

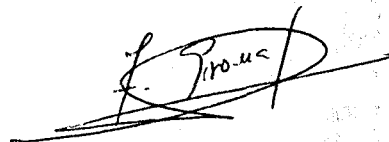
(043) "1994" Gir

UNIVERSITAT DE LLEIDA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRES HIDRICO EN
DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L
Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

Tesis presentada para optar al grado de Dr. Ingeniero Agrónomo.
Dirigida por el Dr. Elías Fereres Castiel Catedrático de Producción
Vegetal de la Universidad de Córdoba y el Dr. Juan Ramón Castel
Sanchez, Investigador del Instituto Valenciano de Investigaciones
Agrarias (IVIA). Tutorada por el Dr. Ignacio Romagosa Clariana,
Catedrático de Producción Vegetal de la Universitat de Lleida.

El Doctorando

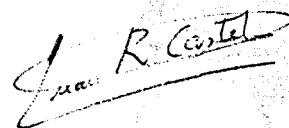


Joan Girona i Gomis

Los Directores de la Tesis

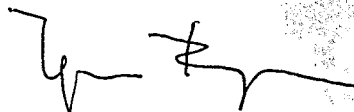


Dr. Elías Fereres Castiel



Dr. Juan Ramón Castel Sanchez

El Tutor



Dr. Ignacio Romagosa Clariana

Lleida, Septiembre 1994

0032-07260

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

CAPITULO III

Caracterización del intercambio de gases y eficiencia en el uso del agua en avellano (*Corylus avellana* L)

CAPITULO III. CARACTERIZACION DEL INTERCAMBIO DE GASES Y DE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN EL AVELLANO (*Corylus avellana* L.).

1. INTRODUCCIÓN

El área mediterránea se caracteriza por una pluviometría escasa e irregular, en consecuencia la demanda evapotranspirativa es mayor que las aportaciones por agua de lluvia, lo que obliga a la práctica del riego para poder cultivar de forma rentable la mayoría de especies.

En muchas de estas especies parece suficiente el aporte de agua a través del riego para situar al vegetal en buenas condiciones de rendimiento productivo, aunque exista una respuesta de cierre estomático casi generalizado cuando las condiciones de estrés hídrico ambiental se acentúan (*Schulze y Hall, 1981; 1982*). Hay además algunos ejemplos de ciclos diarios de fotosíntesis y conductancia estomática donde se sugiere que bajas humedades relativas del aire junto con elevadas temperaturas tienen un efecto muy importante sobre la tasa de asimilación neta de CO₂ en árboles que crecen en condiciones mediterráneas (*Lange et al., 1985; Bunce, 1987; Schulze et al., 1974; 1975; Lange, 1987; Coneira et al., 1990; Ferradas y Savé, 1992*).

La sensibilidad estomática en el avellano (*Corylus avellana* L.) al estrés hídrico ambiental ha sido objeto de varios trabajos de laboratorio (*Schulze y Küppers, 1979; Farquhar et al., 1984; Turner et al., 1984*) en los que se pone de manifiesto que, en esta especie, la conductancia estomática está altamente condicionada por el grado humedad ambiental, medido como diferencia relativa de humedad entre la hoja y el ambiente. De todas formas, estos trabajos se realizaron con variedades provenientes de un hábitat natural de Alemania y que habían crecido en cámaras de cultivo con una radiación de 400 a 600 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, que tan solo representa un 25-30% de la que se da en condiciones de campo en el área mediterránea, lo cual puede inducir a cierres estomáticos que junto con elevadas humedades ambientales limiten la transpiración .

Más recientemente, otro trabajo con avellanos de 3 años cultivados en maceta (*Natali et al., 1989*), hace énfasis sobre la dependencia de la conductancia estomática al gradiente parcial de presión de vapor entre la hoja y la atmósfera, en una de las variedades más cultivadas en Italia, y su posible grado de repercusión sobre la productividad de la especie.

Dado que en las condiciones climáticas del área mayoritaria de cultivo de esta especie en España (zona de Tarragona) el gradiente parcial de presión de vapor (GPPV) es especialmente elevado durante parte de la primavera y prácticamente durante todo el verano, y que existen alternancias productivas no cíclicas, incluso en parcelas regadas, sería interesante conocer el efecto que las condiciones climáticas pueden tener sobre el comportamiento de esta especie.

El objetivo de este trabajo es comparar el comportamiento del intercambio gaseoso y el estado hídrico de la planta en tres variedades de avellano en diferentes condiciones ambientales, desde el mes de junio al mes de octubre, así como determinar los posibles efectos limitantes que los factores climáticos puedan tener sobre la productividad de la especie..

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Parcela experimental. Los trabajos experimentales se realizaron con avellanos (*Corylus avellana* L.) de 9 años de edad, en una parcela situada en el "Centre de Mas Bové - IRTA" en las proximidades de Reus (España). Se utilizaron las tres variedades más conocidas en la zona de Tarragona: "Negret", "Pauetet" y "Gironell". Los árboles estaban formados sobre un solo pie, plantados a un marco de 4 x 5 m y orientación N-S.

El sistema de riego proporcionaba diariamente el 70 % de la Evaporación en tanque clase A (Epan) que es ligeramente superior a las necesidades hídricas de este cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1975; Mingeau 1988; Girona et al., 1994; Mingeau y Rousseau, 1994; Tous et al., 1994). El agua se distribuía a través de un sistema de riego localizado con dos microaspersores por árbol, con lo que se obtenía una superficie mojada de un 40% del marco de plantación. El potencial matricial del agua en los bulbos húmedos de los árboles base de este trabajo se mantuvo en valores no inferiores a -0.03 MPa.

La parcela disponía, además de un número reducido (≈ 20) de árboles no regados, pero en las mismas condiciones que los demás.

Determinaciones del intercambio gaseoso y del potencial hídrico de hoja. Para las determinaciones del intercambio gaseoso en condiciones de campo, se utilizaron un IRGA portátil modelo ADC LCA-2 (Gas Exchange System, The Analytical Development Co. Ltd., Hoddesdon, England) y un porómetro "steady-state" LI-1600 (LI-COR, Lincoln,

Nebraska, USA) con la finalidad de obtener determinaciones independientes de fotosíntesis (tasa de asimilación neta de CO₂) y la conducta estomática.

La tasa de asimilación neta de CO₂ (A), la conductancia estomática (g_s) y la concentración intercelular de CO₂ (Ci) se determinaron en base a los datos que aportaba el sistema IRGA y la metodología de cálculo propuesta por *von Caemmerer y Farquhar (1981)*. La conductancia residual al CO₂ (g_r) se calculó con la presunción de que el punto de compensación de CO₂ era 50 µl l⁻¹.

La determinación del potencial hídrico de hoja (Ψ_h) se realizó con la técnica de la cámara de presión (*Scholander et al., 1965*). Se utilizó una cámara modelo 3005 (Soil Moisture Equip. Corp., Santa Barbara, California, USA). Todas las medidas se realizaron inmediatamente después de cortar la hoja.

El potencial matricial del agua en el suelo se determinó con tensiómetros modelo Jet Fill (Soil Moisture Equip. Corp., Santa Barbara, California, USA) de 15 cm., 45 cm. y 60 cm. de profundidad, situados a 1 m del tronco de árboles representativos.

Procedimiento experimental. Las determinaciones de campo se realizaron durante los meses de junio a octubre de 1986 en hojas completamente desarrolladas, normalmente entre la 3^a y la 5^a a partir del extremo del ramo. Siempre que fue posible se mantuvo la posición inicial de las hojas para la realización de las determinaciones.

En cada lectura se muestreaban árboles de las tres variedades, regados y no regados, y se intentaba cubrir al máximo el rango de iluminación. Se muestrearon de 6 a 12 hojas para cada una de las combinaciones variedad-riego-iluminación.

Para las determinaciones realizadas con el equipo ADC las hojas muestreadas se giraban ligeramente hacia la luz para compensar el 15% de reducción de la radiación debido al metacrilato. Este procedimiento mantenía la radiación de la cubeta idéntica a la inicial (*Tapia, 1987*).

Se realizaron 6 controles de día completo a lo largo de la campaña (16 de junio, 15 de julio, 22 de julio, 30 de julio, 11 de agosto y 10 de octubre) con lecturas cada 2 horas, generalmente desde el amanecer al anochecer. Sobre una misma hoja se pasó el equipo ADC, el porómetro LI-1600 y se determinó el Ψ_h . Se tomaban medidas de Ψ_h antes del

amanecer en hojas libres de rocío, y se empezaban a realizar determinaciones de intercambio gaseoso en hoja en el momento en que había hojas libres de rocío y suficiente iluminación.

Elaboración de datos. Para el estudio de la relación entre diferentes parámetros se siguió el procedimiento de la curva envolvente (Webb, 1972; Jarvis, 1976; Hinckley et al., 1978) modificado de la siguiente forma: Se intentó eliminar los efectos limitantes de los parámetros conductancia estomática (g_s), conductancia residual al CO_2 (g_r), gradiente parcial de presión de vapor (GPPV), flujo de fotones fotosintéticamente activos (PPFD), disponibilidad de agua en el suelo y temperatura de hoja (TH). Para ello se siguió un meticuloso análisis en el que se partía de una base de 16800 datos y por eliminación y contraste de hipótesis de valores umbrales se fueron puliendo los resultados. Con los datos obtenidos para cada relación se efectuaron los ajustes correspondientes a cada variedad.

Determinación de la densidad estomática. Con posterioridad a los trabajos de campo, se recogieron hojas de avellano de las variedades "Negret" y "Pauetet", las cuales se secaron al horno y se prepararon las muestras, según el procedimiento de procesamiento de muestras para su observación en el microscopio electrónico de barrido (UdL, 1994), que servirían de base para el conteo de estomas. Estos conteos se realizaron con un microscopio digital de barrido (modelo ZEISS DSM 950 A), del Servicio de Microscopía de la UdL (Universitat de Lleida). Se utilizaron áreas de $185 \mu m \times 185 \mu m$, que sirvieron como unidad elemental de conteo, al ser visualizada la muestra a 500 aumentos. La determinación de la densidad estomática se realizó en dos zonas de dos hojas de avellano para cada una de las variedades estudiadas.

3. RESULTADOS

Evolución diaria. La evolución de los ciclos diarios del Ψ_h pone de manifiesto la existencia de cierta diferencia entre variedades, especialmente en los controles extremos: 11-06-86 (fig. 3.1.A) y 10-10-86 (fig. 3.1.F), mientras que se observaron comportamientos muy similares para los días centrales del período de control (fig. 3.1 BCDE), manteniéndose fijo el valor mínimo registrado entorno a -2.5 KPa. No obstante, se observó una respuesta totalmente opuesta por lo que se refiere al comportamiento de g_s , donde las mayores similitudes se detectan los días 11-06-86 (fig. 3.2.A) y 10-10-86 (fig. 3.2.F), mientras que en los restantes controles se pone de manifiesto que "Negret" tiene una mayor apertura estomática que las otras dos variedades (fig. 3.2). El comportamiento de la A fue muy

similar al de la g_s , mostrándose igualmente "Negret" como una variedad con una capacidad fotosintética considerablemente mayor que la de las otras dos (fig. 3.3), llegándose a obtener valores medios superiores a los $10 \mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

El día 11-06-86 se controlaron unos árboles en condiciones de secano y otros en condiciones de regadío (fig. 3.4). La evolución diaria de Ψ_h pone de manifiesto un comportamiento diferente de las variedades "Negret" y "Gironell" a la disponibilidad de agua (fig 3.4.A y D). Aunque estas estrategias tuvieron una repercusión sobre el comportamiento estomático (fig. 3.4.B y E) el efecto sobre A fue mínimo.

Relación entre parámetros. La respuesta de la asimilación neta de CO_2 (A) a la radiación determinada como densidad de flujo de fotones fotosintéticamente activos (PPFD) fue muy similar para las tres variedades (fig. 3.5) especialmente en la zona de radiación inferior a $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mientras que para valores más altos tan solo el c.v. "Negret" mantenía valores altos de A. La teórica franja envolvente de los valores dibujados para las tres variedades (según el procedimiento descrito anteriormente) fue idéntica para los valores bajos de PPFD (fig. 3.5). Aislando los valores del c.v. "Negret" se obtiene un ajuste muy bueno de la respuesta de A al PPFD (fig. 3.6).

La relación entre A y g_s fue muy similar para las tres variedades (fig. 3.7), y especialmente compacta en la zona de limitación estomática ($g_s < 200 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), mientras que mucho más dispersa para los valores más altos. Tampoco se observaron importantes diferencias entre las tres variedades en la relación existente entre A y g_r (fig. 3.8), aunque se puso de manifiesto que el efecto de g_r sobre A puede ser mayor que la ejercida por g_s .

Las diferencias entre variedades empiezan a observarse cuando se analiza la relación entre g_s y GPPV (fig. 3.9), donde además de poner de manifiesto la sensibilidad estomática del avellano al gradiente parcial de presión de vapor entre la hoja y el ambiente, se detecta que el c.v. "Gironell" es más sensible al grado de humedad ambiental de lo que lo son las otras dos variedades, mientras que "Pauetet" y "Negret" tienen un comportamiento similar aunque más nocivo para "Pauetet". La relación entre transpiración (E) y Ψ_h (fig. 3.10) presenta, así mismo, diferencias entre variedades, donde "Negret" se muestra con una capacidad de E mayor que "Pauetet". Igualmente en esta relación se constata el echo de que no se observan valores de Ψ_h inferiores a -2.5 MPa .

Densidad estomática. Los resultados de la determinación de la densidad estomática muestran un mayor número de estomas por mm² en las hojas de la variedad "Negret" que los observados en las hojas de la variedad "Pauetet".

Tabla 3.1. Densidad estomática determinada en hojas de avellano de las variedades "Negret" y "Pauetet"

Concepto	Variedad	
	Negret	Pauetet
Densidad estomática media (estomas /mm ²)	163	84
Error estandard de la muestra	23	13

4. DISCUSIÓN.

Los ciclos diarios de Ψ_h , g_s y A (figs. 3.1, 3.2 y 3.3) en tres variedades de avellano en regadío, ponen de manifiesto la gran variabilidad del comportamiento del intercambio gaseoso, incluso cuando las condiciones de cultivo son homogéneas de cultivo. Se han detectado mayores diferencias en la respuesta de g_s a las condiciones de medio y del cultivo que la observadas en la respuesta de A. Resultados similares han sido ya apuntados previamente en otras especies, cuando se han estudiado diferentes condiciones de cultivo aplicadas a una misma especie (*Girona et al., 1993*) debido a que el máximo de A se consigue a valores medios de g_s , y en consecuencia cuando se reducen valores altos de g_s , puede que el efecto sobre A sea mínimo.

Una posibilidad que podría barajarse es que las variedades estudiadas hubiesen estado sometidas a diferentes condiciones de disponibilidad hídrica, aunque se encontraban al mismo marco de plantación, sobre la misma parcela, con el mismo sistema de riego e idénticas dosis de agua de riego. Esta posibilidad queda muy debilitada puesto que los valores de Ψ_h fueron prácticamente iguales para las tres variedades en los días que se observaron grandes diferencias en g_s y A (por ejemplo 15-07-86 y 22-07-86), lo que induce a pensar en la posibilidad de la existencia de otros factores que limiten el intercambio de gases.

Otro elemento que nos induce a pensar en otros mecanismos de control en el intercambio de gases son los resultados de la comparación de los ciclos diarios de Ψ_h , g_s y A de dos c.v. ("Negret" y "Gironell") en condiciones de secano y regadío el día 11-06-86 (fig. 3.4), donde apenas existen diferencias en A, cuando las que se observan en g_s son significativas y mucho

mayores las detectadas en Ψ_h . Además, se observa un cierre estomático en el c.v. "Gironell" en seco (fig. 3.4.E) a partir de las 10 h, lo que permite una recuperación del Ψ_h (fig. 3.4.D).

La relación existente entre **PPFD** y **A** pone de manifiesto que con una iluminación equivalente a $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ se llega prácticamente a saturación lumínica a nivel de hoja (fig. 3.6), no obstante con valores de $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ existió una limitación de **A** muy considerable, lo que pone en cuarentena la posible generalización de los resultados de ensayos previos en esta especie realizados en laboratorio (*Schulze y Küppers, 1979; Farquhar et al., 1984; Turner et al., 1984*), probablemente debido a que los avellanos cultivados en la zona de Tarragona están en unas condiciones muy diferentes a las de los hábitats típicos del avellano en Alemania. Tampoco concuerdan mucho estos resultados con los obtenidos con otras variedades provenientes de las zonas de cultivo de Italia y cultivadas en maceta, donde los valores máximos de **A** obtenidos no sobrepasan los $5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (*Tombesi, 1988; Natali et al., 1989; Tombesi, 1994*), mientras que en las variedades utilizadas en este trabajo se han obtenido valores superiores a los $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$. En este sentido sería necesario verificar si son las variedades o las condiciones de cultivo de la razón de estos valores tan bajos.

El análisis de los ciclos diarios de **A** (fig. 3.3) nos permitió observar que tan solo el día 13-06-86 (fig. 3.3.E) en el c.v. "Negret" y en el control de las 12 h. existió limitación lumínica, mientras que en los restantes controles se superó en todas las observaciones los $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de **PPFD**.

Con los c.v. "Pauetet" y "Gironell" se analizó la misma relación (**A/PPFD**) (fig. 3.5) aunque la falta de un grupo de valores altos de **A**, especialmente con valores elevados de iluminación donde no existiera una manifiesta limitación de otros parámetros, hace difícil un ajuste. A pesar de ello, parece que en la zona con **PPFD** $< 1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, la tendencia de los puntos de estas dos variedades es similar a los del c.v. "Negret".

Aunque no se observaron diferencias entre variedades cuando se analizan las relaciones **A/g_s** (fig. 3.7) y **A/g_r** (fig. 3.8) hay que destacar la ausencia de valores altos de **g_s** y **g_r** correspondiente a "Pauetet" y "Gironell", lo que refuerza la idea de una menor capacidad de gasto de agua en estas variedades. Finalmente en el estudio de la relación **E/Ψ_h** (fig. 3.10) se pone de manifiesto como para un mismo valor de Ψ_h los valores de **E** son siempre mayores en "Negret" que en "Pauetet", lo que nos induce a pensar en posibles diferencias

morfológicas entre variedades (por ejemplo número de estomas por unidad de superficie foliar, o estomas de apertura más pequeña) puesto que otras posibilidades como ajustes osmóticos presentarían algunos valores altos de g_s (Morgan, 1984). En general deberíamos pensar en algo que aumenta la resistencia estomática al intercambio de gases ya que no se han observado diferencias adaptativas en los otros parámetros analizados.

Los resultados de la determinación de densidad estomática refuerzan la idea de que la variedad "Negret" tiene más capacidad para el gasto de agua que la variedad "Pauetet" puesto que el número de estomas por unidad de superficie es sensiblemente mayor en "Negret" (163) que en "Pauetet" (84) (tabla 3.1). Caldría, no obstante hacer un estudio más completo de este parámetro, así como una análisis de la estructura del estoma de cada variedad, puesto que se pudo observar que la estructura de los estomas de "Negret" y "Pauetet" era ostensiblemente diferente en tamaño y forma.

Puesto que todos aquellos puntos que se sitúan en la parte ascendente de la relación A/g_s (fig. 3.7) son más eficientes en el concepto de dA/dE que los que se sitúan en la parte horizontal superior de la misma (Farquhar, 1979), parece que los c.v. "Gironell" y "Pauetet", con la mayoría de puntos situados en la parte ascendente, podrían ser más efectivos en el uso del agua (dA/dE) que "Negret". El mayor vigor de "Pauetet" y "Gironell" frente a "Negret" (Tasias, 1975; Garcia et al., 1983; Gil et al., 1986) podría estar relacionado con el hecho que las dos variedades primeras tuvieran que ser más eficientes, puesto que al tener mayor volumen de copa el gasto total (transpiración total del árbol) tendiera a ser mayor. No obstante es "Negret" la que presenta una eficiencia productiva mucho mayor.

Aún cuando es evidente que existe una importante influencia del GPPV sobre el comportamiento estomático (fig. 3.9), hay que analizar su efecto específico en cada variedad, así la relación $g_s/GPPV$ en "Pauetet" se parece a las relaciones obtenidas por Natali et al. (1989) sobre "Tonda Gentile Romana", mientras que la respuesta de "Negret" difiere de forma importante de éstas. Así mismo, la respuesta de las variedades estudiadas en los trabajos realizados con material vegetativo proveniente de las zonas húmedas de Alemania (Schulze y Küppers, 1979; Farquhar et al., 1984; Turner et al., 1984) muestran una mayor sensibilidad y curvas situadas por debajo de los valores encontrados para "Pauetet". En estos casos el efecto del GPPV sobre A se había determinado como muy importante. El tipo de sensibilidad de g_s al GPPV que presenta "Pauetet" es mucho más limitante desde la vertiente de A que la observada en "Negret", puesto que en la relación

A/g (fig. 3.7) se observa como la limitación estomática a A empieza con valores de g_s inferiores a $200 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$, y dado que casi la totalidad de los puntos de la relación g_s/GPPV en "Pauetet" se encuentran por debajo de este valor umbral, el efecto de GPPV sobre A es importante, cosa que no ocurre en "Negret". La mayor eficiencia productiva de "Negret" podría estar relacionado con esta observación, puesto que, como se ha apuntado en otras especies de frutos secos, parece existir una marcada influencia de las reservas propias del árbol sobre el total de frutos en este árbol (*Weinbaum et al., 1984; Goldhamer y Shackel, 1990, Girona, 1992*).

Este trabajo pone de manifiesto la gran sensibilidad del avellano a las condiciones ambientales, aunque en menor de grado de lo que algunos trabajos previos sugerían, especialmente para la variedad "Negret" que se ha mostrado menos sensible al GPPV que "Pauetet" y "Gironell". No obstante, y es de general aplicación para las tres variedades, el que para obtener un buen funcionamiento del árbol es necesario que se den unas condiciones ambientales óptimas, especialmente por lo que se refiere al GPPV .

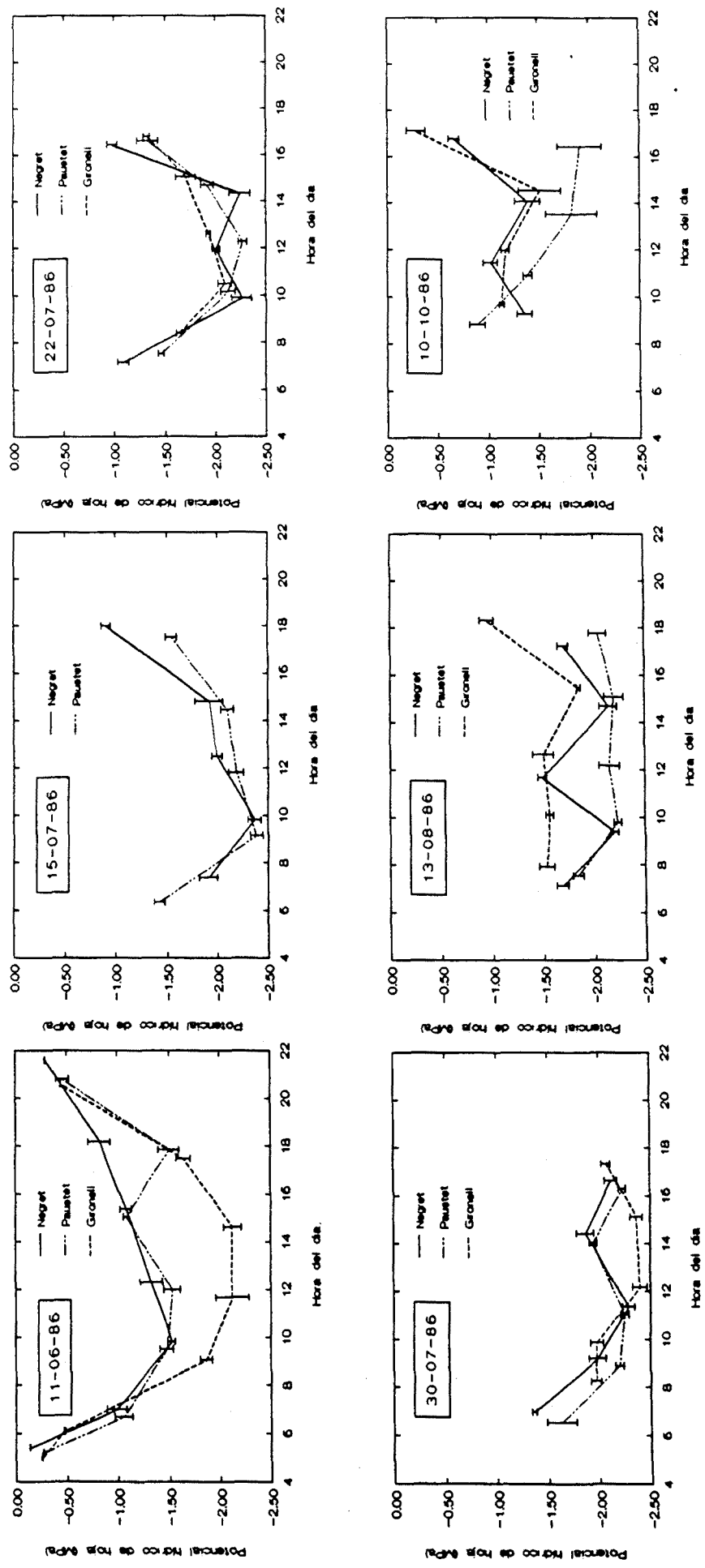


Figura 3.1. Evolución diaria del potencial hídrico de hoja en las tres variedades de avellano "Negret", "Gironell" y "Pauzetet", todas ellas en condiciones de riego, durante seis días diferentes de 1986. Cada punto corresponde a la media de 12 observaciones \pm ES.

