Pasillo, D.O., Mucho tiempo, S.P., Surlock, J.M.O., Editores). Pergamon Prensa, Oxford, el Reino Unido. 62-94.
- MARSAL, J. y GIRONA, J. (1997). La relación entre la hoja bebe la actividad potencial y de gas de cambio en etapas diferentes phenological y cargas de fruta en melocotoneros. *Diario de la Sociedad americana para Ciencia Hortícola*, 122, 415-421.
- MARSAL, J., LÓPEZ, G., GIRONA, J., BASILE, B. Y DEJONG, T.M. (2005). La heterogeneidad en la distribución de fruta y el tallo bebe variaciones potenciales en melocotoneros en condiciones de irrigación diferentes. *Diario de Ciencia Hortícola y Biotecnología*, 80, 82-86
- MOLINERO, D.P., HOWELL, G.S. Y FLORE, J.A. (1996). Una planta entera, sistema abierto de-gas-echange para medir fotosíntesis neta de plantas en conserva leñosas. *HortScience*, 31, 944-946.
- PALMER, J.W., GIULINANI, R. Y ADAMS, H.M. (1997). El efecto de cosecha carga sobre fruiting y la fotosíntesis de hoja de ' Braeburn/M26 manzanos. *Fisiología de Árbol*, 17, 741-746.
- PROCURADOR, J.T.A., WATSON, R.L. Y LANDSBERG, J.J. (1976). El presupuesto de carbón de manzano joven. *Diario de la Sociedad americana para Ciencia Hortícola*, 101, 579-582.
- REYES, V.M. (2006). Comportamiento del Intercambio de Gases Nivel de Toda la Copa en Manzano (*Malus x domestica* Borkh.) Vid (*Vitis vinifera* L.) y Melocotón (*Prunus persica* L. batsch) Bajo Diferentes Condiciones de Crecimiento y Disponibilidad de Agua. PhD Tesis. Univesitat de Lleida. España. 150 p.

ROPER, T.R., KELLER, J.D., LOESCHER, W.H. y memoria sólo de lectura, C.R. (1988). Fotosíntesis y división de hidrato de carbono en cereza dulce: Fruiting efectos. *Physiologia Plantarum*, 72, 42-47.

SAS Instituyen la S.A.. 1988. SAS/STAT la guía del Usuario. Libere 6.03 Edición. Cary, NC. 1028 p.

SCHECHTER, I.J., PROCURADOR, T.A. Y ELFVING, C.C. (1994). Tasa de cambio de carbón de gas y acumulación en los miembros de fruiting y manzanos nonfruiting. *Diario de la Sociedad americana para Ciencia Hortícola*, 119, 150-156.

SHACKEL, K.A., AHMADI, H., BIASI, W., BUCHNER, R., GOLDHAMER, D.A., GURUSINGHE, S., HASEY, J., KESTER, D., KRUGER, B., LAMPINEN, F., MCGOURTY, G., MICKE, W., MITCHAM, E., OLSON, B., PELLETRANY, K., PHILIPS, H., RAMOS, D., SCHWANKL, L., SIBBET, S., SNYDER, R., SOUTHWICK, S., STEVENSON, M., THORPE, M., WEINBAUM, S., YAEGER, J. (1997). El estado de agua de planta como un índice de irrigación necesita en árboles frutales caducos. *HortTechnology*, 7, 23-28.

WIBE, M., BLANKE, M.M. y LENZ, F. (1993). Los efectos de fruiting sobre los presupuestos de carbón de baldaquines de manzano. *Árboles*, 8, 56-60.

WÜNSCHE, J.N., A.N. LAKSO, ROBINSON, T.L., LENZ, F. Y DENNING, buque (1996). Las bases de productividad en sistemas de producciones de manzana: El papel de interceptación ligera (de luz) por diferente pega un tiro a tipos. *Diario de la Sociedad americana para Ciencia Hortícola*, 121, 886-893.

WÜNSCHE, J.N., PALMER, J.W. Y GREER, D.H. (2000) los Efectos de cosecha cargan sobre fruiting y las características de gas de cambio de ' Braeburn /M.26 Manzanos en el pabellón lleno. *Diario de la Sociedad americana para Ciencia Hortícola*, 125, 93-99.

WÜNSCHE, J.N., GREER, D.H., LAING, W.A. y PALMER, J.W. (2005) la hoja Fisiológica y bioquímica y el árbol estructuran para cortar la carga en la manzana. *Fisiología de Árbol*, 25, 1253-1263.

WÜNSCHE, J.N. y FERGUSON, I.B. (2005). Interacciones de carga de cosecha en manzana. *Revisiones Hortícolas*, 31, 231-290.

H DE DANIEL. DIAZ MONTENEGRO, FICIOLOGIA de ARBOLES FRUTALES. AGT REDACTOR, S.A.

DANIEL H. DIAZ MONTENEGRO, FICIOLOGIA DE ARBOLES FRUTALES. AGT EDITOR, S.A.