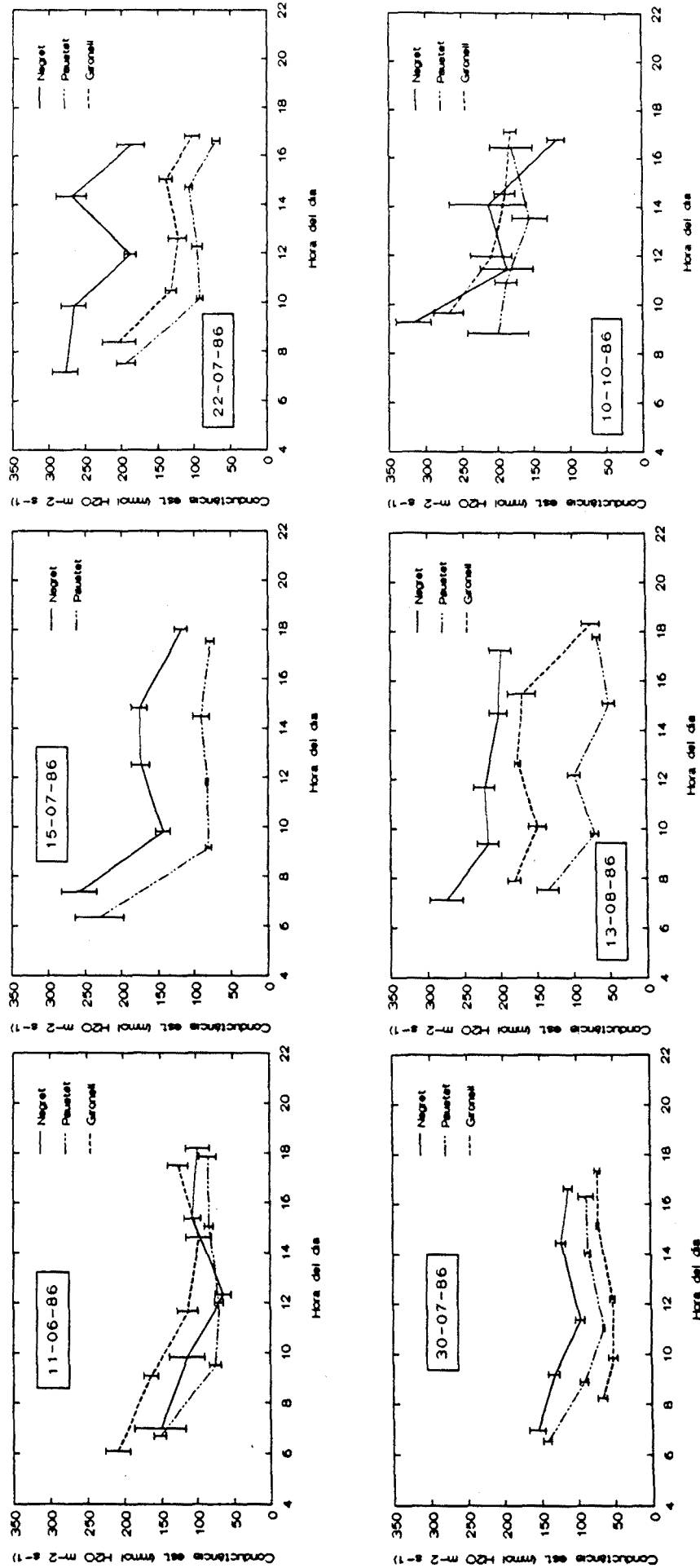


Figura 3.2. Evolución diaria de la conductancia estomática en las tres variedades de avellano "Negret", "Gironell" y "Pauset", todas ellas en condiciones de riego, durante seis días diferentes de 1986. Cada punto corresponde a la media de 12 observaciones \pm ES.

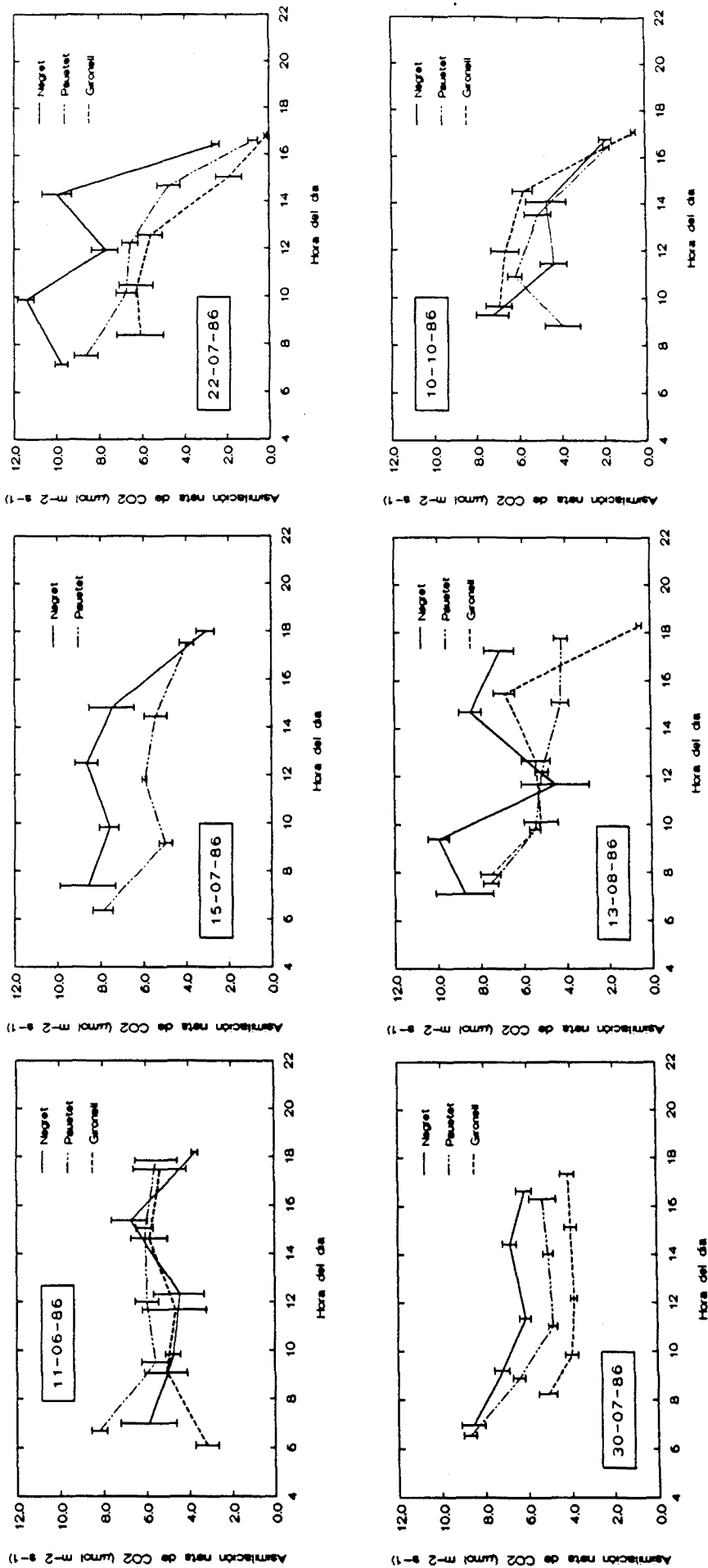


Figura 3.3. Evolución diaria de la asimilación neta de CO₂ en las tres variedades de avellano "Negret", "Gironell" y "Pauetet", todas ellas en condiciones de regadío, durante seis días diferentes de 1986. Cada punto corresponde a la media de 12 observaciones ± ES.

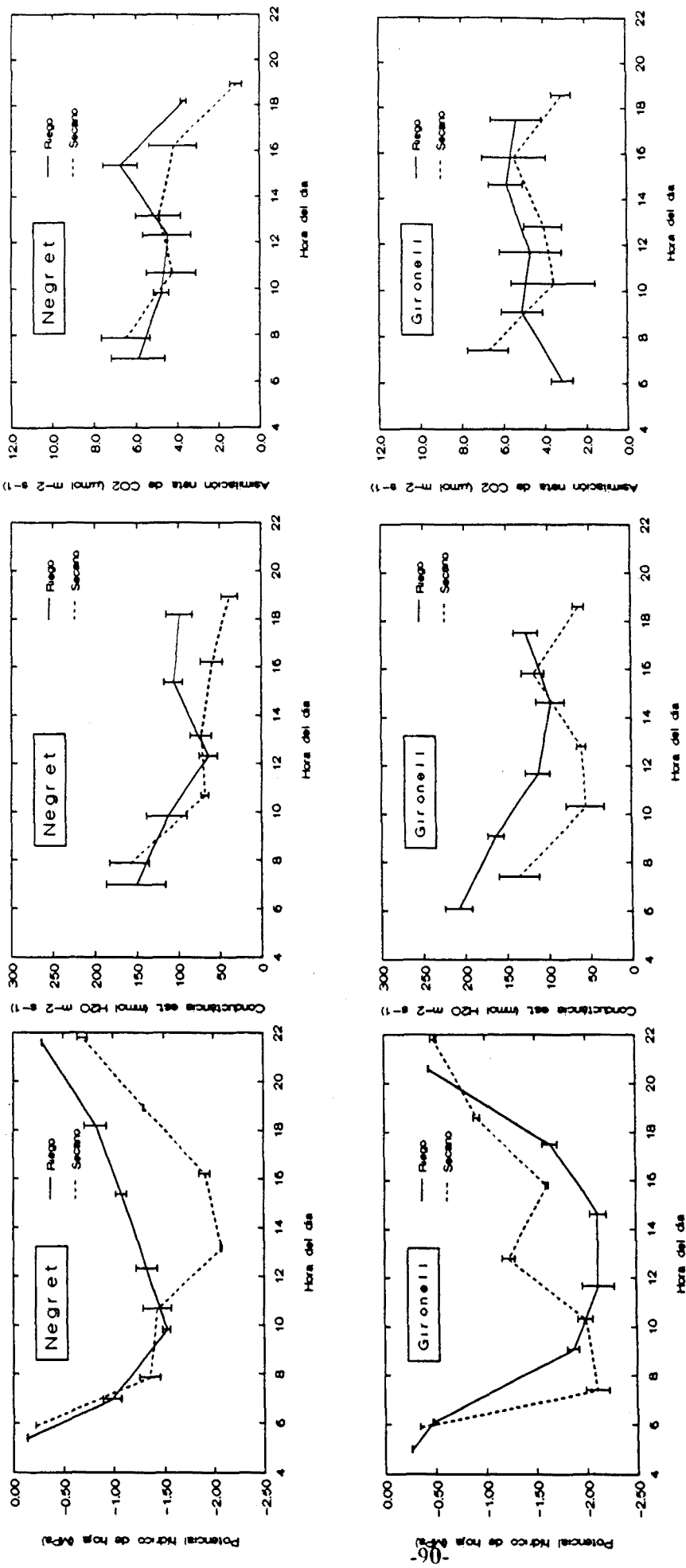


Figura 3.4. Evolución diaria del potencial hídrico de hoja (A,D), de la conductancia estomática (B,E) y de la asimilación neta de CO₂ (C,F) en dos variedades de avellano "Negret" (A,B,C) y "Gironelli" (D,E,F), en función de dos condiciones de cultivo: riego y secano. Los datos presentados corresponden al día 11-06-86. Cada punto corresponde a la media de 12 observaciones ± ES.

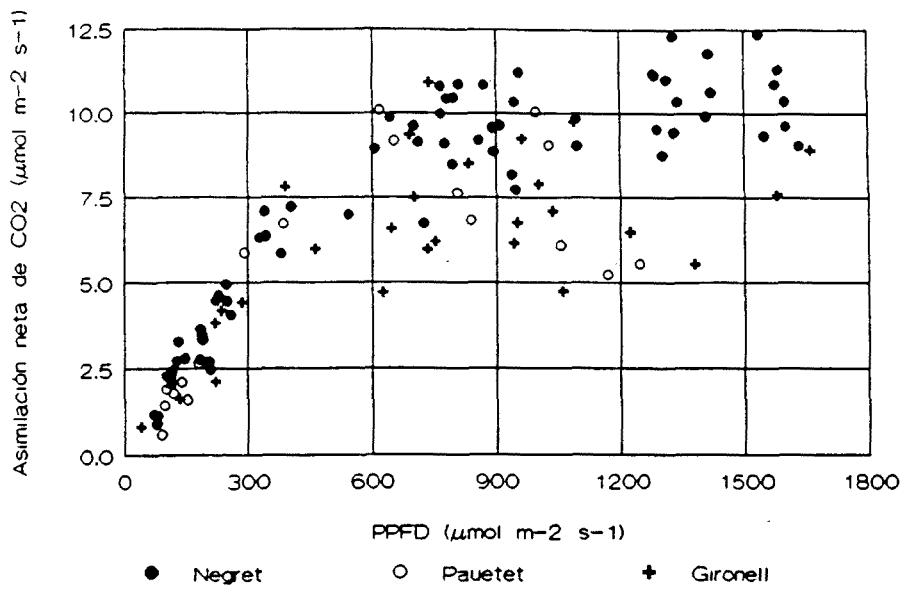


Figura 3.5. Respuesta de la asimilación neta de CO₂ a diferentes niveles de radiación (PPFD) para tres variedades de avellano en condiciones de regadío. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: $g_s > 200 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Temperatura de hoja $< 34 \text{ }^\circ\text{C}$. GPPV $< 2.5 \text{ KPa}$. $g_r > 50 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

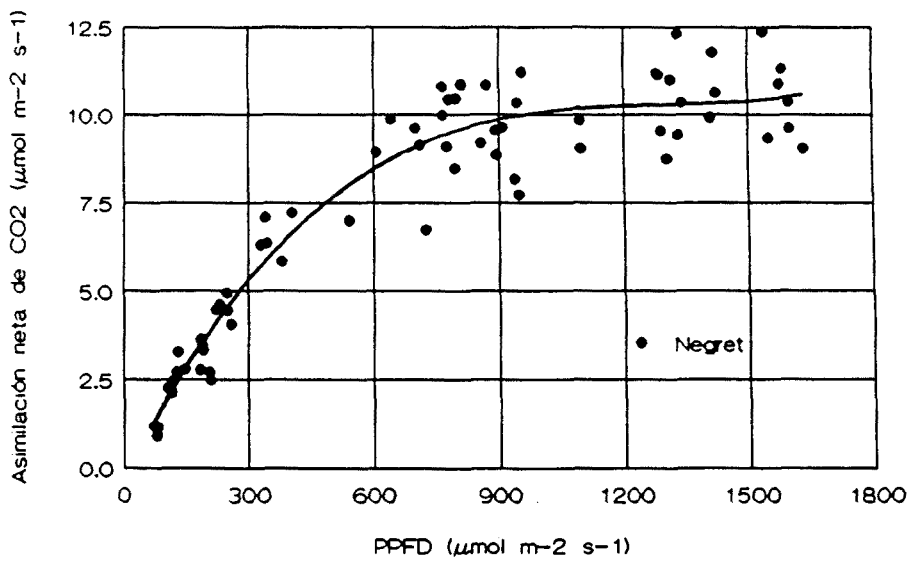


Figura 3.6. Relación entre la asimilación neta de CO₂ a diferentes niveles de radiación (PPFD) para la variedad "Negret" en condiciones de regadío. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: $g_s > 200 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Temperatura de hoja $< 34 \text{ }^\circ\text{C}$. GPPV $< 2.5 \text{ KPa}$. $g_r > 50 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Los parámetros del mejor ajuste obtenido son: $R^2 = 0.93$; $y = -0.388 + 0.024 x - 0.000018 x^2$.

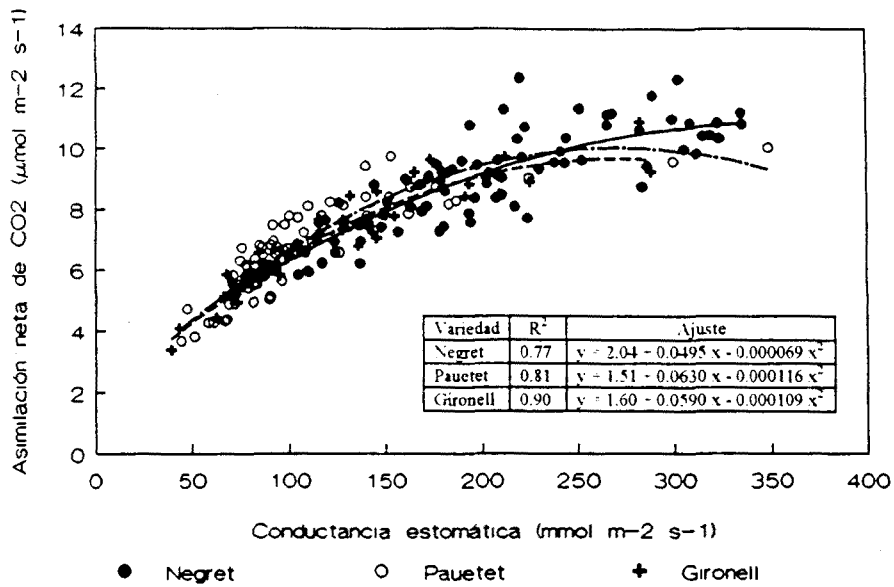


Figura 3.7. Relación entre la asimilación neta de CO₂ y la conductancia estomática para tres variedades de avellano en condiciones de regadío. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: PPFD < 700 µmol m⁻² s⁻¹, Temperatura de hoja < 34 °C, GPPV < 2.5 KPa, g_T > 50 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹. La línea continua corresponde al c.v. "Negret", la línea discontinua al c.v. "Gironell" y la línea discontinua con puntos intercalados al c.v. "Pauetet".

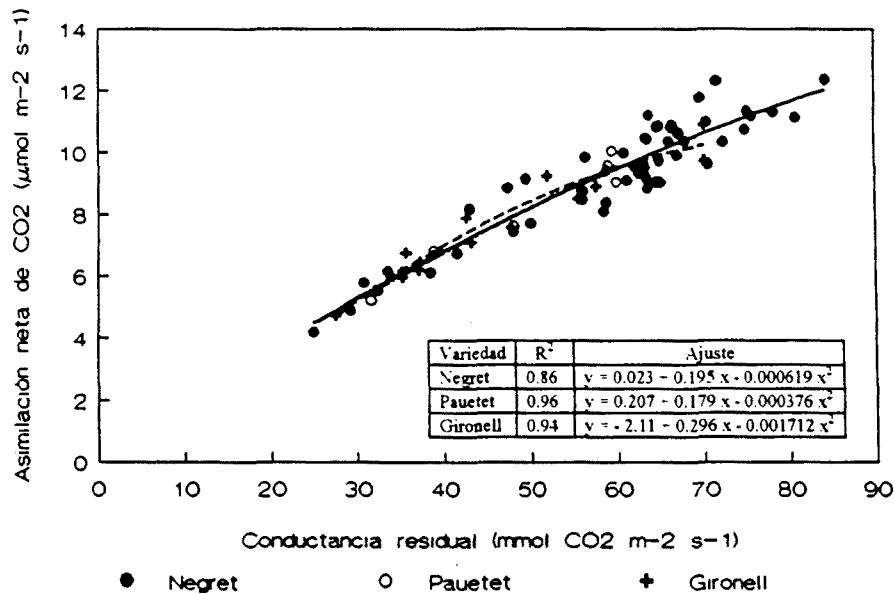


Figura 3.8. Relación entre la asimilación neta de CO₂ y la conductancia residual del estoma al CO₂ para tres variedades de avellano en condiciones de regadío. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: PPFD < 700 µmol m⁻² s⁻¹, Temperatura de hoja < 34 °C, GPPV < 2.5 KPa, g_S > 200 mmol H₂O m⁻² s⁻¹. La línea continua corresponde al c.v. "Negret", la línea discontinua al c.v. "Gironell" y la línea discontinua con puntos intercalados al c.v. "Pauetet".

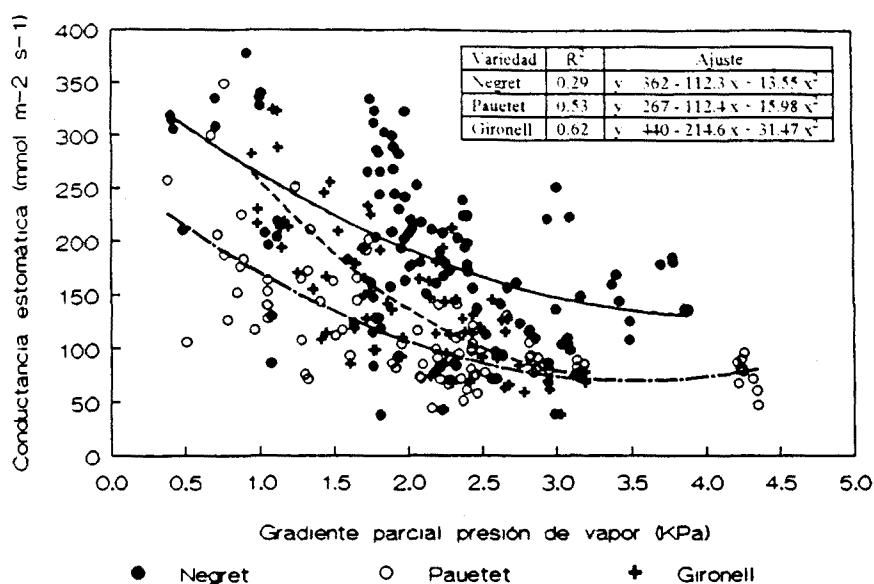


Figura 3.9. Relación entre la conductancia estomática y el gradiente parcial de presión de vapor para tres variedades de avellano en condiciones de riego. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: PPFD < 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Temperatura de hoja < 34 °C, $g_r > 50 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La línea continua corresponde al c.v. "Negret", la línea discontinua al c.v. "Gironell" y la línea discontinua con puntos intercalados al c.v. "Pautet".

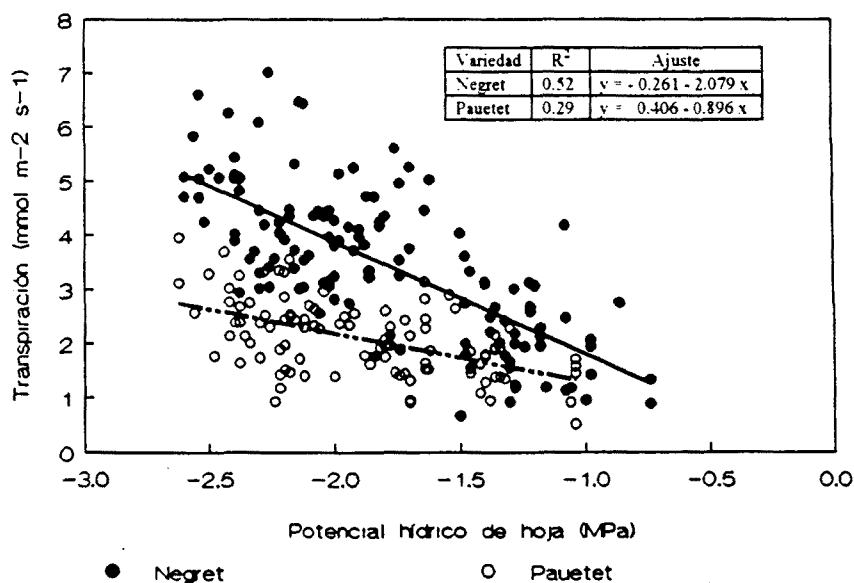


Figura 3.10. Relación entre la tasa de transpiración y el potencial hídrico de hoja para dos variedades de avellano en condiciones de riego. Cada punto corresponde a un control individual que cumple las siguientes condiciones: PPFD < 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Temperatura de hoja < 34 °C, GPPV < 2.5 KPa, $g_s > 200 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $g_r > 50 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La línea continua corresponde al c.v. "Negret", la línea discontinua con puntos intercalados al c.v. "Pautet".

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

CAPITULO IV

Respuesta del nogal (*J. Regia*) a diferentes niveles de NaCl en el agua de riego.

CAPITULO IV. RESPUESTA DEL NOGAL (*J. Regia*) A DIFERENTES NIVELES DE NaCl EN EL AGUA DE RIEGO.

1. INTRODUCCIÓN

Dado que el agua es un recurso limitado, y muchas veces escaso en el área mediterránea, resulta de máximo interés el conocer como usar aguas residuales (especialmente las de tipo urbano) como alternativa en el riego de diferentes especies frutales.

Aunque el nogal (*J. Regia*) ha sido descrito como una especie muy sensible a la toxicidad específica de algunos iones como el Na⁺ y el Cl⁻ (*Catlin y Schreder, 1985*), y las aguas residuales urbanas contienen una importante concentración de estos iones (*Seoanez, 1978; Asano et al., 1985*), se desconocen las bases fisiológicas de la interferencia que el Na⁺ y el Cl⁻ puedan tener sobre diferentes procesos de la planta (crecimiento, intercambio gaseoso, consumo de agua, acumulación específica de iones, etc.). Esta información puede ser de gran interés para su uso en posteriores programas de mejora y selección de nogales para resistencia a los iones específicos mencionados.

Así pues, este trabajo se realizó para caracterizar el intercambio gaseoso, el crecimiento y los daños producidos por el riego de nogales de semilla con aguas de diferentes concentraciones de NaCl.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

El trabajo experimental se desarrolló durante la primavera de 1991. Se utilizaron 288 nogales de semilla de la variedad "Serr" de 2 meses de edad. Las plantas crecieron en macetas de 1.4 litros de capacidad, en un sustrato a base de turba, arena, perlita y tierra (3:2:1:3, v/v), bajo condiciones de invernadero. Se prepararon unas 1000 plantas, de las cuales se seleccionaron por su uniformidad 288, y de éstas, las 168 más uniformes se utilizaron para los tratamientos, divididas en siete grupos de 24 plantas cada una; las restantes se destinaron a plantas borde para minimizar el efecto de las paredes del invernadero.

El diseño experimental fue el de bloques al azar con 7 tratamientos (concentración de NaCl en el agua de riego) y 4 repeticiones con 6 plantas por repetición. Los tratamientos fueron 1.5, 3, 6, 12, 24, 48 y 96 meq/l de NaCl.

Las plantas se regaban tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes), con las distintas concentraciones de sal y solución nutritiva Hoagland (*Hoagland y Arnon, 1950*). Se aportaba agua en exceso, permitiendo luego el drenaje libre, para así llevar las macetas a capacidad de campo.

Los miércoles las macetas se pesaban 2 horas después de ser regadas para evaluar la capacidad de campo, y los viernes se pesaban antes del riego. La diferencia de estas dos mediciones permitía conocer el consumo de agua (*Burger et al., 1987*). El crecimiento de la planta se determinaba midiendo semanalmente el diámetro del tronco (DT) a unos dos cm por encima del nivel del sustrato. En base a los resultados se calculaba el crecimiento relativo del diámetro de tronco (CRDT) definido como: $CRDT_i = (DT_i - DT_1)/DT_1 * 100$, donde DT_1 es el diámetro del día de inicio del ensayo y DT_i es el diámetro de cada control.

Para evaluar los efectos del NaCl sobre el intercambio de gases, se utilizaron dos plantas por unidad experimental. Las determinaciones de A (tasa neta de asimilación de CO₂), g_s (conductancia estomática), E (transpiración) y Ci (concentración subestomática de CO₂), se realizaron en hojas maduras y totalmente iluminadas. Para estas determinaciones se utilizó un analizador portátil de infrarrojos para gases (ADC, Analytical Development Co.). Todas las determinaciones de intercambio de gases se realizaron entre las 12 y las 14 (hora solar) y a una radiación fotosintética mínima de 800 μEinstein m⁻² s⁻¹, que sobrepasa la saturación de luz en nogal (*Tombesi et al., 1983*). Para los cálculos del intercambio de gases se utilizaron las ecuaciones descritas por *von Caemmerer y Farquhar (1981)*. Se realizaron cuatro controles de intercambio de gases durante el experimento.

A los 64 días del inicio de los tratamientos, se cosecharon todas las macetas del ensayo. Para cada maceta se tomó una muestra del sustrato, y se guardaron las diferentes partes de la planta (raíces finas, raíz de reserva (ó principal), tronco, limbos y láminas foliares) en bolsas separadas. Se midió la superficie foliar de cada hoja con la ayuda de un medidor de superficie foliar (AMS, Delta-T Devices), y se determinaron los porcentajes de hoja necrótica y el número de hojas por planta. También se midió la longitud de los troncos y el

peso seco de las distintas partes de la planta, después de secarse a 70-75 °C durante dos días.

Se prepararon cenizas de muestras representativas de las diferentes partes de la planta, en las que se realizaron determinaciones de Cl^- (mediante un electrodo específico) y Na^+ , Ca^{++} y K^+ por el método de fotometría de llama, según los métodos descritos por *Pinta (1973)* y el *MAPA (1975)*. En las muestras de suelo de cada planta se determinó la conductividad eléctrica y el contenido en Cl^- , a base de la extracción en pasta saturada, según el método descrito por el *U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)*.

Los resultados fueron analizados utilizando los procedimientos ANOVA, GLM y REG (análisis de la varianza y regresión)(*SAS, 1988*).

3. RESULTADOS.

El consumo diario de agua de las plantas varió fundamentalmente debido a las condiciones climáticas (fig. 4.1.A), aunque a medida que avanzaba el ensayo, el efecto de los tratamientos era cada vez más notorio. El consumo acumulado de agua se vió muy influenciado por la calidad de agua de riego (fig. 4.1.B), con reducciones de hasta el 50% en el tratamiento de mayor salinidad respecto al de menos.

El **CRDT** mostró una dependencia muy importante de las concentraciones de NaCl en el agua de riego (fig. 4.2.A), a la vez que se obtenía un ajuste muy bueno entre el crecimiento relativo final del diámetro de tronco y las tratamientos de riego (fig. 4.2.B). La pauta de disminución en función de la salinidad fue muy similar a la observada para el consumo total de agua, si bien con pendiente menor, o sea una menor sensibilidad relativa del **CRDT** a la presencia de NaCl, que la observada en el consumo de agua.

La evolución estacional de los parámetros analizados del intercambio gaseoso (**A**, **g_s**, **E**, **C_i**) estuvo altamente afectada por los tratamientos de riego (fig. 4.3), observándose una diferenciación muy inmediata de los resultados de las plantas regadas con aguas con 48 meq/l de NaCl. Dado que existió una caída de hojas muy inmediata en las plantas regadas con agua con 96 meq/l fue prácticamente imposible realizar sobre las mismas ningún control de intercambio de gases. En la mayoría de controles existe la evidencia de que las plantas

regadas con aguas con la menor presencia de NaCl (1.5 meq/l) se comportaban mucho mejor que el resto.

El peso seco de las diferentes partes de la planta estuvo muy afectado por los tratamientos de riego, obteniéndose en las mayoría de los parámetros unas correlaciones muy altas ($r^2 > 0.7$) con la concentración de NaCl en el agua de riego (tabla 4.1). Análogamente otros parámetros de la planta como el número de hojas por planta, la superficie foliar y el porcentaje de área necrótica también fueron altamente sensibles a la presencia de NaCl en el agua de riego.

La presencia Na^+ y del Cl^- en los diferentes tejidos de las plantas muestra, como era esperable, valores superiores a medida que aumentan las concentraciones de NaCl en el agua de riego. Por lo contrario la presencia de Ca^{++} en los diferentes tejidos de las plantas mostraba una tendencia inversa (fig. 4.4).

Las concentraciones de Na^+ y de Cl^- en las hojas (fig. 4.4.A) y de Na^+ en las raíces de reserva (fig. 4.4.D) mostraron una respuesta con una primera parte ascendente a medida que aumentaban las concentraciones de NaCl en el agua de riego y una segunda parte estable donde parece haberse llegado al máximo de este elemento aceptable por el tejido y en consecuencia no se aprecian aumentos destacables de los mismos por mucho que aumentase la concentración de NaCl en el agua de riego.

4. DISCUSIÓN.

Se ha observado un importante decremento en el uso del agua (fig. 4.1.A y 4.1.B), en el crecimiento del diámetro de tronco (fig. 4.2.A y 4.2.B) y en la mayoría de las diferentes partes de la planta (tabla 4.1) con el aumento de la concentración de NaCl en el agua de riego. Siguiendo los análisis propuestos por *Mass y Hoffman (1977)* se detecta que el umbral de la toxicidad del NaCl en el agua de riego para el nogal (variedad "Serr") es prácticamente cero para muchos de los parámetros estudiados. Estos resultados difieren sensiblemente a los encontrados por *Sepaskhah et al. (1985)* en pistachero en respuesta a la concentración de NaCl en el agua de riego, tanto por lo que se refiere al umbral de resistencia que es mucho más elevado en el pistachero (más sensible el nogal), como en el caso de la pendiente observada, ya que en el caso del pistachero es mucho mayor que para el nogal (más sensible el pistachero) (*Sepaskhah y Maftoun, 1988*).

Dado que la caída de hojas no fue regular y con una progresión poco uniforme, se podría pensar que ésta fue la causa de la alta variabilidad que se observó en la conductividad eléctrica y la concentración de Cl^- de la saturación del suelo en los distintos tratamientos salinos al final del experimento (tabla 4.2), especialmente en los tratamientos con las concentraciones más elevadas de NaCl . Esta caída de hojas poco uniforme (especialmente en las macetas que se regaban con aguas con las mayores concentraciones de NaCl), tenía su repercusión tanto el consumo de agua, (y en consecuencia las reservas de agua en el suelo en momento de riego y la fracción de lavado) como en la presencia de hojas sobre la superficie del suelo y su posible lavado de iones que se incorporaban al suelo.

En los parámetros que definen el intercambio de gases se observaron tres grupos de sintomatología: A). Plantas menos afectadas (tratamiento 1.5), B). Grado medio de afectación (tratamientos 3, 6, 12 y 24), y C). Plantas muy afectadas (tratamiento 48) (fig. 4.3). El tratamiento 96 no se presenta en los gráficos porque sufrió una caída muy importante de hojas al inicio del experimento y no se tomaron posteriormente medidas.

El cierre estomático en respuesta a la salinidad es una situación frecuente en especies sensitivas a la salinidad (*Longstreth y Nobel, 1979; Walker et al., 1979; 1981; 1983*). Aunque en este trabajo se detectó un cierre estomático a la presencia de sales (fig. 4.3.B), parece evidente que el descenso de A en los tratamientos con concentraciones más elevadas de NaCl en el agua de riego (fig. 4.3.A) no se debió exclusivamente al cierre estomático puesto que las concentraciones del CO_2 sub-estomático se incrementaban a medida que aumentaba la concentración de NaCl en el agua de riego. Estos resultados concuerdan con los presentados por *Seeman y Critchely (1985)* en judía donde la actividad "in-vivo" de la RuBP Carboxilasa sufría un descenso de hasta un 40% con concentraciones altas de Cl^- en hojas. Más tarde, *Seeman y Sharkey (1986)*, demuestran como en plantas con altas concentraciones de NaCl en los tejidos es imposible regenerar RuBP, lo que explicaría en parte la caída de los valores de A. De otra parte, *Behboudian et al. (1986)*, que observaron un decremento inicial de A y después de g_s , en cítricos regados con aguas con NaCl , discuten la posibilidad de que el cierre estomático se produjera como consecuencia de la caída de los valores de A, lo que pone de manifiesto que la presencia de NaCl en el agua de riego, y probablemente de Cl^- en los tejidos de las hojas tienen un efecto directo sobre la capacidad de asimilación de CO_2 .

El contenido de Ca^{++} en las diferentes partes de la planta analizadas mostró una reducción a medida que se incrementaba la presencia de Na^+ , lo cual no es sorprendente, pues el Na^+

actúa desplazando al Ca^{++} de las membranas (*LeHaye y Epstein, 1969; Kent y Läuchli, 1985*). Los resultados presentados sugieren que no existe mecanismo de exclusión (*Läuchli, 1984; Bañuls et al., 1990*) lo suficientemente eficaz en esta variedad de nogal como para evitar la tendencia clara a incrementar los valores de Cl^- y Na^+ en los distintos tejidos de la planta en los tratamientos con concentraciones más elevadas de NaCl en el agua de riego.

Dado que la sensibilidad del nogal (c.v. "Serr") a la presencia de NaCl en el agua de riego es muy elevada, se recomienda el uso de aguas con la mínima presencia de Cl^- , apreciándose entre 3 y 6 meq/l el límite máximo para el cultivo de esta variedad sin que aparezcan daños visibles en el árbol.

Tabla 4.1. Relación entre los diferentes componentes de la planta y la concentración de NaCl en el agua de riego.

Variable	Significación (1)	R2	Modelo	Valores		
				a	b	c
Peso seco (g):						
- Lámina foliar	***	0.71	$y = a e^{bx}$	92.3	-0.019	
- Limbo	***	0.75	$y = a e^{bx}$	91.8	-0.022	
- Hoja	***	0.76	$y = a e^{bx}$	192.2	-0.024	
- Tallo	***	0.28	$y = a x^b$	101.2	-0.148	
- Raíz fina	***	0.55	$y = a + b \ln x$	98.6	-13.646	
- Raíz de reserva	***	0.78	$y = a e^{bx}$	96.4	-0.010	
- Raíz	***	0.68	$y = a e^{bx}$	266.8	-0.015	
- Planta entera	***	0.79	$y = a e^{bx}$	447.8	-0.013	
Por planta:						
- Lámina foliar (núm.)	***	0.75	$y = a + bx + cx^2$	101.4	-1.943	0.010
- Superficie foliar (cm ²)	***	0.84	$y = a e^{bx}$	88.5	-0.028	
- Area foliar necrótica (%)	***	0.91	$y = a + bx$	-2.0	1.759	

(1) Significación: *** > 0.995 del test Anova.

(2) Todos los datos se normalizaron en base al tratamiento 1.5 meq/l NaCl en el agua de riego: =100 para las medidas simples (lámina foliar, limbo, tallo, raíz fina, raíz de reserva, número de láminas foliares y superficie foliar); =200 cuando se trata de concepto compuestos por la suma de dos medidas simples (hoja = láminas foliares + limbos, y raíz = raíz de reserva + raíz fina); =300 por la suma de tres medidas simples (parte aérea = láminas foliares + limbos + tallos); =500 En el caso de la planta entera (planta entera = láminas foliares + limbos + tallo + raíz fina + raíz de reserva); $Y = (Y \text{ trat } i / Y \text{ trat } 1.5) * (100 \text{ ó } 200 \text{ ó } 300 \text{ ó } 500)$; $y=0$ en el caso del porcentaje de superficie foliar necrótica. , $X = [\text{NaCl}]$.

Tabla 4.2. Conductividad eléctrica y concentración de Cl⁻ en el extracto de saturación de las muestras de sustratos al final del experimento.

[NaCl] en el agua de riego (meq/l)	CEs dS/m		[Cl ⁻] meq/l	
	Media	Error Std.	Media	Error Std.
1.5	1.87	0.17	4.11	0.72
3	1.86	0.11	4.79	0.96
6	2.10	0.13	7.75	1.13
12	3.12	0.18	16.77	1.90
24	4.10	0.35	44.37	8.64
48	6.94	0.54	89.37	11.15
96	20.93	3.00	436.02	91.80

Las medias y los errores estandard se obtuvieron en base a 16 muestras en cada tratamiento.



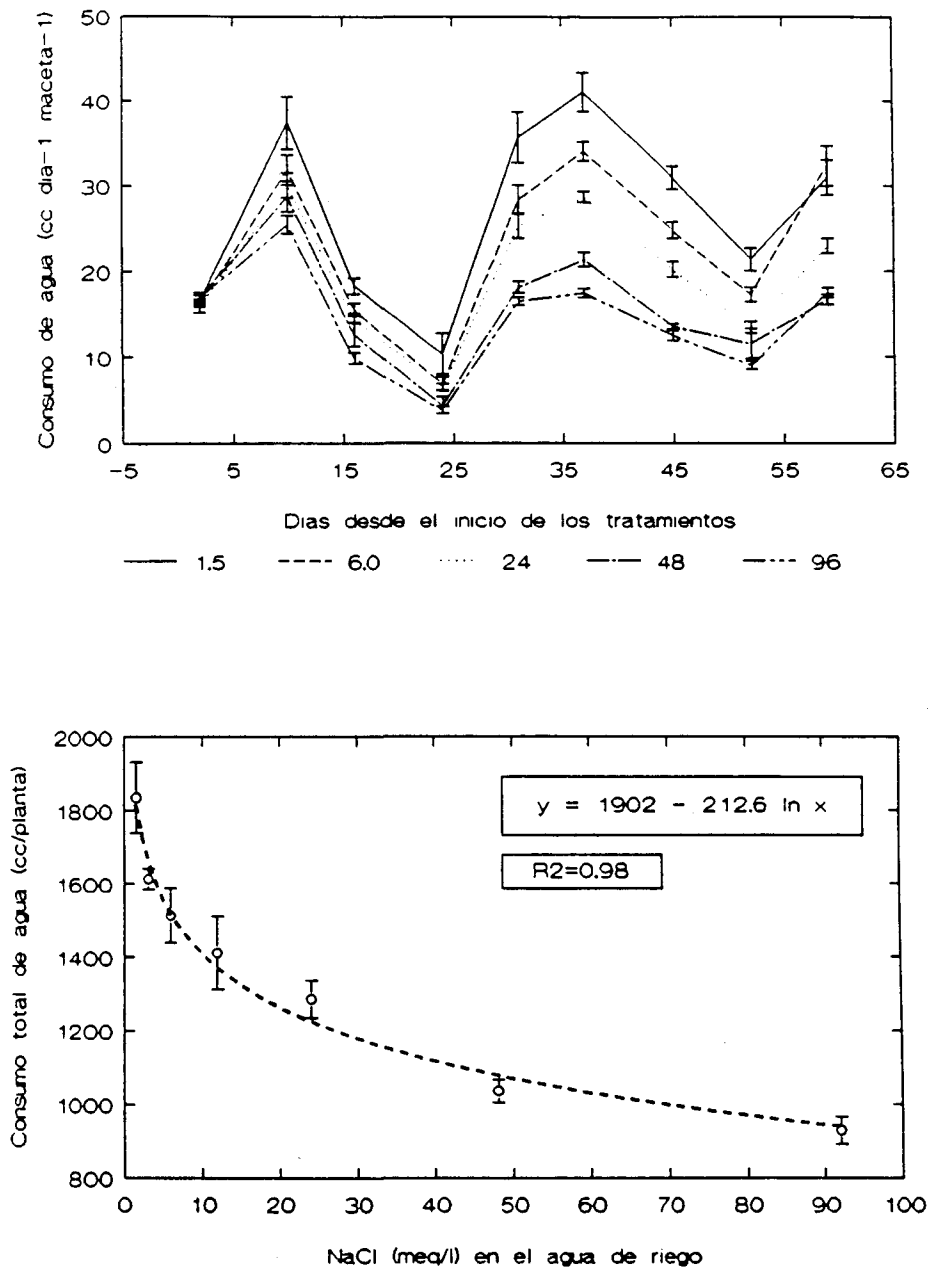


Figura 4.1. A). Evolución estacional del consumo diario de agua de los diferentes tratamientos de concentración de NaCl en el agua de riego. B). Relación entre el consumo total de agua de riego por planta y la concentración de NaCl en el agua de riego. Cada punto representa la media de 16 determinaciones \pm ES.

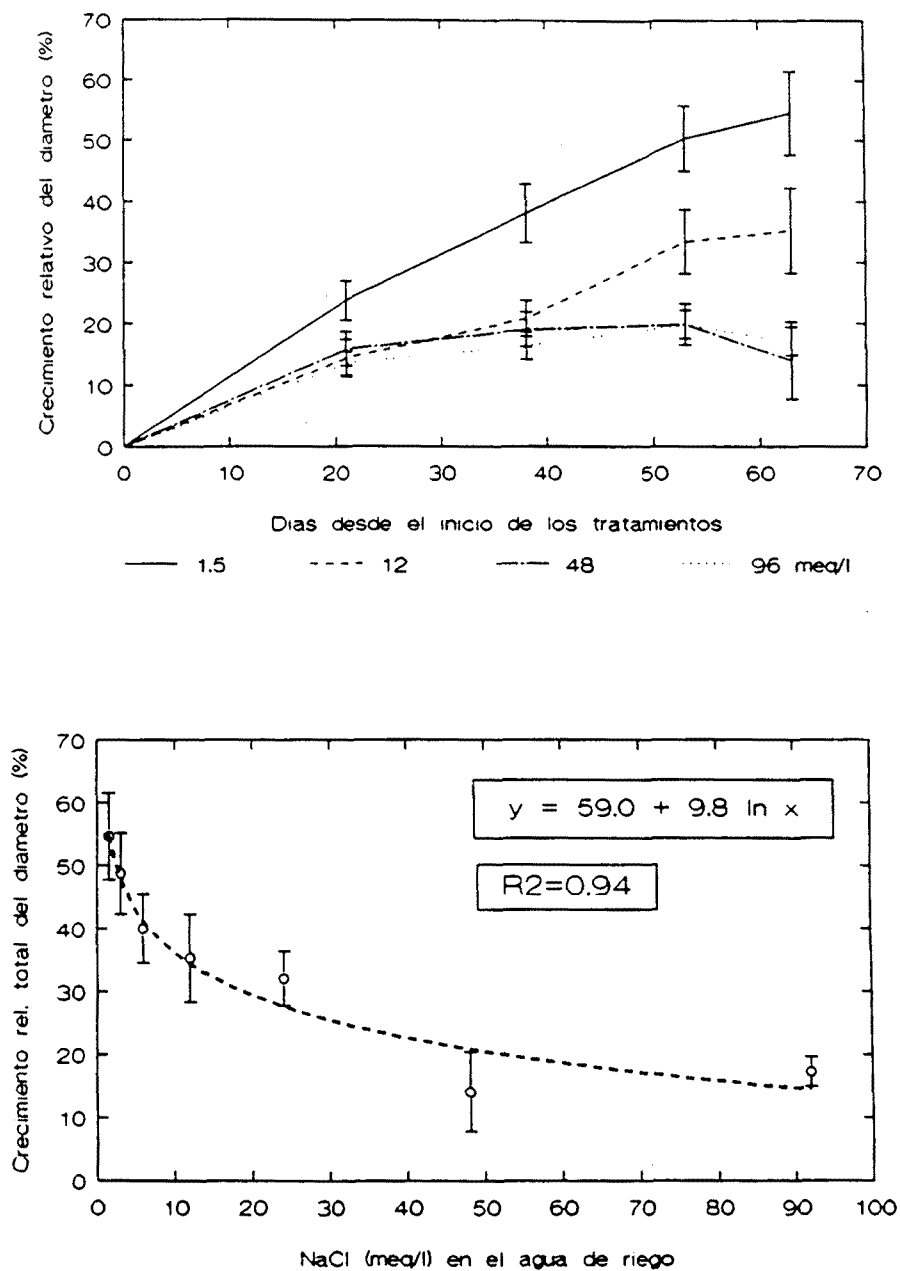


Figura 4.2. A). Evolución estacional del crecimiento relativo del diámetro de tronco [$CRDT_1 = (DT_1 - DT_0) / DT_0 * 100$] de los diferentes tratamientos de concentración de NaCl en el agua de riego. B). Relación entre el consumo total de agua de riego por planta y la concentración de NaCl en el agua de riego. Cada punto representa la media de 16 determinaciones \pm ES.

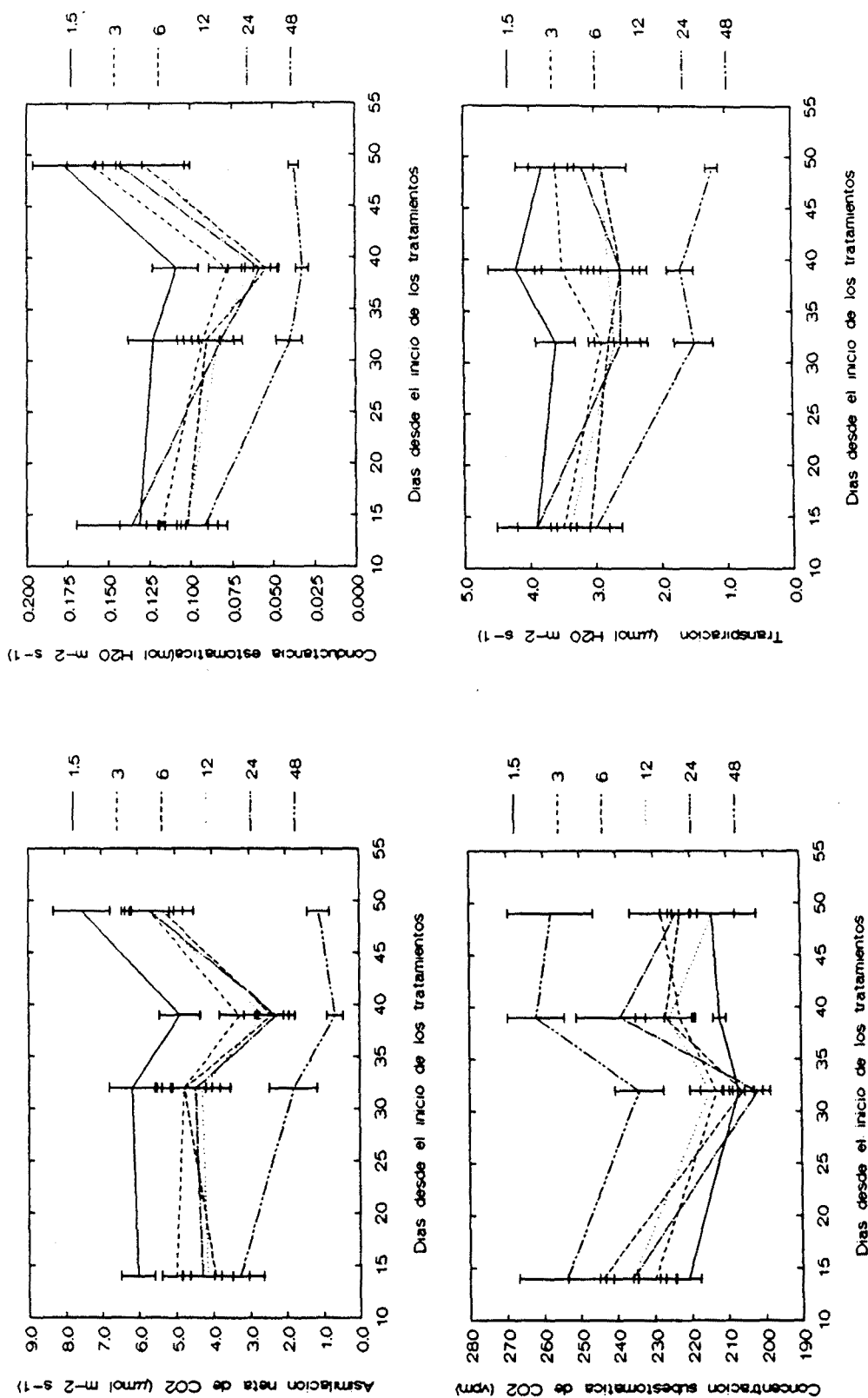


Figura 4.3. Evolución durante el ensayo de la asimilación neta de CO₂ (A), de la conductancia estomática (B), de la concentración subestomática de CO₂ (C) y de la transpiración (D) de los diferentes tratamientos de concentración de NaCl en el agua de riego. Cada punto es la media de 10 determinaciones ± ES.

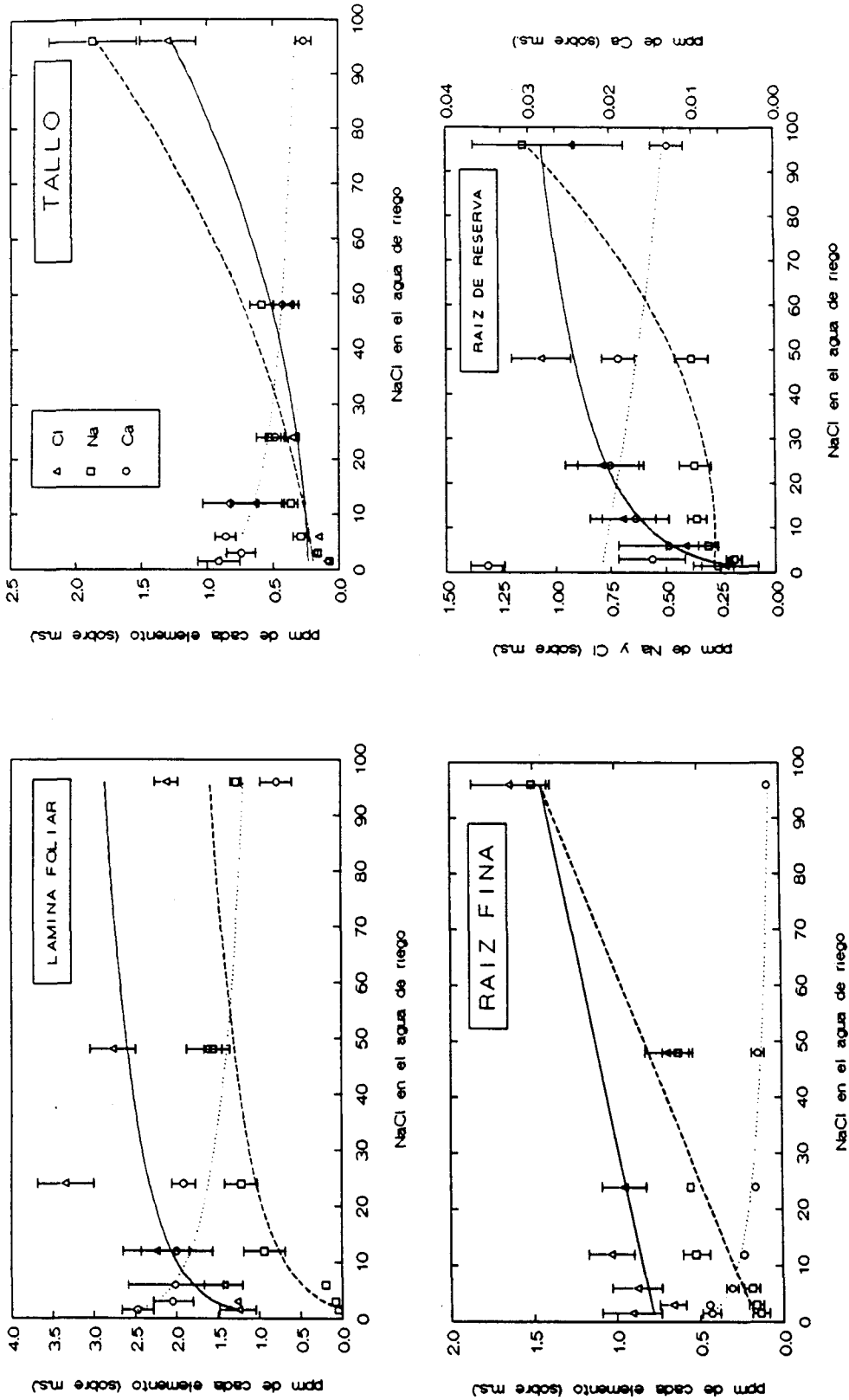


Figura 4.4. Composición química de las diferentes partes de la planta (A) Lámina foliar, B) Tallo, C) Raíz fina y D) Raíz de reserva) en respuesta a la concentración de NaCl en el agua de riego. Cada punto corresponde a la media de 4 determinaciones \pm ES. Las curvas dibujadas corresponden al mejor ajuste para cada elemento: línea continua para el Cl^- (triángulos), línea discontinua para el Na^+ (cuadrados) y línea de puntos para el Ca^{++} (círculos).

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

CAPITULO V

Influencia de la disponibilidad de agua en el crecimiento del grano en el avellano (*Corylus avellana* L) y efectos sobre la producción de la campaña siguiente.

CAPITULO V. INFLUENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL CRECIMIENTO DEL GRANO EN EL AVELLANO (*Corylus avellana* L.) Y EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LA CAMPAÑA SIGUIENTE.

1. INTRODUCCIÓN.

Tradicionalmente se ha mantenido que el momento más crítico de riego, para el avellano (*Corylus avellana* L.) en la zona productora del "Camp de Tarragona", es el período en el cual crece el grano, normalmente del 15-20 de junio a finales de agosto, meses a su vez en que la demanda hídrica de los cultivos es la más alta.

En otras especies, como el caso del melocotonero, se ha observado que el crecimiento del fruto implica una parada en el crecimiento vegetativo (*DeJong et al., 1987*), aunque previamente se ha producido un crecimiento vegetativo importante, mientras que el crecimiento en el fruto ha sido muy reducido. Las características de estas diferentes etapas dio pie a que se estudiara, con notable éxito, la aplicación de estrategias de riego deficitario controlado (**RDC**) en melocotonero (*Chalmers et al., 1981*), en almendro (*Goldhamer y Shackel, 1991; Girona et al., 1994*) y en otros cultivos como el peral (*Mitchel et al., 1984; Caspari et al., 1994*). Dado que el almendro, como fruto seco, podría ser una especie de referencia para el estudio de estrategias de **RDC** en avellano, y puesto que los resultados de una disminución de los aportes hídricos en almendro durante la fase del llenado del fruto han sido positivos (*Girona et al., 1994*), y como que además existe también una parada de crecimiento vegetativo del avellano en el mes de junio (*Tasias, 1975*), se consideró interesante evaluar la respuesta del avellano al corte de agua de riego durante la fase de llenado del fruto, con el objetivo de determinar la dependencia de este proceso a las disponibilidades de agua, y evaluar la posible idoneidad de estudiar estrategias de **RDC** en avellano.

Se ha descrito que la presencia o no de fruto en el árbol ejerce cierta influencia en otros procesos fisiológicos como la fotosíntesis (*Herold, 1980; Fugii y Kennedy, 1985; DeJong, 1986*), siendo ésta de vital importancia la elaboración de materia asimilada y especialmente para el llenado de los frutos secos (*Weinbaum, et al., 1994*). Para determinar si esta influencia de la presencia de frutos es realmente determinante en esta especie y dado que en ciertos años la producción del avellano es muy baja, se consideró igualmente interesante

evaluar los efectos del corte de agua al avellano, durante la misma fase de llenado de fruto, en árboles sin frutos, para determinar si en los años de baja producción se pudieran aplicar estrategias de **RDC**.

El presente trabajo se ha realizado para determinar la influencia de la disponibilidad de agua sobre el crecimiento del grano y de la cosecha de la campaña siguiente, y los posibles efectos del fruto sobre el crecimiento vegetativo y la fotosíntesis.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

La parcela experimental está localizada en la finca del "Centre de Mas Bové - IRTA" a 5 Km. de Reus. El suelo es arcilloso, compacto y con la presencia de un perfil petro-cálcico situado a una profundidad media de 0.6 m.

El ensayo se realizó en el 1990 y 1991 con avellanos de 14 años de edad de la variedad-población "Negret", polinizados por "Pauetet" y "Gironell", a un marco de 5 x 4 m. La plantación estuvo sometida a los cuidados culturales típicos de la zona para este cultivo.

El diseño experimental consistió en un "Split-Plot" con 4 bloques-repetición. La primera fuente de variación fue el agua de riego: Riego durante todo el ciclo (**R**) y sin riego desde el 20 de junio al 30 de agosto (**SR**). La segunda fuente de variación fue la presencia o no de frutos en el árbol: con fruto (**F**) y sin fruto (**SF**). En 1990 se aplicaron estos tratamientos, mientras que en 1991 todos los árboles se sometieron a un único tratamiento con fruto y riego. El aclareo total de los frutos en los avellanos **SF** tuvo lugar durante la tercera semana de junio de 1990.

La parcela elemental constaba de 16 árboles (4 x 4) de los que se controlaron los 4 centrales, mientras que los 12 restantes servían de protección para evitar la interferencia de otros tratamientos. De los 4 árboles centrales dos pertenecían al tratamiento **F** y los otros dos al **SF**. Los árboles de un mismo subtratamiento estaban dispuestos en diagonal.

Se controló semanalmente la evolución del fruto, del cual se tomaba una muestra de 10 frutos de cada parcela elemental y se medía la longitud de los tres ejes de cada fruto (largo, alto y ancho). Se pesaba en fresco la cáscara y el grano, y después de haber estado más de 2

días en un horno a 75 °C, se controlaba el peso seco. En base a esta información se calculó el rendimiento cáscara/grano y el porcentaje de materia seca.

Se hizo un seguimiento semanal del agua aportada por riego, así como del contenido de agua en el suelo de todas las parcelas elementales. Para este control se utilizó con una sonda de neutrones (Campbell Hydroprobe Model 503) y un tubo de acceso por parcela elemental a una profundidad superior a los 2 m.

A mitad del ensayo se tomaron medidas del potencial hídrico de hoja, antes del amanecer, utilizando la técnica descrita por *Scholander et al. (1965)*, siguiendo las sugerencias de *Turner y Long (1980)* y una cámara de presión (modelo Soil-Moisture 3005). La tasa de asimilación neta de CO₂ y la conductancia estomática al paso del vapor de agua se determinaron con la ayuda de un IRGA portátil (modelo ADC LA2). Los cálculos del intercambio de gases se realizaron con las ecuaciones propuestas por *von Caemmerer y Farquhar (1981)*.

En ambos años (1990 y 1991), a finales de agosto, se controló la producción total y se tomó una muestra de 100 frutos por parcela elemental para analizar los parámetros de calidad de la cosecha.

En el mes de enero de 1991 se controló el crecimiento vegetativo de las brotaciones y de los chupones de los avellanos del ensayo. Durante el período de junio a octubre de 1991 se controló casi semanalmente la longitud de 10 brotaciones señaladas de cada uno de los árboles base del ensayo.

La comparación de medias se realizó con el test de Duncan con un nivel de significación del 5%. Para los cálculos estadísticos se utilizó el procedimiento ANOVA (*SAS, 1988*)

3. RESULTADOS.

3.1. 1990 (1er. año).

Durante los dos meses de tratamiento de riego diferencial se aportaron 115 mm. al **R** mientras que no se aportó nada al **SR**.

El contenido de agua en los 50 cm. superiores del suelo varió de forma significativa en función de los tratamientos de riego aplicados (fig. 5.1) detectándose importantes diferencias entre tratamientos a finales del mes de julio, momento en que los potenciales hídricos de hoja antes del amanecer eran así mismo muy diferentes (tabla 1).

No se observó ninguna diferencia significativa en la evolución de las longitudes de los ejes de la cáscara, así como en su peso fresco y seco, en función de los tratamientos aplicados. No obstante, tanto el peso fresco como el seco del grano se diferenciaron de forma significativa a lo largo del ensayo (fig. 5.2), llegándose a la cosecha con un peso fresco del grano de **SR** un 20% inferior que en **R**. Para el peso seco esta diferencia era del 25%. Cabe destacar que el % de materia seca del grano no presentó una gran variación entre tratamientos.

En la cosecha no se observaron diferencias significativas en la producción total (tabla 2), aunque sí en el rendimiento grano/cáscara. La no coincidencia de la significación de las diferencias entre tratamientos se debe a la gran diversidad de carga (número de frutos por árbol) que presentaban los avellanos del ensayo. No se observaron diferencias significativas en los otros parámetros analizados en la cosecha como el número de frutos por árbol o el porcentaje de frutos vacíos.

Referente al peso fresco y seco del fruto en la cosecha, se observaron diferencias entre los dos tratamientos en el peso total y el peso del grano, no así en el peso de la cáscara, coincidiendo con la evolución de los frutos muestreados durante en ensayo (tabla 3).

En el tratamiento de riego la presencia o no de frutos en el árbol mostró tener una incidencia importante sobre la conductancia estomática y sobre la tasa de asimilación neta de CO_2 (tabla 1), aunque presumiblemente la capacidad de asimilación no se mostrase afectada (fig. 5.3). Estos resultados concuerdan con la respuesta descrita por *DeJong (1986)* en melocotonero.

Los controles de vegetación no mostraron ninguna diferencia significativa entre tratamientos, probablemente debido a que el período de máximo crecimiento vegetativo en avellano finaliza a primeros de junio (*Tasias, 1975*) y el tratamiento diferencia empezó a finales de junio. No obstante se observaron diferencias en el crecimiento de los chupones entre los árboles regados pudiéndose apreciar un crecimiento superior en los avellanos sin frutos (**SF**).

3.2. 1991 (2° año).

No se observaron diferencias significativas en la evolución del contenido en agua en el perfil del suelo de los diferentes tratamientos aplicados en el año anterior (fig. 5.4).

El control de los parámetros relacionados con el estado hídrico de la planta y el intercambio de gases evidenció que los tratamientos diferenciales impuestos en el año anterior no tenían ningún efecto residual, por lo menos durante los meses de julio y agosto, que fue cuando de hicieron los controles (tabla 5.4).

Aunque el control de las dimensiones exteriores de los frutos no mostró diferencias entre tratamientos, éstas sí se observaron en el peso seco del grano, de la cáscara y del fruto en general. Las diferencias se manifestaron especialmente en el último mes de crecimiento del grano (fig. 5.5) y en la cosecha (tabla 5.5). Los tratamientos **SF** (1990) presentaron un fruto menor de los **F**, mientras que no se observaron diferencias entre los tratamientos **R** y **SR** (tabla 5.6).

En la cosecha se constató que la producción de los árboles **SF** fue significativamente mayor que la de los **F**, mientras que no había diferencias entre los tratamientos de riego. Tampoco se observaron diferencias significativas en el rendimiento o en el porcentaje de frutos vacíos, parámetro que presentó un valor medio de 8.5 % que es relativamente elevado.

El número de frutos/árbol fue muy superior en los árboles **SF**, mientras que tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de riego.

En el análisis de los efectos combinados (interacciones) se observaron las mayores diferencias es entre los árboles **F** y **SF** sometidos al tratamiento **R**.

La evolución de la longitud de brotaciones puso de manifiesto un mayor crecimiento vegetativo en los árboles **SF**, mientras que no se observaron diferencias debidas a los tratamientos de riego (fig. 5.6).

4. DISCUSIÓN.

La falta de agua en los meses de crecimiento del grano no ha mostrado la severidad de respuesta esperada en 1990, ni tampoco un efecto residual significativo en 1991.

Teniendo en cuenta la evolución del peso seco del grano (fig. 5.2.A) y que la capacidad de asimilación de CO₂ parece no estar afectada (fig. 5.3) se puede plantear la hipótesis de que un buen riego en la tercera semana de julio en **SR** podría permitir el obtener producciones similares en ambos tratamientos. Este riego podría aumentar substancialmente la tasa de crecimiento o llenado del grano como ya se ha visto que ocurre en otras especies cuando se reanuda el riego después de una fase de corte de agua (*Girona, 1994; Lampinen, 1991*). En otros trabajos actualmente en marcha se pretende comprobar esta hipótesis así como verificar si la capacidad de asimilación de CO₂ está o no afectada, ya que el procedimiento utilizado en el presente trabajo es puramente orientativo al no haberse basado en las curvas A/Ci descritas por *Farquhar y Sharkey (1982)* o en el cálculo propuesto por *Ball et al. (1987)*.

La presencia o no de fruto ha tenido un efecto residual importante en 1991, con una longitud de brotaciones, número de frutos/árbol y producciones mayores en **SF**, aunque con un fruto medio de tamaño menor. Comparando los datos de fruto en la cosechas de 1990 y 1991 parece que en realidad lo que ha sucedido es que los árboles **F** al tener menor número de frutos han podido llenarlos más dado que el funcionamiento de la planta parecía similar en ambos casos.

Dado que no se ha controlado ni el número de flores femeninas presentes en la época de polinización, ni tampoco el porcentaje de cuajado del fruto es muy difícil determinar a que se ha debido este mayor número de frutos/árbol en **SF**, pero debido al ciclo morfológico del avellano y en especial al proceso de fecundación donde el polen espera una larga temporada en el tubo polínico antes de fecundar el óvulo, no parece arriesgado proponer que la diferencia se ha podido producir en el porcentaje de cuajado del fruto, máxime cuando existen referencias bibliográficas que ponen de manifiesto la importancia de disponer de unas buenas reservas en carbohidratos para asegurar la longevidad del polen en el interior del tubo polínico (*Williams, 1965; Arbeola y Herrero, 1987*) o aumentar el porcentaje de cuajado (*Weinbaum et al., 1984*).

El hecho de que el vigor de los árboles SF se dirigiera en 1990 a los chupones y no a las brotaciones pone de manifiesto la importancia que el control de los chupones tiene en el cultivo del avellano.

Parece evidente, tras el análisis de los resultados de este trabajo, que aplicar estrategias de RDC similares a las utilizadas a otras especies de frutos secos, con disminución de las aportaciones hídricas en la fase de llenado del fruto en años de cosecha normal, parece tener poca viabilidad. No obstante, de los resultados de este primer trabajo, se desprende el interés que podría tener el aplicar algunas estrategias de RDC en años de producción baja o muy baja, máxime teniendo en cuenta que el precio del agua, en la zona de cultivo del avellano en Tarragona, es muy elevado.

Tabla 5.1. Estado hídrico de la planta e intercambio gaseoso en 1990.

Parámetro	Fecha	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Potencial de hoja (MPa)	25-07	**	-0.11 a	-0.39 b	-0.15 a	-0.35 b
Fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	30-07	**	8.76 a	2.41 b	7.45 a	2.96 b
Conduct. est. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	30-07	**	289 a	70 b	217 a	79 b
Fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	31-07	**	9.87 a	2.78 b	7.06 a	3.45 b
Conduct. est. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	31-07	**	347 a	61 c	169 b	103 c

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

Tabla 5.2. Datos de producción (Cosecha 1990).

Parámetro	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Producción grano (kg./ha)	*	971 a	708 b		
Rendimiento (grano/fruto)	**	48.7 a	41.8 b		
Número de frutos/árbol	°	2252	2086		
Porcentaje de vacíos	NS	1.14	0.95		

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

Tabla 5.3. Características del fruto (Cosecha 1990).

Parámetro	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Peso seco del FRUTO (g)	**	1.55 a	1.41 b		
Peso seco del GRANO (g)	**	0.80 a	0.62 b		
Peso seco de la CASCARA (g)	°	0.76 a	0.80 b		

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

Tabla 5.4. Estado hídrico de la planta e intercambio gaseoso en 1991.

Parámetro	Fecha	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Potencial de hoja (MPa)	26-07	NS	-0.35	-0.38	-0.34	-0.41
Potencial de hoja (MPa)	13-08	NS	-0.13	-0.13	-0.12	-0.12
Fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	05-07	NS	4.25	4.06	4.59	5.58
Conduct. est. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	05-07	NS	101	121	128	141
Fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	23-07	**	6.10	6.34	6.88	6.53
Conduct. est. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	23-07	**	177	184	205	183

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

Tabla 5.5. Datos de producción (Cosecha 1991).

Parámetro	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Producción grano (kg./ha)	**	349 b	557 ab	703 a	671 a
Rendimiento (grano/fruto)	*	47.1 b	49.0 ab	49.4 a	47.7 ab
Número de frutos/árbol	**	855 c	1281 bc	1854 a	1746 ab
Porcentaje de vacíos	NS	11.1	6.6	6.2	10.4

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

Tabla 5.6. Características del fruto (Cosecha 1991).

Parámetro	Sig.	RF	SRF	RSF	SRSF
Peso seco del FRUTO (g)	**	1.55 a	1.57 a	1.37 b	1.40 b
Peso seco del GRANO (g)	**	0.86 a	0.87 a	0.76 b	0.79 b
Peso seco de la CASCARA (g)	**	0.79 a	0.76 a	0.65 b	0.70 b

Los valores de la letras corresponden al test de Duncan para 0.05.

Para la significación del análisis de la varianza se ha usado la siguiente simbología: ** 0.01, * 0.05, ° 0.10, NS no significativo.

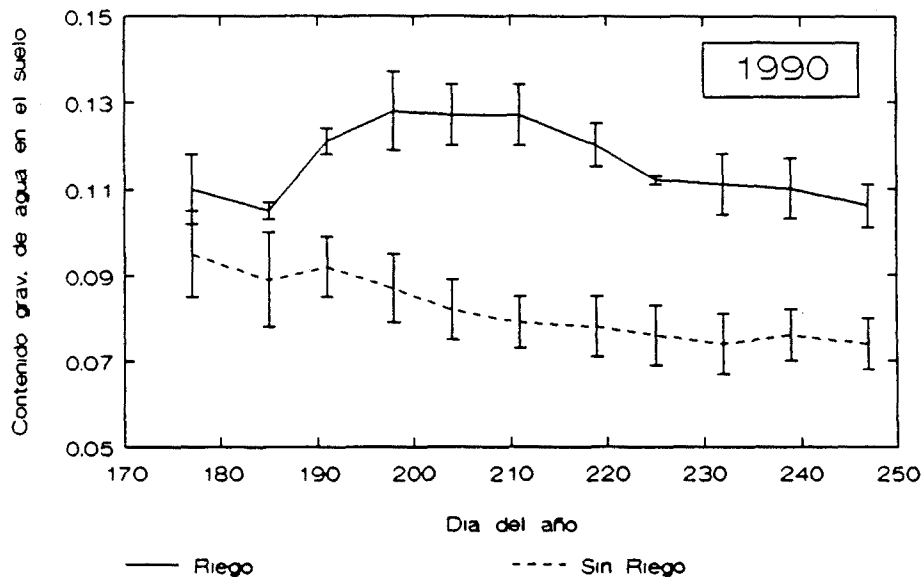


Figura 5.1. Evolución estacional del contenido gravimétrico de agua en los 50 cm. superiores del suelo, en función de los tratamientos de riego aplicados en 1990 (1^{er} año de ensayo). Cada punto representa la media de 4 repeticiones (4 profundidades/rep.) \pm ES.

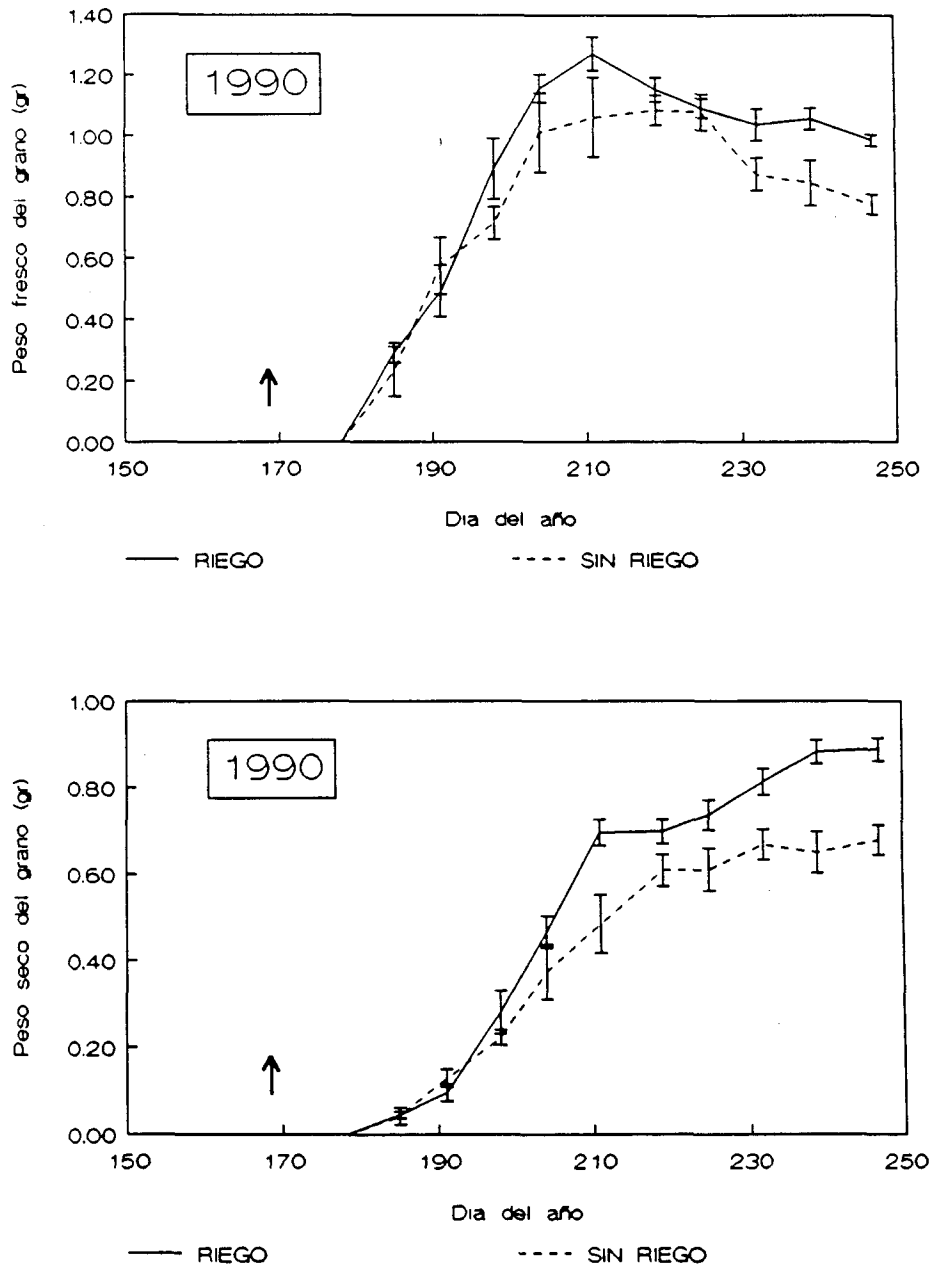


Figura 5.2. Evolución estacional del peso fresco del grano (A) y del peso fresco del grano (B), durante 1990, en respuesta a los tratamientos de riego aplicados. La flecha indica el momento de corte del riego para el tratamiento Sin Riego. Cada punto representa la media de 4 repeticiones (16 frutos/rep.) \pm ES.

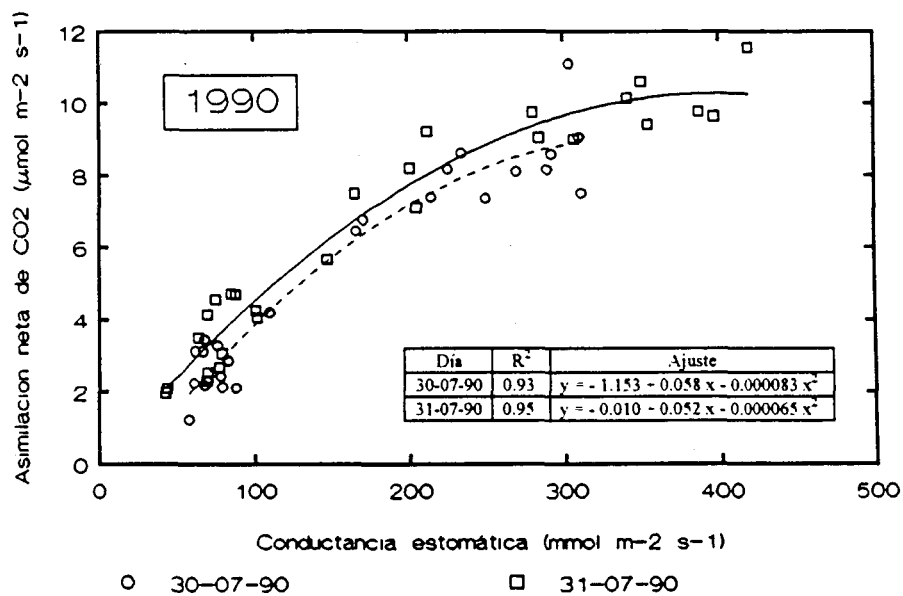
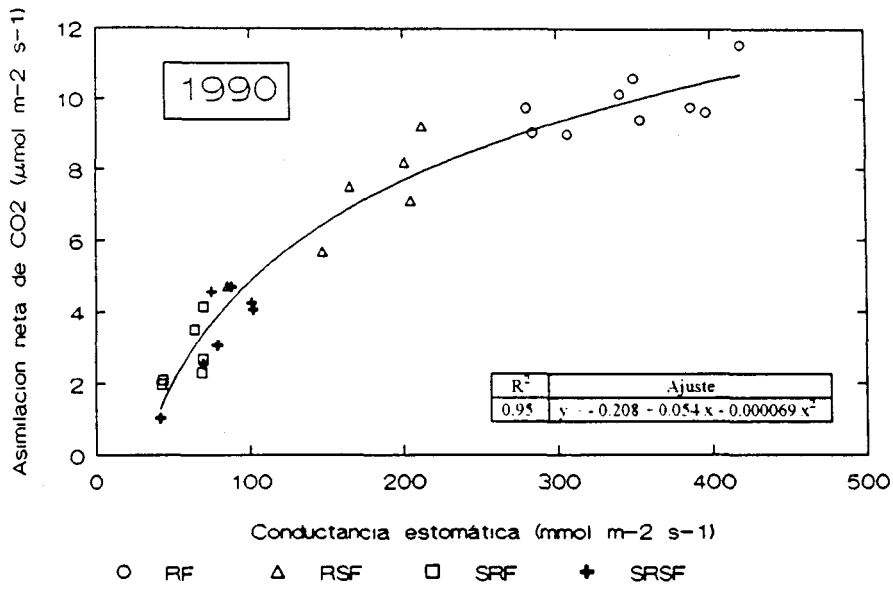


Figura 5.3. Relación entre la asimilación neta de CO₂ y la conductancia estomática. A) en función de los tratamientos, y B) durante dos días con condiciones climáticas diferentes.

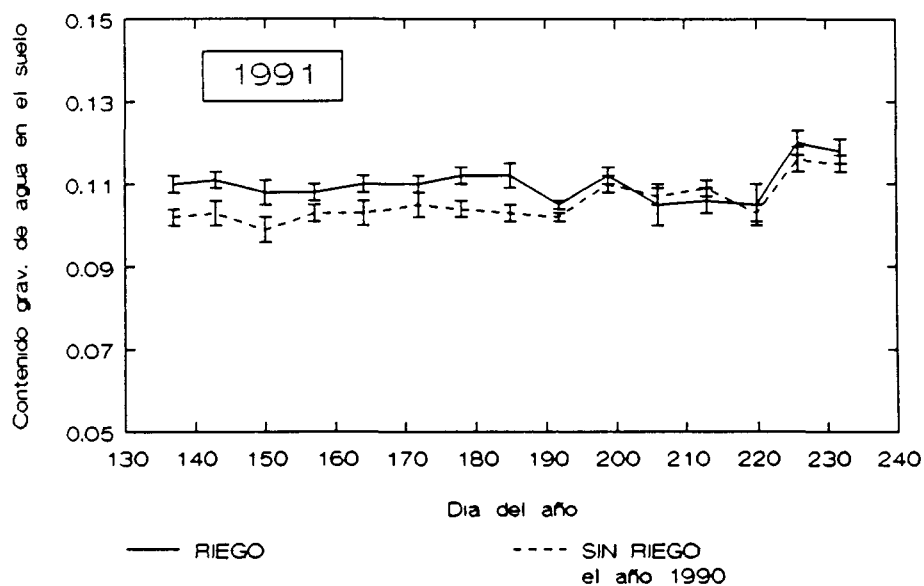


Figura 5.4. Evolución estacional del contenido gravimétrico de agua en los 50 cm. superiores del suelo, en función de los tratamientos de riego aplicados en el año anterior (1990, 1^{er} año de ensayo). Cada punto representa la media de 4 repeticiones (4 profundidades/rep.) \pm ES.

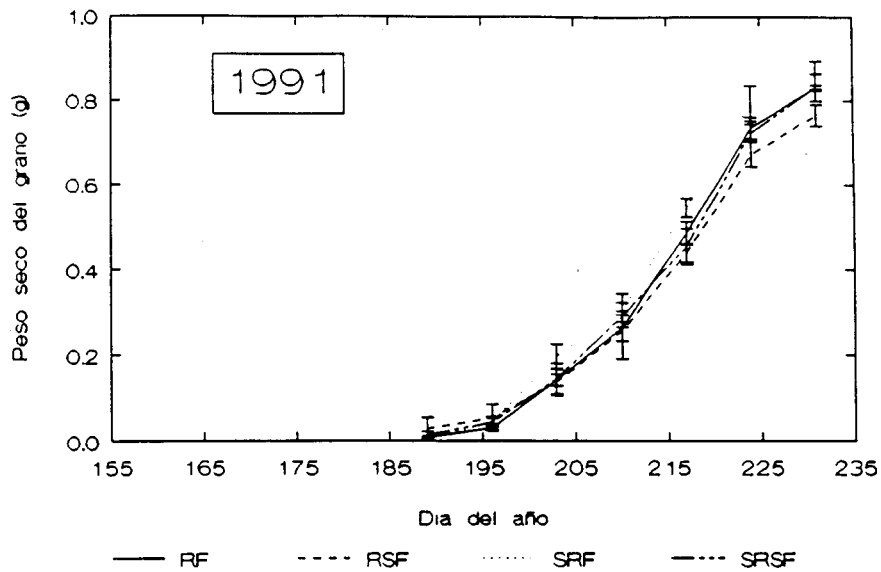


Figura 5.5. Evolución estacional de peso seco del grano durante 1991, en respuesta a los tratamientos diferenciales aplicados en 1990. Cada punto representa la media de 4 repeticiones (16 frutos/rep.) \pm ES.

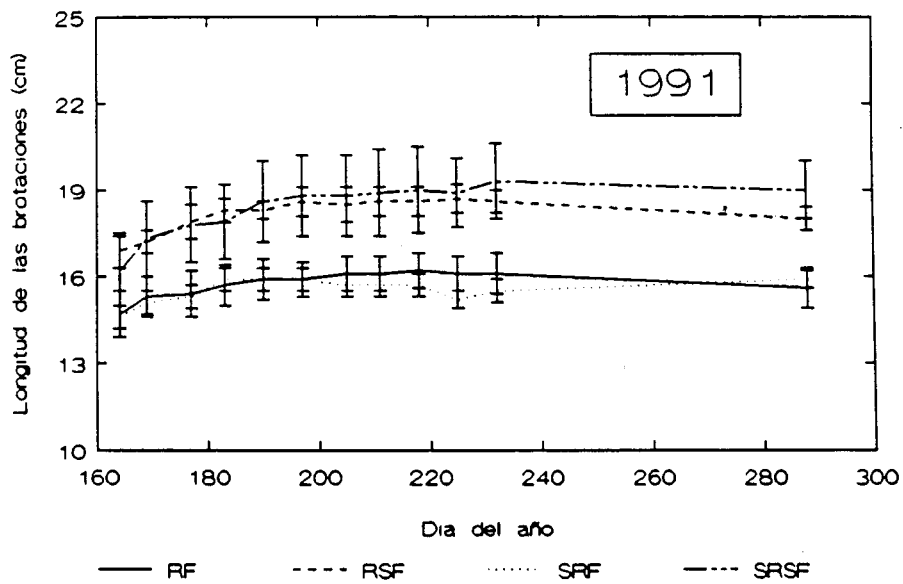


Figura 5.6. Evolución estacional de la longitud de las brotaciones durante 1991, en respuesta a los tratamientos diferenciales aplicados en 1990. Cada punto representa la media de 4 repeticiones (20 brotaciones/rep.) \pm ES.

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES

DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES

1. DISCUSION GENERAL.

El hecho de que no exista un efecto directo de los estomas en los valores del Ψ_h - "predawn" en melocotonero explica aparentemente la fuerte relación observada entre la media de los valores del Θ_v y del Ψ_h - "predawn" (fig. 1.6). Resultados similares en melocotonero habían sido publicados por *Xiloyannis et al. (1980)* y estos datos indican que el control del Ψ_h - "predawn" puede ser un valor importante a la hora de determinar el efecto relativo de los tratamientos de DCR sobre el estado hídrico de suelo y planta. En el caso del avellano parece que esta relación puede estar más influenciada por otros factores, especialmente los ambientales, y en todo caso muy dependiente de la variedad (figs. 3.1, 3.2 y 3.3)

El que los valores de A en los tratamientos de DCR en melocotonero se vieran menos afectados por los déficits hídricos que los de g_s , en la mismas fechas, sugieren que los árboles del tratamiento DCR podrían ser fotosintéticamente más eficientes en el uso del agua, que los árboles del tratamiento C (fig. 1.11 A). Para probar esta hipótesis se utilizó el denominado "Indice de Ball" (*Ball et al., 1987*), donde el valor de la pendiente k representa la sensibilidad de g_s a la A , concentración de CO_2 , humedad y temperatura. Las pendientes de las rectas de regresión resultantes de este análisis para los tratamientos DCR y C fueron estadísticamente diferentes (fig. 1.12 A). Este resultado indica que las hojas de melocotoneros sometidos a estrés hídrico en el tratamiento DCR eran fotosintéticamente más eficientes en el uso del agua durante el período de estrés que las de control y parece que esta adaptación se mantuvo incluso hasta finales de la fase III de crecimiento del fruto en la variedad "CalRed",

Una exposición más abrupta al estrés hídrico generalmente decrece los valores de A en el mismo o en mayor grado de lo que ocurre con g_s (*Schulze, 1986*). Esta puede ser una diferencia muy importante entre el estrés al que estuvieron sometidas los melocotoneros del tratamiento de DCR del experimento de Australia (*Chalmers et al., 1981; Mitchell y Chalmers, 1982*) debido a que el estrés se manifestó muy repentinamente por las condiciones de suelo muy superficial del ensayo. A falta de ratificar las primeras impresiones de los resultados del Capítulo V, la capacidad de asimilación de CO_2 no se modificó en avellano después de un corte repentino del agua de riego al inicio de la fase de llenado de

fruto (fig. 5.3), lo cual coincide de nuevo con la idea propuesta por *Schulze (1986)* y concuerda con la tónica de otros resultados de este trabajo.

La influencia del fruto sobre el intercambio gaseoso y el consumo de agua (transpiración) queda reflejado en melocotonero en la comparación de los tratamientos control de las dos variedades a partir de la cosecha de los frutos de la variedad "Spring Lady" (17 de mayo, día 138). La evolución del contenido medio de agua en el suelo para el tratamiento C en ambas variedades (fig. 1.1) indica que hay un agotamiento más importante del perfil en la variedad con frutos. La evolución diurna de la g_s y de la E indican una mayor transpiración y sobre todo una mayor g_s en CalRed (figs. 1.7 B y C, 1.9 B y C, 1.10 B y C). Estos resultados sugieren que la fuerza de sumidero del fruto influye sobre la capacidad de las hojas (o más concretamente de los estomas) para regularse en función de las necesidades de la planta. En este sentido *DeJong (1986)* observó en melocotoneros que la ausencia de frutos hacía disminuir los valores de la g_s , y en consecuencia los valores de A también eran menores, aunque sin afectar a la capacidad fotosintética del mesófilo. *Testolín y Costa (1991)*, sin embargo, concluyen que la presencia o no de frutos en el árbol (melocotonero) tiene una incidencia muy baja en la capacidad fotosintética. En el presente trabajo parece que se puede afirmar lo mismo, ya que las variaciones diurnas de g_s y de A observadas, se concretan en rectas del "Índice de Ball" no significativamente diferentes entre CRC y SLC (fig. 1.12 A, B y C), por lo que los estomas parecen ser el mecanismo de control más afectado por la presencia o no de frutos.

Es interesante destacar el que no se observaran casi disminuciones en la tasa neta de fotosíntesis en el tratamiento CRD frente al CRC (Cap. I) y que los tratamientos de riego tampoco produjeran diferencias en la evolución del PS (peso seco) del fruto de la variedad "CalRed" (fig. 2.3.C). Por el contrario sí se detectaron importantes variaciones debidas al tratamiento de riego en g_s y E (Cap. I) y forma concurrente en la evolución del PF (peso fresco) y del PA (peso del agua) de esta variedad (fig. 2.3.B,D). Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la disponibilidad de agua para el crecimiento total del fruto, y el efecto casi nulo que pueden tener sobre la acumulación de materia seca en este cultivo. No obstante, la movilización de las reservas acumuladas por la planta puede ser, en parte, la responsable de que no se traduzca en el fruto las pequeñas variaciones de A observadas entre tratamientos. En este sentido, *Chalmers y van den Ende (1975b)* y *Chalmers et al. (1975)* ponen de manifiesto el efecto de las hojas como reservorio de materia asimilada que puede ser fácilmente transportada al fruto.

En el avellano el déficit hídrico aplicado, quizás por más riguroso que en la estrategia de riego en melocotonero, afectó de forma considerable al llenado del fruto, y en consecuencia al peso seco del mismo. En un estudio comparativo de almendro y avellano (*Girona et al., 1993*) se apunta la idea de que el llenado del fruto el género prunus se ve poco afectada por el déficit hídrico, mientras que en avellano el efecto es muy notorio. En este sentido la comparación avellano:melocotonero apunta de nuevo hacia la idea de que el déficit hídrico afecta de diferente forma los procesos de traslocación de ambas especies.

Existen referencias de como el crecimiento relativo del fruto durante la fase III está muy condicionado por la disponibilidad de agua de agua en el suelo (*Uriu, 1965; Chalmers y Wilson, 1978*). El bajo contenido de agua en el suelo observado durante la primera mitad de la fase III del crecimiento del fruto es aparentemente la razón que explica las diferencias entre las curvas de crecimiento del PF y del PA durante esta fase (fig. 2.3.B,D). Los crecimientos relativos de los diferentes parámetros del fruto (DF, PF, PS y PA) siguieron tendencias similares a las descritas por *DeJong y Goudriaan (1989)* para otras variedades de melocotonero. El hecho de que no se detectaran diferencias significativas entre tratamientos mediante estos análisis de crecimiento relativo (fig. 2.5) es probablemente debido a lo pequeño de las diferencias observables cuya significación se detecta solo con el análisis de los efectos acumulativos.

Donde sí se observaron mayores diferencias fue en las tendencias de crecimiento absoluto (fig. 2.4) lo que pone de nuevo de manifiesto que la diferenciación entre los tratamientos CRD y CRC se produjo en la primera mitad de la fase III. La disminución de la producción en CRD debido a un menor peso medio de los frutos (tabla 2.2) coincide con estas observaciones iniciales y la posibilidad de que otros factores externos influenciaron sobre estos resultados quedaría muy limitado, ya que el número de frutos por árbol, que sería un posible factor determinante del peso del fruto (*Johnson y Handley, 1989; Schechter et al., 1994 a y b*) fue muy similar para ambos tratamientos (CRC y CRD), y la distribución de frutos en el árbol parece no ser factor determinante del tamaño final de los mismos (*Marini y Sowers, 1994*).

En nogal se ha observado un importante decremento en el uso del agua (fig. 4.1.A y 4.1.B), en el crecimiento del diámetro de tronco (fig. 4.2.A y 4.2.B) y en la mayoría de las diferentes partes de la planta (tabla 4.1) con el aumento de la concentración de NaCl en el agua de riego. Siguiendo los análisis propuestos por *Mass y Hoffman (1977)* se detecta que

el umbral de la toxicidad del NaCl en el agua de riego para el nogal (variedad "Serr") es prácticamente cero para muchos de los parámetros estudiados. Estos resultados difieren

El cierre estomático en respuesta a la salinidad es una situación frecuente en especies sensitivas a la salinidad (*Longstreth y Nobel, 1979; Walker et al., 1979; 1981; 1983*). Aunque en este trabajo se detectó un cierre estomático a la presencia de sales en nogal (fig. 4.3.B), parece evidente que el descenso de A en los tratamientos con concentraciones más elevadas de NaCl en el agua de riego (fig. 4.3.A) no se debió exclusivamente al cierre estomático puesto que las concentraciones del CO₂ sub-estomático se incrementaban a medida que aumentaba la concentración de NaCl en el agua de riego. Estos resultados concuerdan con los presentados por *Seeman y Critchely (1985)* en judía donde la actividad "in-vivo" de la RuBP Carboxilasa sufría un descenso de hasta un 40% con concentraciones altas de Cl⁻ en hojas. Más tarde, *Seemen y Sharkey (1986)*, demuestran como en plantas con altas concentraciones de NaCl en los tejidos es imposible regenerar RuBP, lo que explicaría en parte la caída de los valores de A. De otra parte, *Behboudian et al. (1986)*, que observaron un decremento inicial de A y después de g_s, en cítricos regados con aguas con NaCl, discuten la posibilidad de que el cierre estomático se produjera como consecuencia de la caída de los valores de A, lo que pone de manifiesto que la presencia de NaCl en el agua de riego, y probablemente de Cl⁻ en los tejidos de las hojas tienen un efecto directo sobre la capacidad de asimilación de CO₂.

El contenido de Ca⁺⁺ en las diferentes partes de la planta analizadas mostró una reducción a medida que se incrementaba la presencia de Na⁺, lo cual no es sorprendente, pues el Na⁺ actúa desplazando al Ca⁺⁺ de las membranas (*LeHaye y Epstein, 1969; Kent y Läuchli, 1985*).

2. CONCLUSIONES.

El valor práctico más importante de usar estrategias de **DCR** en melocotonero en las condiciones de suelos profundos y con alta capacidad de retención de agua, es la mejora de la eficiencia en el uso del agua, puesto que los tratamientos de **DCR** consumieron un 40% (CalRed) y 60% (Spring Lady) menos de los volúmenes de riego usados en **C**. Estos ahorros pueden ser importantes en años secos, ya que el efecto sobre la producción fue mínimo (Capítulo II).

Aunque los resultados de producción de melocotón correspondan únicamente al primer año del ensayo, ya puede verse que el principal problema al aplicar calendarios de **DCR** en las condiciones de la parcela experimental, es la tendencia a producir frutos de menor calibra, aunque con pocas diferencias en la producción total. De todas formas este resultado es muy importante para los productores de melocotón, ya que el precio varía muchísimo en función de los calibres del fruto, mientras que el coste del agua en California es relativamente bajo. No obstante, en el caso de disponer de volúmenes limitados de agua, el aplicar estrategias de **DCR** puede ser una herramienta importante para incrementar la eficiencia en el uso del agua.

Parece evidente, tras el análisis de los resultados de este trabajo, que aplicar estrategias de **RDC** en avellano similares a las utilizadas a otras especies de frutos secos, con disminución de las aportaciones hídricas en la fase de llenado del fruto en años de cosecha normal, parece tener poca viabilidad. No obstante, de los resultados de este primer trabajo, se desprende el interés que podría tener el aplicar algunas estrategias de **RDC** en años de producción baja o muy baja, máxime teniendo en cuenta que el precio del agua, en la zona de cultivo del avellano en Tarragona, es muy elevado.

Dado que la sensibilidad del nogal (c.v. "Serr") a la presencia de NaCl en el agua de riego es muy elevada, se recomienda el uso de aguas con la mínima presencia de Cl⁻, apreciándose entre 3 y 6 meq/l el límite máximo para el cultivo de esta variedad sin que aparezcan daños visibles en el árbol.

No existe mecanismo de exclusión (*Läuchli, 1984; Bañuls et al., 1990*) lo suficientemente eficaz en esta variedad de nogal como para evitar la tendencia clara a incrementar los valores de Cl⁻ y Na⁺ en los distintos tejidos de la planta en los tratamientos con concentraciones más elevadas de NaCl en el agua de riego.

RESPUESTA FISIOLÓGICA Y PRODUCTIVA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DIFERENTES ESPECIES FRUTALES: MELOCOTONERO (*Prunus persica* L Batsch), AVELLANO (*Corylus avellana* L) Y NOGAL (*Juglans regia*).

BIBLIOGRAFIA CITADA

REFERENCIAS CITADAS

- Acevedo, E.; E. Fereres; T.C. Hsiao y D.W. Henderson, 1979. Diurnal growth trends, water potential, and osmotic adjustment of maize and sorghum leaves in the field. *Plant Physiol.* 64:676-680.
- Acevedo, E.H; N.E. Fritsch y K. Uriu, 1973. Potencial del agua en hojas de durazneros (*Prunus persica*, Batsch) como criterio para determinar la frecuencia de riego. *Agricultura Técnica* 33:94-99.
- Adams, P.A.; M. J. Montague; M. Tepfer; D.L. Rayle; H.I. Kuma y P.B. Kaufman, 1975. Effect of gibberellic acid on the plasticity and elasticity of *Avena* stem segments. *Plant Physiol.* 56:757-760.
- Agren, G.I. y T. Ingestad, 1987. Root:shoot ratio as a balance between nitrogen productivity and photosynthesis. *Plant, Cell and Environment* 10:579-586.
- Aharoni, N.; A. Blumenfeld y A.E. Richmond, 1977. Hormonal activity in detached lettuce leaves as affected by leaf water content. *Plant Physiol.* 59:1169-1173.
- Andersen, P.C. y B.V. Brodbeck, 1988. Water relations and net CO₂ assimilation of peach leaves of different ages. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(2):242-248.
- Arbeola, A. y M. Herrero, 1987. The significance of the obturator in the control of pollen tube entry into the ovary in peach (*Prunus persica*). *Annals of Botany* 60:681-685.
- Asano, T.; R.G. Smith y G. Tchobanoglous, 1985. Municipal Wastewater: Treatment and Reclaimed Water Characteristics. p. 2-1,2-26. In: *Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater - A Guidance Manual*. G.S. Pettygrove and T. Asano (eds.). Lewis Publishers Inc., Chelsea, MI. (USA).
- Asano, T. y G.S. Pettygrove, 1987. Using reclaimed municipal wastewater for irrigation. *California Agriculture* (March-April, 1987):15-18.
- Aspinall, D., 1986. Metabolic effects of water and salinity stress in relation to expansion of the leaf surface. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:59-73.
- Assaf, R.; I. Levin y B. Bravdo, 1975. Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apple trees. *J. Hort. Sci.* 50:481-493.
- Atkinson, D., 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. *Horticultural Reviews* 2:424-519.
- Baker, A.J.M., 1981. Accumulators and excluders: Strategies in the response of plants to heavy metals. *J. of Plant Nutrition* 3(1/4):643-654.
- Ball, J.T.; I.E. Woodrow y J.A. Berry, 1987. A model predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photosynthesis under different environmental conditions. En: *Progress in Photosynthesis Research Vol. IV*. Biggens, J. (ed.). Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, Netherlands:221-228.
- Bañuls, J.; F. Legaz y E. Primo-Millo, 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion-rootstock combinations. *J. Hort. Sci.* 65(6):715-724.
- Barbeau, G., 1973. Contribution al'étude du noisetier. *La Pomologie française*:1-4.

- Bassi, D.; A. Dima y R. Scorza, 1994. Tree structure and pruning response of six peach growth forms. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(3):378-382.
- Bates, G.W. y R.E. Cleland, 1979. Protein synthesis and auxin-induced growth: inhibition studies. *Planta* 145:437-442.
- Bates, L.M. y A.E. Hall, 1981. Stomatal closure with soil water depletion not associated with changes in bulk leaf water status. *Oecologia* 50:62-65.
- Begg, E.L., 1985. Identification and Evaluation of soils. p. 20-27. In: *Walnut Orchard Management*. D.E. Ramos (ed.). Cooperative Extension. University of California. Publication 21410.
- Begg, J.E. y N.C. Turner, 1970. Water potential gradients in field tobacco. *Plant Physiol.* 46:343-346.
- Begg, J.E. y N.C. Turner, 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28:161-217.
- Behboudian, M.H.; R.R. Walker y E. Törökfalvy, 1986(a). Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. *Scientia Horticulturae* 29:251-261.
- Behboudian, M.H.; E. Törökfalvy y R.R. Walker, 1986(b). Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Scientia Horticulturae* 28:105-116.
- Benloch, M.; L. Marin y R. Fernandez-Escobar, 1994. Salt tolerance of various olive varieties. *Acta Horticulturae* 356:215-217.
- Bergougnoux, F; E. Germain, y J.P. Sarraquime, 1978. *Le Noisetier: Production et culture*. INVUFLEC. 80 pp.
- Blackman, P.G. y W.J. Davies, 1985. Root to shoot communication in maize plants of the effects of soil drying. *J. Exp. Bot.* 36(162):39-48.
- Blake, M.A. 1926. The growth of the fruit of the Elberta peach blossom bud to maturity. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 22:29-39.
- Blaney, H.F. y W.D. Criddle, 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. U.S. Dept. Agr. Soil Conserv. Serv. SCS-TP96. 44 pp.
- Blum, A., 1988. *Plant breeding for stress environments*. CRC Press, Boca Raton, Fla. 223 pp.
- Boland, A.M.; P.D. Mitchell y P.H. Jerie, 1993. Effect of saline water combined with restricted irrigation on peach tree growth and water use. *Australian Journal Of Agricultural Research* 44(4):799-816.
- Bolaños, J., 1988. Effects of water stress on photosynthetic and stomatal behavior of field-grown tomato. PhD Thesis University of California Davis.
- Bowen, I.S., 1926. The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Phys. Rev.* 27:779-787.
- Boyer, J.S., 1976. Water deficits and photosynthesis. En: *Water Deficits and Plant Growth*. Vol. IV. Kozlowski, T.T. (ed.). Academic Press, Ney York:153-190.

- Boyer, J.S., 1985. Water transport. *Ann. Rev. Plant Physiol* 36:473-516.
- Bradford, K.J., 1982. Regulation of shoot responses to root stress by ethylene, abscisic acid and cytokinin. En: *Plant Growth Substances*. Waeing, P.F (ed). Academic Prees, London:599-608.
- Bradford, K.J. y T.C. Hsiao, 1982. Physiological responses to moderate water stress. En: O.L. Lange et al. (Eds.). *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. Physiological Plant Ecology II. Water Relations And Carbon Assimilation*. Springer-Verlag, Berlin/New York.:264-324.
- Brown, C.L., 1980(a). Primary growth. En: *Trees Structure and Function*. Zimmermann, M.H. y C.L. Brown. fourth printing. Springer-Verlag:1-66.
- Brown, C.L., 1980(b). Secondary growth. En: *Trees Structure and Function*. Zimmermann, M.H. y C.L. Brown. fourth printing. Springer-Verlag:67-127.
- Brown, D.S., 1952. Relation of irrigation practice to the differentiation and development of apricot flower buds. *Botanical Gazette*, Sept. 1952:95-102.
- Bunce, J.A., 1987. In-phase cycling of photosynthesis and conductance at saturating carbon dioxide pressure induced by increases in water vapor pressure deficit. *Journal of Experimental Botany* 38(194):1413-1420.
- Burger, D.W.; J.S. Hartin; D.R. Hodel; T.A. Lukaszewski; S.A. Tjosvold y S.A. Wagner, 1987. Water use in California's ornamental nurseries. *California Agriculture*. Sep-Oct. 1987:7-8.
- Byers, R.E., 1989. Response of peach trees to bloom thinning. *Acta Horticulturae* 254:125-132.
- Campbell, R.B. y C.J. Phene, 1976. Estimating potential evapotranspiration from screened pan evaporation. *Agricultural Meteorology* 16:343-352.
- Caspari, H.W.; M.H. Behboudian; D.J. Chalmers y A.R. Renquist, 1993. Patterns of seasonal water use of asian pears determined by lisimeters and the heat-pulse technique. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(5):562-569.
- Caspari, H.W.; M.H. Behboudian y D.J. Chalmers, 1994. Water use, growth and fruit yield of "Hosui" of asian pears uder deficit irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(3):378-382.
- Castel, J.R. y A. Buj, 1990. Response of *Salustiana* oranges to high frequency deficit irrigation. *Irrg. Sci.* 11:121-127.
- Castel, J.R. y E. Fereres, 1982. Responses of young almond trees to two drought periods in the field. *J. Hort. Sci.* 57(2):175-187.
- Catlin, P.B.; G.C. Martin y E.A. Olson, 1977. Differential sensitivity of *Juglans hindsii*, *J. Regia*, Paradox hibrid, and *Pterocarya stenoptera* to waterlogging. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(2):101-104.
- Catlin, P.B. y W.R. Schreader, 1985. Root physiology and rootstocks characteristics. En: *Walnut Orchard Management*. Ramos, D.E. (Ed.). Cooperative Extension. University of California. Publication 21410.:75-81.
- Catlin, P.B.; G.J. Hoffman; R.M. Mead y R.S. Johnson, 1993. Long-term response of mature plum trees to salinity. *Irrigation Science* 13(4):171-176.

- Causton, D.R. y J.C. Venus, 1981. The biometry of plant growth. Edward Arnold, London.
- Chalmers, D.J. y B. van den Ende, 1975. A reappraisal of the growth and development of peach fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* 2:623-634.
- Chalmers, D.J. y B. van den Ende, 1975 b. Productivity of peach trees: factors affecting dry-weight distribution during tree growth, *Ann. Bot.* 39:423-432.
- Chalmers, D.J.; R.L. Canterford; P.H. Jerie; T.R. Jones y T.D. Ugalde, 1975. Photosynthesis in relation to growth and distribution of fruit in peach trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 2:635-645.
- Chalmers, D.J. y I.B. Wilson, 1978. Productivity of peach trees: Tree growth and water stress in relation to fruit growth and assimilate demand. *Ann. Bot.* 42:285-294.
- Chalmers, D.J.; G. Burge, P.H. Jerie y P.D. Mitchell, 1986. The mechanism of regulation of "Barlett" pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(6):904-907.
- Chalmers, D.J.; K.A. Olson y T.R. Jones, 1983. Water relations of peach trees and orchards. En: *Water Deficits and Plant Growth. Vol. VII.* Kozlowski, T.T. (Ed.). Academic Press :197-232.
- Chalmers, D.J.; P.D. Mitchell y L. van Heek, 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(3):307-312.
- Chalmers, D.J.; P.D. Mitchell y P.H. Jerie, 1984. The physiology of growth control of peach and pear trees using reduced irrigation. *Acta Horticulturae* 146:143-148.
- Cheeseman, J.M., 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87:547-550,
- Cleland, R.E., 1971. Instability of growth-limiting proteins of the *Avena* coleoptile and their pool size in relation to auxin. *Planta* 127:233-242.
- Cleland, R.E., 1977. The control of cell enlargement. En: *Integration of activity in the higher plant.* Jennings, D.H. (ed.). Cambridge University Press, Cambridge. :101-116.
- Cleland, R.E., 1967. A dual role of turgor pressure in auxin-induced cell elongation in *Avena* coleoptiles. *Planta* 77:182-191.
- Cohen, Y. y M. Fuchs, 1989. Problems in calibrating the heat pulse method for measuring sap flow in the stem of trees and herbaceous plants. *Agronomie* 9:321-325.
- Coneira, M.J.; M.M. Chavez y J.S. Pereira, 1990. Afternoon depression in photosynthesis in grapevine leaves. Evidence for high light stress effect. *J. Exp. Bot.* 41(226):417-426.
- Connors, C.H., 1919. Growth of fruits of peach. *New Jersey Agric. Exp. Stn. Annu. Rep.* 40:82-88.
- Cruz, V.; J. Cuartero; M.C. Bolarín y M. Romero, 1990. Evaluation of characters for ascertaining salt stress responses in *Lycopersicon* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:1000-1003.
- Davies, F.S. y A.N. Lakso, 1978. Water relations in apple seedlings: changes in water potential components, abscisic acid levels and stomatal conductances under irrigated and non-irrigated conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(3):310-313.

- Davies, W.J. y R.E. Sharp, 1981. The root: A sensitive detector of a reduction in water availability?. En: Mechanisms of Assimilate distribution and plant regulators. Kralovic, J. (ed.). Slovak Society of Agriculture, Ivanka pri Dunaji, Czechoslovakia. :53-67.
- DeJong, T.M., 1983. CO₂ assimilation characteristics of five *Prunus* tree fruit species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(2):303-307.
- DeJong, T.M., 1986. Fruit effects on photosynthesis in *Prunus persica*. Physiol. Plant. 66:149-153.
- DeJong, T.M. y J. Goudriann, 1989. Modeling peach fruit growth and carbohydrate requirements: Reevaluation of the double-sigmoid growth pattern. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(5):800-804.
- DeJong, T.M.; J. F. Doyle, y K.R. Day, 1987. Seasonal patterns of reproductive and vegetative sink activity in early and late maturing peach (*Prunus persica*) cultivars. Physiol. Plant. 71:83-88.
- Denne, M.P., 1963. A comparison between fruits of Cox's Orange Pippin from Kent, England and Auckland, New Zealand. N.Z. J. Bot. 1:295-300.
- Dettori, S.; M.R. Filigheddu y M. Schirra, 1989. Risposta quanti-qualitativa dell'olio a differenti regimi idrici. Irrigazione e Drenaggio (IV):183-186.
- Doorenbos, J. y W.O. Pruitt, 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage. Paper N° 24. FAO, Rome, Italy: 194 pp.
- Ebel, R.V.; E.L. Proebsting y M.E. Patterson, 1993. Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality, and storage life. HortScience 28(2):141-143.
- Even-Chen, Z.; S.A. Weinbaum y R.W. Pearcy, 1981. Temperature effects on leaf resistance, leaf water potential, and photosynthesis of non-bearing prune trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2):216-219.
- Faci, J.M. y E. Fereres, 1980. Response of grain sorghum to variable water supply under two irrigation frequencies. Irrigation Science 1:149-159.
- Farquhar, G.D., 1979. Carbon assimilation in relation to transpiration and fluxes of ammonia. En: Photosynthesis and Plant Development. Marcelle, R.; H. Clisjters y M. van Poucke, eds. The Hague:321-328.
- Farquhar, G.D. y T.D. Sharkey, 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. Ann. Rev. Plant Physiol. 33:317-345.
- Farquhar, G.D.; E.D. Schulze y M. Küppers, 1980. Responses to humidity by stomata of *Nicotiana glauca* L. and *Corylus avellana* L. are consistent with the optimization of carbon dioxide uptake with respect to water loss. Aust. J. Plant Physiol. 7:315-327.
- Fereres, E.; D.W. Anderson; W.O. Pruitt; W.F. Richardson y R.S. Ayers, 1981(a). Basic Irrigation Scheduling. University of California. Division Agricultural Science. Leaflet 21199. 8 pp.
- Fereres, E.; T.M. Aldrich; H. Schulbach y D.A. Martinich, 1981(b). Responses of young almond trees to late-season drought. California Agriculture July-August 1981: 11-12.
- Ferree, D.C.; K.A. Claytongreene y B. Bishop, 1993. Influence of orchard management system on canopy composition, light distribution, net photosynthesis and transpiration of apple trees. Journal of Horticultural Science 68(3):377-392.

- Ferree, D.C. y W.T. Rhodus, 1993. Apple tree performance with mechanical hedging or root pruning in intensive orchards. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(6):707-713.
- Flowers, T.J. y A. R. Yeo, 1986. Ion relations of plants under drought and salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:75-91.
- Fugii, J.A. y R.A. Kennedy, 1985. Seasonal changes in the photosynthetic rate in apple trees: a comparison between fruiting and nonfruiting trees. *Plant Physiol.* 78:529-524.
- García, M.D.; J. Clavé y J. Girona, 1983. Resultado de un ensayo de sistemas y distancias de plantación de cuatro variedades de avellano. *Convegno Internazionale sul Nocciuolo. Actas del Convegno:* 409-413.
- Garnier, E. y A. Berger, 1985. Testing water potential in peach trees as an indicator of water stress. *J. Hort. Sci.* 60(1):47-56.
- Garnier, E. y A. Berger, 1987. The influence of drought on stomatal conductance and water potential of peach trees growing in the field. *Scientia Horticulturae* 32:249-263.
- Garrot, D.J.; M.W. Kilby; D.D. Fangmeier, S.H. Husman y A.E. Ralowicz, 1993. Production, growth, and nut quality in pecans under water stress based on the crop water stress index. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(6):694-698.
- Gaudillere, J.P y A. Moing, 1990. Photosynthesis of peach leaves: light adaptation, limiting factors and sugar content. XXIII International Horticultural Congress, Firenze, Italy. Abstracts of Contributed Papers. Vol.1 Oral. Abst. 1816 : 372.
- Gil, J.F.; J. Santos y J. Plana (1986). El avellano en Tarragona. Situación y orientaciones sobre el cultivo. I Congreso Español de Frutos Secos. Junio-1985, Reus (Spain). Ponencias y Comunicaciones Presentadas a las Jornadas. *CAMB* 37:63-88.
- Girona, J., 1992. Estrategias de riego deficitario en el cultivo del almendro. *Fruticultura Profesional*, 47 (mayo-junio/92):38-45.
- Girona, J., 1993. Flooding, leaf gas exchange, and growth of walnut (*J. Regia*) seedlings in containers. *Acta Horticulturae* 311:182-190.
- Girona, J.; M. Cohen; M. Mata; J. Marsal y C. Miravete, 1994. Physiological, growth and yield responses of hazelnut (*Corylus avellana* L.) to different irrigation regimes. *Acta Horticulturae* 351:463-472.
- Girona, J.; M. Mata; J. Marsal y C. Miravete, 1994. Efectos acumulados de 3 años de riego deficitario controlado en almendro (*Prunus dulcis* L.). XII Jornadas Técnicas Sobre Riegos. Comunicaciones. Anejo I:1-8.
- Girona, J.; M. Mata; D.A. Goldhamer; R.S. Johnson y T.M. DeJong, 1993. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(5):580-586.
- Girona, J., 1994. Respuesta fisiológica y productiva del estrés hídrico en diferentes especies frutales: melocotonero (*Prunus persica* L. Batsch), avellano (*Corylus avellana* L.) y nogal (*Juglans regia*). Capítulo II: Respuesta de dos variedades de melocotón (*Prunus persica* L. Batsch) a un deficit controlado de riego. II Producción. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida.

Glenn, D.M. y W.V. Welker, 1989. Orchard soil management systems influence rainfall infiltration. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(1):10-14.

Goldhamer, D.A. y R. Snyder, 1989. Irrigation Scheduling: A guide for efficient on-farm water management. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21454. 80 pp.

Goldhamer, D.; R. Beede; S. Sibbett; T.M. DeJong; D. Ramos y R. C. Phene, 1989. Effects of substained deficit irrigation on walnut tree productivity. 86th Annual Meeting of the ASHS. Tulsa. OK. Program and Abstracts, Abs. 504:126.

Goldhamer, D.A. y K. Shackel, 1989. Irrigation cutoff and drought irrigation strategy effects on almond. 17th Annual Almond Research Conference. Modesto, 1989:35-37.

Goldhamer, D.A. y K. Shackel, 1990. Irrigation cutoff and drought irrigation strategy effects on almond. 18th Annual Almond Research Conference. Fresno, 1990:30-35.

Goldhamer, D.A. y M. Viveros, 1991. Irrigation cutoff and drought irrigation strategy effects on almond. 1991 Annual Report. 19 pp.

Goldhamer, D.A.; B.C. Phene; B. Beede; L. Sherlin; S. Mahan y D. Rose, 1987. Effects of substained deficit irrigation on pistachio tree performance. Annual Report of the California Pistachio Industry. 1986-87:61-66.

Goldhamer, D.A.; R.K. Kjelgren; B. Beede; L. Williams; J.M. Moore; J. Lane; G. Weinberg y J. Menezes Jr., 1985. Water use requirements of pistachio trees and response to water stress. California Pistachio Industry. Annual Report 1984-1985:85-92.

Goldhamer, D.A.; S. Sibbett; B. Phene y K. Uriu, 1988. The effect of third year irrigation cutoff on prune tree performance. Prune Research Conference, Reports Calif. Prune Board 1988:126-134.

Goldhamer, D.A.; S. Southwick; K. Shackel; B. Olson y M. Mata, 1990. Effects of water deprivation at different fruit growth stages on prune performance. XXIII International Horticultural Congress, Firenze, Italy. Abstracts of Contributed Papers. Vol.1 Oral. Abst. 1635 : 287.

Goldhamer, D.A.; J. Dunai y L. Ferguson, 1993. Irrigation requeriments of manzanillo olive trees and responses to sustained deficit irrigation. *Acta Horticulturae* 335:365-371.

Goldhamer, D.A.; J. Dunai y L. Ferguson, 1994. Irrigation requeriments of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. *Acta Horticulturae* 356:172-175.

Gollan, T.; J.B. Passioura y R. Munns, 1986. Soil water status affects the stomatal conductance of fuuly turgid wheat and sunflower leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:459-464.

Gollan, T.; N.C. Turner y E.D. Schulze, 1985. The responses of stomatal and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content. III. In the sclerophyllous woody species *Nerium oleander*. *Oecologia* 65:356-362.

Golombeck, S.D. y P. Ludders, 1993. Effects of short-term salinity on leaf gas exchange of the fig (*Ficus carica* L). *Plant and Soil* 148(1):21-27.

- Gowing, D.J.G.; H.G. Jones y W.J. Davies, 1993. Xylem-transported abscisic acid - the relative importance of its mass and its concentration in the control of stomatal aperture. *Plant Cell and Environment* 16(4):453-459.
- Green, P.B., 1968. Growth physics in *Nitella*: a method for continuous in vivo analysis of extensibility based on a micro-manometer technique for turgor pressure. *Plant Physiol.* 43:1169-1184.
- Green, P.B.; R.O.Erickson y J. Buggy, 1971. Metabolic and physical control of cell elongation rate - in vivo studies in *Nitella*. *Plant Physiol.* 47:423-430.
- Green, S.R. y B.E. Clothier, 1988. Water use of kiwifruit vines and apple trees by the heat-pulse technique. *Journal of Experimental Botany* 39(198):115-123.
- Guehl, J.M. y G. Aussenac, 1987. Photosynthesis decrease and stomatal control of gas exchange in *Abies alba* Mill. in response to vapour pressure difference. *Plant Physiol.* 83:316-322.
- Guttenberg, H. von, 1961. Grundzüge der histogenese höherer pflanzen. II. Die gymnospermen. En: *Handbuch der Pflanzenenetomie. Band 8. Teil 4.* Berlin.
- Hand, J.M.; E. Young y A.C. Vasconcelos, 1982. Leaf water potential, stomatal resistance, and photosynthetic response to water stress in peach seedlings. *Plant Physiol.* 69:1051-1054.
- Handley, D.; R.S. Johnson y D.A. Goldhamer, 1989. Doubling of peaches as a response to water deficit. 86th Annual Meeting of the ASHS. Tulsa. OK. Program and Abstracts, Abs. 502:126.
- Hanks, R.J, 1983. Yield and water-use relationships: An overview. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production.* Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). Am. Soc. Agron. Madisson, WI.:393-411.
- Harrison, R.D.; J.W. Daniell y J.M. Chesire, Jr., 1989. Net photosynthesis and stomatal conductance of peach seedlings and cuttings in response to changes in soil water potential. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(6):986-990.
- Hassan, M.M. y P.B. Catlin, 1984. Screening of egyptian apricot seedlings for response to salinity. *HortScience* 19(2):243-245.
- Havis, A.L., 1962. Effect of time of fruit thinning of "Redhaven" peach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80:172-176.
- Haynes, R.J., 1981. Effects of soil management practices on soil physics properties, earthworm population and tree root distribution in a commercial apple orchard. *Soil and Tillage Res.* 1:269-280.
- Hayward, H.E.; E.M. Long y R. Uhvits, 1946. Effect of chloride and sulfate salts on the growth and development of the Elberta peach on Sahlil and Lovell rootstocks. *USDA Tech. Bull.* 922. 48 pp.
- Hendricks, L.C.; G.H. McGranahan; D.E. Ramos; B. Iwakiri y H.I. Forde, 1985. Selection of varieties. p. 46-51. In: *Walnut Orchard Management.* D.E. Ramos (ed.). Cooperative Extension. University of California. Publication 21410.
- Hendrickson, A.H. y F.J. Veihmeyer, 1950. Irrigation experiments with apricots. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 55:1-10.

Referencias Citadas

- Herold, A., 1981. Regulation of photosynthesis by sink activity - the missing link. *New Phytol.* 86:131-144.
- Hinckley, T.M.; J.P. Lassoie y S.W. Running, 1978. Temporal and spatial variations in the water status of forest trees. *Forest Science Monograph* 20. Society of American Foresters. 72 pp.
- Hiron, R.W.P. y S.T.C. Wright, 1973. The role of endogenous abscisic acid in the response of plants to stress. *J. Expt. Bot.* 24:769-781.
- Hoagland, D.R. y D.I. Arnon, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Cir.* 347. *Cal. Agr. Expt. Sta., University of California.* Berkeley.
- Hoffman, G.J.; P.B. Catlin, R.M. Mead; R.S. Johnson; L.E. Francois y D.A. Goldhamer, 1989. Yield and foliar injury responses of mature plum trees to salinity. *Irrigatin Science* 10:215-229.
- Horgan, R., 1984. Cytokinins. En: *Advanced Plant Physiology.* Wilkings, M.B. (ed). Pitman Publishing Limited, London:53-75.
- Hsiao, T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:519-570.
- Hsiao, T.C.; E. Acevedo; E. Fereres y D.W. Henderson, 1976(a). Water stress metabolism: water stress, growth and osmotic adjustment. *Phylosophical Transactions of the Royal Society, London, B,* 273:479-500.
- Hsiao, T.C.; E. Fereres, E. Acevedo y D.W. Henderson, 1976(b). Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants. En: *Ecological Studies. Analysis and Synthesis.* Vol. 19, *Water and Plant Life.* Lange, O.L.; M L. Kappen y E.D. Schulze (Eds.):281-305.
- Hsiao, T.C. y K.J. Bradford, 1983. Physiological consequences of cellular water deficits. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production.* Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). *Am. Soc. Agron. Madisson, WI.*:227-265.
- Huguet, J.G., 1985. Appréciation de l'état hydrique d'une plante à partir des variations micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée. *Agronomie* 5:733-741.
- Hunt, R. y P.S. LLOYD, 1987. Growth and partitioning. *New. Phytol.* 106(suppl):235-249.
- Irving, D.E. y J.H. Drost, 1987. Effects of water deficit on vegetative growth, fruit growth and fruit quality in Cox's Orange Pippin apple. *J. Hort. Sci.* 62:427-432.
- Itai, C. y A. Benzioni, 1976. Water stress and hormonal response. En: *Water and Plant Life: Problems and Modern Approaches.* Lange, O.L.; L. Kappen y E.D. Schulze (eds.). *Ecol. Stud.* Vol. 19. Springer, Berlin-Heidelberg-New York. :176-188.
- Jackson, D., 1986. Temperate and subtropical fruit production. *Butterworths of New Zealand (Ltd.)* Eds.:294 pp.
- Jarvis, P.G., 1976. The interpretation of variations in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies in the field. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 273:593-610.
- Jensen, M.E., 1972. Programming irrigation for grater efficiency. En: *Optimizing the soil physical environment toward grater crop yields.* Hillel, D. (ed.). *Academic Press Inc., Ney York:*133-161.

- Jewer, P.C. y L.D. Incoll, 1980. Promotion of stomatal opening in the grass *Antheophora pubescens* Nees by a range of natural and synthetic cytokinins. *Planta* 150:218-221.
- Johnson, J.D. y W.K. Ferrell, 1983. Stomatal response to vapour pressure deficit and the effect of plant water stress. *Plant, Cell and Environment* 6:451-456.
- Johnson, R.S. y D.F. Handley, 1989. Thinning response of early, mid-, and late-season peaches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(6):852-855.
- Johnson, R.S.; D.F. Handley y T.M. DeJong, 1992. Long-term response of early maturing peach trees to postharvest water deficits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(6):881-886.
- Jones, H.G., 1985. Physiological and environmental control of evaporation from plants and implications for plant water status. *Les Besoins en Eau des Cultures. Conférence Internationale. Paris, 1984. CIID INRA:23-33.*
- Jones, H.G. y L. Fanjul, 1983. Effects of water stress on CO₂ exchange in apple. En: *Effects of Stress on Photosynthesis*. Marcelle, R.; H. Clijsters y M. Van Poucke (eds.). Conference proceedings. Nijhoff and Junk Publishers. The Hague:75-84.
- Jordan, W.R., 1983. Whole plant responses to water deficits: An overview. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). *Am. Soc. Agron. Madisson, WI:298-317.*
- Katerji, N. y P. Cruiziat, 1985. Estats et transferts hydriques chez les végétaux. Quelques faits et problèmes. *Les Besoins en Eau des Cultures. Conférence Internationale. Paris, 1984. CIID INRA:35-54.*
- Kaufmann, M.R., 1982. Leaf conductance as a function of photosynthetic photon flux density and absolute humidity difference from leaf to air. *Plant Physiol.* 69:1018-1022.
- Kent, L.M. y A. Läuchli, 1985. Germination and seedling growth of cotton: salinity-calcium interactions. *Plant, Cell and Environment* 8:155-159.
- Klein, I.; Y Ben-Tal; S. Lavee; Y. De Malach y I. David, 1994. Saline irrigation of c.v. manzanillo and uovo di piccione trees. *Acta Horticulturae* 356:176-180.
- Knipling, E.B., 1967. Effect of leaf aging on water deficit-water potential relationships of dogwood leaves growing in two environments. *Physiol. Plant.* 20:65.
- Kögl, F.; A.J. Haagen-Smit y H. Erxleben, 1934. Über ein neues auxin ("Heteroauxin") aus harn. XI. Mitteilung, 2. *Physiol. Chem.* 228:90-103.
- Kramer, P.J., 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press, Inc.:489 pp.
- Kramer, P.J., 1988. Measurement of plant water status: Historical perspectives and current concerns. *Irrig. Sci.* 9:275-287.
- Kriedemann, P.E. y B.R. Loveys, 1974. Hormonal medication of plant responses to environmental stress. En: *Mechanisms of Regulation of Plant Growth*. Bielecki, R.L.; A.R. Ferguson y M.M. Cresswell (eds.). *The Royal Society of New Zealand, Wellington:461-465.*

- Kuang, J.B.; N.C. Turner y I.A. Henson, 1990. Influence of xylem water potential on leaf elongation and osmotic adjustment of wheat and lupin. *Journal of Experimental Botany* 41(223):217-221.
- Lakso, A.N., 1979. Seasonal changes in stomatal response to leaf water potential in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(1):58-60.
- Lakso, A.N., 1980. Aspects of canopy photosynthesis and productivity in the apple tree. *Acta Horticulturae* 114:100-109.
- Lakso, A.N., 1983. Morphological and physiological adaptations for maintaining photosynthesis under water stress in apple trees. En: *Effects of Stress on Photosynthesis*. Marcelle, R.; H. Clijsters y M. Van Poucke (eds.). Conference proceedings. Nijhoff and Junk Publishers. The Hague:85-93.
- Lakso, A.N. y E.J. Seeley, 1978. Environmentally induced responses of apple tree photosynthesis. *HortScience* 13:646-650.
- Lampinen, B.; K. Shackel; S. Southwick; D. Goldhamer y B. Olson, 1991. Sensitivity of seasonal growth stages of french prune to water deprivation: three year summary. DRAFT.
- Lange, O.L.; P.C. Hanley; W. Beyschlag y J.D. Tenhunen, 1987. Gas exchange methods for characterizing the impact of stress on leaves. *NATO ASI Series*, Vol. 615. Tenhunen, J.D.; F.M. Catarino; O.L. Lange y W.C. Oechel Eds. Springer-Verlag Berlin ISBN 0-387-16082-5.
- Lange, O.I.; J.D. Tenhunen y W. Beyschlag, 1985. Effects of humidity during diurnal courses on the CO₂ and light-saturated rate of net CO₂ uptake in the sclerophyllous leaves of *Arbutus unedo*. *Oecologia* 67:101-104.
- Larson, K.D.; T.M. DeJong y R.S. Johnson, 1988. Physiological and growth responses of mature peach trees to postharvest water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(3):296-300.
- Läuchli, A., 1984. Salt exclusion: an adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. En: *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. Staples, R.C. y G.H. Toenniessen (eds.). John Wiley and Sons Inc.:171-188.
- Lavee, S.; M. Nashef; M. Wodner y H. Harshemesh, 1990. The effect of complementary irrigation added to old olive trees (*Olea europea*, L.) cv. *Souri* on fruit characteristics, yield and oil production. *Adv. Hort. Sci.* 4:135-138.
- Layne, R.E.C.; C.S. Tan y J.M. Fulton, 1981. Effect of irrigation and tree density on peach production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(2):151-156.
- LeHaye, P.A. y E. Epstein, 1969. Salt toleration by plants: enhancement with calcium. *Science* 166:395-396.
- Leonardi, S. y W. Flückiger, 1986. The influence of NaCl on leaf water relations and proportions of K, Na, Ca, Mg and Cl in epidermal cells of *Fraxinus excelsior* L.. *Tree Physiology* 2:115-121.
- Leopold, A.C. y R.P. Willing, 1984. Evidence for toxicity effects of salt on membranes. En: *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. Staples, R.C. y Toenniessen (eds.). John Wiley and Sons Inc.:67-76.
- Letham, D.S., 1974. Regulators of cell division in plant tissues. XX. The cytokinins of coconut milk. *Physiol. Plant*, 32:66-70.

- Levitt, J., 1980. Response of plants to environmental stresses. II. Water, radiation, salt, and other stresses. Academic Press. Physiological Series: 607 pp.
- Li, S.H. y J.G. Huguet, 1989. Production, qualité des fruits et croissance de pêchers soumis à différents régimes d'alimentation hydrique. *Fruits* 44(4):225-232.
- Li, S.H.; J.G. Huguet y C. Bussi, 1989(a). Irrigation scheduling in a mature peach orchard using tensiometers and dendrometers. *Irrigation and drainage systems* 3:1-12.
- Li, S.H.; J.G. Huguet; P.G. Schoch y P. Orlando, 1989(b). Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. *J. Hort. Sci.* 64(5):541-552.
- Li, S.H.; Huguet, J.G.; P.G. Schoch y C. Bussi, 1989(c). Réponse de jeunes pêchers cultivés en pots à différents régimes d'alimentation hydrique. I: Conséquences sur la transpiration, la résistance stomatique, le potentiel hydrique foliaire, la photosynthèse et les variations micromorphométriques des tiges. *Agronomie* 10:263-272.
- Li, S.H.; C. Bussi; J. Hugard y H. Clanet, 1989(d). Critical period of flower bud induction in peach trees associated with shoot length and bud position. *Gartenbau Wissenschaft. Horticultural Science:* 54:49-53.
- Lilleland, O. y L. Newsome, 1934. A growth study of the cherry fruit. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 32:291-299.
- Lin, J.; B. Shabany y D. Ramos, 1977. Pistillate flower development and fruit growth in some English walnut cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(6):702-705.
- Lin, T.S.; J. C. Crane; K. Ryugo; V.S. Polito y T.M. DeJong, 1984. Comparative study of leaf morphology, photosynthesis, and leaf conductance in selected Pistachia species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3):325-330.
- Little, T.M. y F.J. Hills, 1972. *Agricultural Experimentation Design and Analysis*. John Wiley and Sons Inc.: 275 pp.
- Lloyd, J; P.E. Kriedemann y D. Aspinall, 1990. Contrast between *Citrus* species in response to salinisation: An analysis of photosynthesis and water relations for different rootstock-scion combinations. *Physiol. Plantarum* 78:236-246.
- Lockhart, J.A., 1965. An analysis of reversible plant cell elongation. *J. Theor. Biol.* 8:246-276.
- Longstreth, D.J. y P.S. Nobel, 1979. Salinity effects on leaf anatomy. Consequences for photosynthesis. *Plant Physiol.* 63:700-703.
- Loomis, R.S., 1983. Crop manipulation for efficient use of water: An overview. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). Am. Soc. Agron. Madison, WI.:345-364.
- Looney, N.E.; W.B. McGlasson y B.G. Coombe, 1974. Control of fruit ripening in peach, *Prunus persica*: action of succinic acid-2,2-dimethylhydrazide and (2-chloroethyl)phosphoric acid. *Aust. J. Plant Physiol.* 1:77-86.
- Lötter, J. De V.; D.J. Benkes y H.W. Weber, 1985. Growth and quality of apples as affected by different irrigation treatment. *J. Hort. Sci.* 60:181-192.

- Loveys, B.R. y H. Düring, 1984. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field-grown *Vitis vinifera* cultivars. II. Abscisic acid changes under semi-arid conditions. *New Phytol.* 97:37-47.
- Lynch, J. y A. Läuchli, 1984. Potassium transport in salt-stressed barley roots. *Planta* 161:295-301.
- Maas, E.V., 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* 1(1):12-26.
- Maas, E.V., 1993. Salinity and citriculture. *Tree Physiology* 12(2):195-216.
- Maas, E.V. y G.J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance - Current assessment. *J. Irrig. Drainage Div. ASCE* 103:115-134.
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1975. Métodos Oficiales de Análisis de suelos y aguas. MAPA (Spain) 1975.
- Marei, N. y J.C. Crane, 1971. Growth and respiratory response of fig (*Ficus carica* L. cv. Mission) fruits to ethylene. *Plant Physiol* 48:249-254.
- Marini, R.P. y D.L. Sowers, 1994. Peach fruit weight is influenced by crop density and fruiting shoot length but not position on the shoot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(2):180-184.
- Matthews, M.A. y J.S. Boyer, 1984. Acclimation of photosynthesis to low leaf water potentials. *Plant Physiol.* 74:161-166.
- McBurney, T., 1992. The relationship between leaf thickness and plant water potential. *J. Exp. Bot.* 43(248):327-335.
- McCree, K.J., 1986. Whole-plant carbon balance during osmotic adjustment to drought and salinity stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:33-43.
- McCree, K.J.; C.E. Kallsen y S.T. Richardson, 1984. Carbon balance of sorghum plants during osmotic adjustment to water stress. *Plant Physiol.* 76:898-902.
- McDermitt, D.K., 1990. Sources of error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data. *HortScience* 25(12):1538-1548.
- McGranahan, G.H.; C.A. Leslie; S.L. Aratsu; L.A. Martin y A.M. Dandekar, 1988. *Agrobacterium*-mediated transformation of walnut somatic embryos and regeneration of transgenic plants. *Bio/Technology* 6(July/1988):800-804.
- McNeilly, T., 1990. Selection and breeding for salinity tolerance in crop species. A case for optimism?. *Acta Oecologica* 11(4):595-610.
- Meinzer, F.C.; D.A. Grantz; G. Goldstein y N.Z. Saliendra, 1990. Leaf water relations and maintenance of gas exchange in coffee cultivars grown in drying soil. *Plant Physiol.* 94:1781-1787.
- Metheney, P.D.; L. Ferguson; D. A. Goldhamer y J. Dunai, 1994. Effects of irrigation on manzanillo olive flowering and shoot growth. *Acta Horticulturae* 356:168-171.
- Michelakis, N., 1990. Yield response of table and oil olive varieties to different water use levels under drip irrigation. *Acta Horticulturae* 286:271-274.

- Michelakis, N.I.C; E. Vouyoucalou y G. Clapaki, 1994. Soil moisture depletion, evapotranspiration and crop coefficients for olive trees c.v. "Kalamon", for different levels of soil water potential and methods of irrigation. *Acta Horticulturae* 356:162-167.
- Milborrow, B.V., 1974. The chemistry and physiology of abscisic acid. *Ann. Plant Physiol.* 25:259-307.
- Mingeau, M., 1988. Mesure de la consommation en eau du noisetier sur cases lysimétriques. Resultats de la période 1982-1987. 2^e colloque noyer-noisetier. Recueil des communications, Bourdeaux (France). Rapport EUR 12005:155-163.
- Mingeau, M y P. Rousseau, 1994. Water use of hazelnut trees as measured with lysimeters. III International Congress on Hazelnut. Alba, Italy. *Acta Horticulturae* 351:315-322.
- Mitchell, P.D. D.J. Chalmers, 1982. The effect of reduced water supply on peach tree growth and yields. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(5):853-856.
- Mitchell, P.D.; P.H. Jerie y D.J. Chalmers, 1984. The effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(5):604-606.
- Mitchell, P.D.; D.J. Chalmers; P.H. Jerie y G. Burge, 1986. The use of initial withholding of irrigation and tree spacing to enhance the effect of regulated deficit irrigation on pear trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5):858-861.
- Mitchell, P.D.; B. van den Ende; P.H. Jerie y D.J. Chalmers, 1989. Responses of "Bartlett" pears to withholding irrigation, regulated deficit irrigation and tree spacing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(1):15-19.
- Miyamoto, S., 1985. Effects of wetting agents on water infiltration into poorly wettable sand, dry sod and wettable soils. *Irrigation Sci.* 6:271-279.
- Molina, T., 1973. El Avellano. Guía práctica del cultivo. Dilagro Eds., Lleida, 167 pp.
- Monteith, J.L. y M.H. Unsworth, 1990. Principles of Environmental Physics. 2nd Edition. Edward Arnold. 291 pp.
- Mooney, H.A., 1972. The carbon balance of plants. *Ann. Rev. Eco. Sust.* 3:315-346.
- Mooney, H.A.; O. Björkman y C.J. Collatz, 1977. Photosynthetic acclimation to temperature and water stress in the desert shrub *Larrea divaricata*. *Carnegie Institution Year Book* 76:328-335.
- Morgan, J.M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35:299-319.
- Morison, J.I.L. y R.M. Gifford, 1983. Stomatal sensitivity to carbon dioxide and humidity. *Plant Physiol.* 71:789-796.
- Munns, R. y A. Termaat, 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:143-160.
- Myers, S.C., 1993. Preharvest water sprout removal influences canopy light relations, fruit quality, and flower bud formation of "Redskin" peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(4):442-445.

- Natali, S; C. Bignami y M.J. Gonzales, 1989. Effeti dello stress idrico sul potenziale idrico flogliare, sulla traspirazione e sulla fotosintesi in *Coryllus avellana* L.. Irrigazione e Drenaggio. Julio-Sept. 1989: 118-123.
- Neilsen, G.H.; D.S. Stevenson; J.J. Fitzpatrick y C.H. Brownlee, 1989. Nutrition and yield of young apple trees irrigated with municipal waste water. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):377-383.
- Nerd, A. y A. Benzoni, 1988. Effect of water deficit on vegetative growth and fruit development in Jojoba. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(3):440-444.
- Nieddu, G.; M. Schirra y M. Mulas, 1989. Influenza della practica irrigua sui processi evolutivi del frutto di mandorlo. Irrigazione e Drenaggio. Julio/Sept. (III) 1989:137-141.
- Nieves, M.; A Cerda y M. Botella, 1991. Salt tolerance of two lemon scions measured by leaf chloride and sodioum accumulation. J. of Plant Nutrition 14(6):623-636.
- Olien, M.E. y J. A. Flore, 1990. Effect of a rapid water stress and a slow water stress on the growth of "Redhaven" peach trees. Fruit Varieties Journal 44(1):4-11.
- Ozyilmaz, H. y M. Ozkara, 1990. Determination of water consumption of the olive tree under field conditions. Acta Horticulturae 286:279-282.
- Parsa, A.A. y N. Karimian, 1975. Effect of sodioum chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio (*Pistachia vera*, L.). J. Hort. Sci. 50:41-46.
- Parsons, J.E; C.J. Phene; D.N. Baker; J.R. Lambert y J.M. Mekinion, 1979. Soil water stress and photosynthesis in cotton. Physiol. Plant. 47:185-189.
- Passioura, J.B., 1988. Root signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. Aust. J. Plant Physiol. 15:687-693.
- Patten, G.; G. Nimr y E. Neuendorff, 1989. Fruit Doubling as affected by water stress. Acta Horticulturae 254:319-321.
- Pavel, E.W. y T.M. DeJong, 1993. Relative growth rate and its relationship to compositional changes of nonstructural carbohydrates in the mesocarp of developing peach fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(4):503-508.
- Pearcy, R.W, 1990. Sunflecks and photosynthesis in plant canopies. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 41:421-453.
- Penman, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. A. 193:120-145.
- Pettygrove, G.S. y T. Asano, 1988. Irrigation with reclaimed municipal wastewater. A guidance manual. 3rd. Edition. Lewis Publishers. Inc. (Eds.).
- Phene, C.J.; D.W. Meek; K.R. Davis; R.L. McCormick y R.B. Hutmacher, 1985. Real time crop evapotranspiration and determination of crop coefficients. Symposium on Advances in Evapotranspiration. Proceedings. ASAE publi. 14/85:122-128.
- Phene, C.J.; D.W. Meek, R.L. McCormick y K.R. Davis, 1986. Calibration and use of Penman's equation for irrigation scheduling. ASEA 1986 Winter Meeting. Chicago, IL. DRAFT.

- Philp, C.L.; 1947. Cherry culture in California. Calif. Agr. Exp. Sta, Cir. 46.
- Picchioni, G.A.; S. Miyamoto y J.B. Storey, 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(4):647-653.
- Pinta, A., 1973. Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans le végétaux. Oléagineux 28 années. n° 2:87-92.
- Pitman, M.G., 1984. Transport across the root and shoot/root interactions. En: Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement. Staples, R.C. y G.H. Toenniessen (eds.). John Wiley and Sons Inc.:93-123.
- Proebsting, E.L. y J.E. Middleton, 1980. The behavior of peach and pear trees under extreme drought stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(3):380-385.
- Proebsting, E.L.; P.H. Jerie y J. Irvine, 1989. Water deficits and rooting volume modify peach tree growth and water relations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):368-372.
- Pruitt, W.O.; E. Fereres; K. Kaita y R.L. Snyder, 1986. Reference Evapotranspiration (ET_o) for California. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Bulletin 1922. 14 pp.
- Ragland, C.H. 1934. The development of the peach fruit, with special reference to split-pit and gumming. Proc. ASHS 31:1-21.
- Rallo, L. y R. Fernández-Escobar, 1985. Influence of cultivar and flower thinning within the inflorescence on competition among fruits in olive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(2):303-308.
- Ramos, D.E.; L.C. Brown; K. Uriu and B. Marangoni, 1978. Water stress affects size and quality of walnuts. California Agriculture 32(10):5-6.
- Rapoport, H.A. y L. Rallo, 1983. Fases de la caída de flores y frutos de olivo en post-antesis. I Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Valencia, Abts. 23.
- Rapoport, H.A. y L. Rallo, 1991. Postanthesis flower and fruit abscission in "Manzanillo" olive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4):720-723.
- Raschke, K.; M. Pierce y C.C. Popiela, 1976. Abscisic acid content and stomatal sensitivity to CO₂ in leaves of *Xanthium strumarium* L. after pretreatments in warm and cool growth chambers. Plant Physiol. 57:115-121
- Rawson, H.M. y R. Munns, 1984. Leaf expansion in sunflower as influenced by salinity and short-term changes in carbon fixation. Plant, Cell and Environment 7:207-213.
- Reyes-Lopez, A., 1985. Effect of water stress on photosynthesis and leaf conductance in pistachio (*Pistacia vera*) and peach (*Prunus persica* Batsch.). PhD Disc. University of California, Davis.
- Richards, D., 1977. Root-shoot interactions: A functional equilibrium for water uptake in peach *Prunus persica* (L.) Batsch. Ann. Bot. 41:279-281.
- Richards, D. y B. Cockroft, 1975. The effect of soil water on root production of peach trees in summer. Aust. J. Agric. Res. 26:173-180.

- Romisondo, P., 1965. Alcuni aspetti della biologia florale del nocciolo Tonda gentile delle Langhe. Ann. Accad. Agric., Torino, 1964-65:107.
- Romisondo, P., 1966. Indagine sull'interdependenza fra la lunghezza dei rami di un anno e l'attività vegetativa e produttiva del nocciolo. IV Contributo. Ann. Fac. Sci. Agrar. Torino. 1964-65, 1965-66:163-186.
- Ross, N.W., 1952. The relation of number and size of cells in the flesh of the peach to the size of the fruit at time of pit hardening. MSc Thesis. University of California at Davis.
- Ryugo, K., 1988. Fruit Culture: Its Science and Art. John Wiley and Sons Ed. New York. 344 pp.
- Salisbury, F.B. y C.W. Roos, 1985. Plant Physiology. Third Edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California: 540 pp.
- Saranga, Y; D. Zamir, A. Marani y J. Rudich, 1991. Breeding tomatoes for salt tolerance: field evaluation of *Lycopersicon* germplasm for yield and dry-matter production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):1067-1071.
- SAS Institute Inc., 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary,NC: SAS Institute Inc., 1988. 1028pp.
- Schechter, I.; J.T.A. Proctor y D.C. Elfving, 1994a. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(2):157-162.
- Schechter, I.; J.T.A. Proctor y D.C. Elfving, 1994b. Carbon exchange rate in limbs of fruiting and nonfruiting apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(2):157-162.
- Scholander, P.F.; B. Ruud y H. Leivestad, 1957. The rise of sap in a tropical liana. Plant Physiol 32(1):1-6.
- Scholander, P.F.; H.T. Hammel; E.D. Bradstreet y E.A. Hemmingsen, 1965. Sap pressure in vascular plants. Physiol. Plant. 37:167-174.
- Schreiner, M. y P. Ludders, 1992. Mechanisms of salt resistance in apple. Gartenbauwissenschaft 57(6): 253-259.
- Schulze, E.D., 1986. Carbon dioxide and water vapor exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil. Ann. Rev. Plant Physiol. 37:247-274.
- Schulze, E.D. y A.E. Hall, 1981. Short-term and long-term effects of drought on steady-state and time-integrated plant processes. Easter Schools in Agricultural Science. Butterworths:217-235.
- Schulze, E.D. y A.E. Hall, 1982. Stomatal responses, water loss and CO₂ assimilation rates of plants in contrasting environments. En: Physiological Plant Ecology II: Water and Carbon Assimilation. Lange, O.L.; P.S. Nobel; C.B. Osmond y H. Ziegler (eds.). Springer-Verlag. Berlin. Encycl. Plant Physiol. 12B:181-230.
- Schulze, E.D.; O.L. Lange; M. Evanari; L. Kappen y U. Bushbom, 1974. The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert conditions. I. A simulation of the daily course of stomatal resistance. Oecologia 17:159-170.
- Schulze, E.D.; O.L. Lange; L. Kappen; M. Evanari y U. Bushbom, 1975. The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert

- conditions. II. The significance of water stress and internal carbon dioxide concentration. *Oecologia* 18:219-233
- Schulze, E.D. y M. Küppers, 1979. Short-term and long-term effects of plant water deficits on stomatal response to humidity in *Corylus avellana* L. *Planta* 146:319-326.
- Seemann, J.R y C. Critchley, 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behavior and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L.. *Planta* 164:151-162.
- Seemann, J.R. y T.D. Sharkey, 1986. Salinity and nitrogen effects on photosynthesis, Ribulose-1,5-Biphosphate carboxylase and metabolite pool sizes in *Phaseolus vulgaris* L.. *Plant Physiol.* 82:555-560.
- Sepaskhah, A.R. y M. Maftoun, 1981. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. I. Growth. *J. Hort. Sci* 56(4):277-284.
- Sepaskhah, A.R. y M. Maftoun, 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. *J. Hort. Sci.* 63(1):157-162.
- Sepaskhah, A.R.; M. Maftoun y N. Karimian, 1985. Growth and chemical composition of pistachio as affected by salinity and applied iron. *J. Hort. Sci.* 60(1):115-121.
- Sepaskhah, A.R.; M. Maftoun y J. Yasrebi, 1988. Seedling growth and chemical composition of three pistachio cultivars as affected by soil applied boron. *J. Hort. Sci.* 63(4):743-749.
- Serrano, L.; R. Savé; O. Marfà; X. Carbonell y J. Peñuelas, 1991. Respuesta productiva y fisiológica del fresón a moderados déficits hídricos. IX Jornadas Técnicas de Riego. AERYD. Granada Junio, 1991. Junta de Andalucía. 24/91 Congresos y Jornadas:63-68.
- Shannon, M.C., 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. En: *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. Staples, R.C. y G.H. Toenniessen (eds.). John Wiley and Sons Inc.:231-254.
- Sharp, R.E. y W.J. Davies, 1979. Solute regulation and growth by roots and shoots of water-stressed maize plants. *Planta* 147:43-49.
- Slavíck. B., 1974. *Methods of studying plant water relations*. Ecological Studies 9. Springer-Verlag, Berlin. 449 pp.
- Snapp, S.S y C. Shennan, 1992. Salinity effects on root growth and senescence in tomato and consequences for severity of phytophthora root rot infection. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(3):458-463.
- Snapp, S.S y C. Shennan, 1994. Salinity effects on root growth and death dynamics of tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. *New Phytol.* 121:71-79.
- Snyder, R.; D.W. Henderson; W.O. Pruitt y A. Deng, 1985. California irrigation management information system final report, June 1985. Land, air and water resources paper 10013. Dept. of Land, Air and Water Resources. Univ. of California, Davis.
- Solé Riera, M.A., 1990. The influence of auxiliary drip irrigation with low quantities of water in olive trees in las Garrigues (cv. *Arbequina*). *Acta Horticulturae* 286:307-310.

- Sparks, D. y J.A. Payne, 1976. Bud bread in pecan (*Carya illinoensis*) following boron toxicity. *HortScience* 11(5):494.
- Spiegel-Roy, P.; D. Mazigh y M. Evenari, 1977. Response of pistachio to low soil moisture conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(4):470-473.
- Steinberg, S.L.; M.J. McFarland y J.C. Miller, Jr., 1989. Effect of water stress on stomatal conductance and leaf water relations of leaf along current-year branches of peach. *Aust. J. Plant Physiol.* 16:549-560.
- Stainberg, S.L.; J.C. Miller Jr. y M.J. McFarland, 1990. Dry matter partitioning and vegetative growth of young peach trees under water stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 17:23-36.
- Stelzer, R. y A. Läuchli, 1977. Salzt und Überflutungstoleranz von *Puccinellia peisonis*. II. Strukturelle Differenzierung der Wurzel in Beziehung zur Funktion. *Z. Pflanzenphysiol* 84:95-108.
- Suárez, M.P.; Fernández-Escobar, R. y L. Rallo, 1984. Competition among fruits in olive. II. Influence of inflorescence, or fruit thinning and cross-pollination on fruit set components and crop efficiency. *Acta Horticulturae* 149:131-144.
- Swietlik, D.; R.F. Korcak y M. Faust, 1983. Stomatal and non-stomatal inhibition of photosynthesis in water-stressed apple seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:54-58.
- Sykes, S.R., 1982. The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species. *Plant and Soil* 146(1-2):123-129.
- Tal, M., 1984. Physiological genetics of salt resistance in higher plants: Studies on the level of the whole plant and isolated organs, tissues and cells. En: *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. Staples, R.C. y G.H. Toenniessen (eds.). John Wiley and Sons Inc.:301-320.
- Tan, C.S.; A. Cornelisse y B.R. Buttery, 1981. Transpiration, stomatal conductance and photosynthesis of tomato plants with various proportions of root system supplied with water. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(2):147-151.
- Tan, C.S. y B. R. Buttery, 1982(a). Response of stomatal conductance, transpiration, photosynthesis, and leaf water potential in peach seedlings to different watering regimes. *HortScience* 17(2):222-223.
- Tan, C.S. y B. R. Buttery, 1982(b). The effect of soil moisture stress to various fractions of the root system on transpiration, photosynthesis, and internal water relations of peach seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(5):845-849.
- Tan, C.S. y B.R. Buttery, 1986. Photosynthesis, Stomatal conductance, and leaf water potential in response to temperature and light in peach. *HortScience* 21(5):1180-1182.
- Tanner, C.B. y T.R. Sinclair, 1983. Efficient water use in crop production: Research or re-search?. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). *Am. Soc. Agron. Madison, WI*:1-27.
- Tapia, L., 1987. Potential photosynthesis of plants grown under cover in relation to their photosynthetic light response. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

- Tarradas, J. y R. Savé, 1992. The influence of summer and winter stress and water relationships on the distribution of *Quercus ilex* L. *Vegetatio* 99-100:137-145.
- Tasias, J., 1975. El avellano en la provincia de Tarragona. Excma. Diputación Provincial de Tarragona. 363 pp.
- Terry, N.; L.J. Waldon y S.E. Taylor, 1983. Environmental influences on leaf expansion. En: J.E. Dale y F.L. Milthorpe (Eds.). *The Growth and Functioning of Leaves*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.:179-205.
- Testolin, R Y G. Costa, 1991. Net photosynthesis: sources of variation in peach canopy. *Adv. Hort. Sci.* 5:35-39.
- Thompson, M., 1965. A progress report of pollination studies in filberts. 51 *Ann. Proc. Nut Grow. Soc. Or. Was.*:49-54.
- Tombesi, A., T.M. DeJong, y K. Ryugo. 1983. Net CO₂ assimilation characteristics of Walnut leaves under field and laboratory conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(4):558-561.
- Tombesi, A., 1988. Influence of water stress on hazelnut (*Corylus avellana* L.) photosynthesis. 2^e colloque noyer-noisetier. *Recueil des communications, Bourdeaux (France)*. Rapport EUR 12005:144-154.
- Tombesi, A., 1994. Influence of soil water levels on assimilation and water use efficiency in hazelnut. III International Congress on Hazelnut. Alba, Italy. *Acta Horticulturae* 351:247-255.
- Torrecillas, A.; M.C. Ruiz-Sanchez; A. León Y A.L. Garcia, 1988. Stomatal response to leaf water potential in almond trees under drip irrigated and non irrigated conditions. *Plant and Soil* 112:151-153.
- Torrecillas, A.; M.C. Ruiz-Sanchez, A. León y F. del Amor, 1989. The response of young almond trees to different drip-irrigated conditions. *Development and Yield. J. Hort. Sci.* 64(1):1-7.
- Tuckey, H.B., 1936. Development of cherry and peach fruits as affected by destruction of the embryo. *Bot. Gaz.* 98:1-24.
- Tous, J.; J. Girona y J. Tasias, 1994. Cultural practices and costs in hazelnut production. *Acta Horticulturae* 351:395-418.
- Turner, N.C., 1974. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum and tobacco under field conditions. II. At low soil water potential. *Plant Physiol.* 53:360-365.
- Turner, N.C., 1981. Correlation of flow resistances of plant, measured from covered and exposed leaves. *Plant Physiol.* 68:1090-1092.
- Turner, N.C., 1986(a). Crop water deficits: a decade of progress. *Adv. Agron.* 39:1-51.
- Turner, N.C., 1986(b). Adaptation to water deficits: a changing perspective. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:175-190.
- Turner, N.C. y M. J. Long, 1980. Errors arising from rapid water loss in the measurement of leaf water potential by the pressure chamber technique. *Aust. J. Plant Physiol.* 7:527-537.

- Turner, N.C.; E.D. Schulze y T. Gollan, 1984. The responses of stomatal and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content. I. Species comparisons at high soil water contents. *Oecologia* 63:338-342.
- Turner, N.C.; E.D. Schulze y T. Gollan, 1985. The responses of stomatal and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content. II. In the mesophytic herbaceous species *Helianthus annuus*. *Oecologia* 65:348-355.
- Tyree, M.T. y H.T. Hammel, 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure-bomb technique. *J. Exp. Bot.* 23:267-282.
- Tyree, M.T. y P.G. Jarvis, 1982. Water in tissues and cells. *Encycl. Plant Physiol. New Series.* 12B:30.
- U.S. Salinity Laboratory. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No 60.
- UdL, 1994. Apuntes del "I Curs de Microscòpia Electrònica d'Escombratge i Micranàlisi EDS". Universitat de Lleida (UdL). Procesamiento de muestras procedentes del campo orgánico e inorgánico para su observación al microscopio electrónico (draft).
- Unger, P.W. y P. Stewart, 1983. Soil management for efficient water use: An overview. En: *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. Taylor, H.M.; W.R. Jordan y T.R. Sinclair (eds). *Am. Soc. Agron. Madisson, WI.*:419-460.
- Uriu, K., 1965. Soil management and irrigation of peach orchards. *Atti del Congresso del pesco*. C. Delaini; R. Gozzi; A. Beneditti y C. la Rosa (eds.). *Camara di Commercio, Industria e Agricoltura di Verona - Italy* :383-397.
- Uriu, K.; L. Werenfels; G. Post; A. Retan y D. Fox, 1964. Cling peach irrigation. *California Agriculture* 18(7):10-11.
- Vaadia, Y., 1976. Plant hormones and water stress. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B* 273:513-522.
- Valancogne, C. y Z. Nasr, 1989. Une méthode de mesure du débit de sève brute dans de petits arbres par bilan de chaleur. *Agronomie* 9:609-617.
- Valancogne, C.; T. Ameglio; L. Angelocci y P. Cruiziat, 1990. Evaluation of transpiration and measurement of daily course water flow within the main branches of wall nut trees. *Valambrosa International Workshop. Analysis of Water Transport in Plants and Cavitation of Xylem Conduits*. Firenze, Italy (29-31 May, 1990). DRAFT.
- Van Bavel, C.H.M, 1966. Potential evaporation. The combination concept and its experimental verificacion. *Water Resources Res.* 2:455-467.
- Veihmeyer, F.J., 1972. The availability of soil moisture to plants: Results of empirical experiments with fruit trees. *Soil Science* 114(4):268-294.
- Veihmeyer, F.J., 1975. The growth of fruit trees in response to different soil-moisture conditions measured by widths of annual rings, and other means. *Soil Science* 119(6):448-460.
- Vidaud, J. y 41 autores más, 1987. *Le pêcher: référence et techniques*. CTIFL Press. Paris.

- von Caemmerer, S. y G.D. Farquhar, 1981. Some relationships between biochemistry of photosynthesis and gas exchange of leaves. *Planta* 153:376-387.
- Walker, R.R.; P.E. Kriedemann y D.H. Maggs, 1979. Growth, leaf-physiology and fruit development in salt-stressed guavas. *Aust. J. Agric. Res.* 30:477-488.
- Walker, R.R.; E. Törökfalvy; N. Steele Scott y P.E. Kriedemann, 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Plant Physiol.* 8:359-374.
- Walker, R.R.; E. Törökfalvy y W.J.S. Downton, 1983. Photosynthetic responses of citrus varieties rangpur lime and etrog citron to salt treatment. *Aust. J. Plant. Physiol.* 9:783-790.
- Walker, R.R.; E. Törökfalvy y M.H. Behboudian, 1987. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions and growth of salt-treated pistachio plants. *Aust. J. Agric. Res.* 38:383-394.
- Walker, R.R.; D.H. Blackmore y S. Qing, 1993. Carbon dioxide assimilation and foliar ion concentrations in leaves of lemon (*Citrus limon* L) trees irrigated with NaCl or Na₂SO₄. *Aust. J. Plant Physiol.* 20(2):173-185.
- Wareing, P.F.; C.E.A. Haney y J. Digby, 1964. The role of endogenous hormones in cambial activity and xylem differentiation. En: *The Formation of Wood in Forest Trees*. Zimmermann, M.H. (ed.). Academic Press:323-334.
- Webb, R.A., 1972. Use of the boundary line in the analysis of biological data. *J. Hort. Sci.* 47:309-319.
- Weinbaum, S; G.A. Picchioni; T.T. Muroaka; L. Ferguson y P.H. Brown, 1994. Fertilizer nitrogen and boron uptake, storage, and allocation vary during the alternate-bearing cycle in pistachio trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(1):24-31.
- Weinbaum, S.; I. Klein; F.E. Bradbent; W.C. Micke y T.T. Muroaka, 1984. Effects of time of nitrogen application and soil texture on the availability of isotopically labeled fertilizer nitrogen to reproductive and vegetative tissue of mature almond trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3):339-343.
- Williams, R.R., 1965. The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom. *J. Hort. Sci.* 103:142-144.
- Wilson, B.F. y R.A. Howard, 1968. A computer program for cambial activity. *For. Sci.* 14:77-90.
- Worthington, J.W.; M.J. McFarland y P. Rodriguez, 1984. Water requirements of peach as recorded by weighing lysimeters. *HortScience* 19:90-91.
- Wright, J.L., 1982. New evapotranspiration crop coefficients. *Journ. of the Irrig. and Drain. Div. Proceedings of the ASCE* 108 N° IR1:57-74.
- Xiloyannis, C.; K. Uriu y G.C. Martin, 1980. Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential, and diffusive resistance in leaves from irrigated and non-irrigated peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(3):412-415.
- Xiloyannis, C.; R. Massai y B. Pezzarossa, 1988. Effect of temperature on water consumption of peach trees. *Acta Horticulturae* 228:253-260.
- Zabadal, T.J., 1974. A water potential threshold for the increase of abscisic acid in leaves. *Plant Physiol.* 53:125-127.



Referencias Citadas

Zekri, M. y L.R. Parsons, 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks - effects of salt on root and leaf mineral concentrations. *Plant and soil* 147(2):171-181.

Zhang, J; U. Schurr y W.J. Davies, 1987. Control of stomatal behaviour by abscisic acid which apparently originates in the roots. *J. Exp. Bot.* 38(192):1174-1181.

