

EFECTO DE LA REDUCCION DE LA LUZ, LA PODA DE VERANO Y EL SUMINISTRO DE NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE LOS ARBOLES DE MANZANO 'GOLDEN DELICIOUS'

Effect of light reduction, summer pruning and nitrogen supply on the vegetative and generative growth of 'Golden Delicious' apples

Fanor Casierra Posada¹ y Peter Lüdders²

RESUMEN

En un sistema de lisímetros, se realizó un ensayo para determinar el efecto de una red negra antigranizo con una capacidad reductora de la luz del 33%, con tres diferentes niveles de fertilización nitrogenada y poda de verano en dos diferentes épocas sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de árboles de manzano 'Golden Delicious' en Berlín (Alemania). Se discuten los resultados del crecimiento de las ramas, diámetro del tallo, la relación ramas/raíz, el área foliar, caída prematura de hojas, el número de flores por planta, la densidad de flores por rama, el amarre de frutos y la producción de materia seca.

En términos generales, la sombra no afectó considerablemente el crecimiento vegetativo, pero sí redujo el área foliar y el amarre de frutos. La poda de invierno indujo un mayor número de flores por planta y la poda de invierno con poda de verano en junio favoreció el mejor amarre de frutos.

Con el incremento en la dosis de nitrógeno se presentó un mayor número de flores por planta, y un mayor crecimiento de las ramas, pero se redujo el amarre de frutos.

Palabras claves: Poda, sombra, granizo, amarre de frutos, área foliar, número de flores y coeficiente de transpiración.

SUMMARY

In order to study the effect of a black mesh protection net (33% light reduction capacity) on the vegetative and reproductive growth of 'Golden Delicious' apple trees in Berlin (Germany), three different nitrogen levels and summer pruning at two different times were used.

The results of shoots growth, trunk growth, shoot/root ratio, leaf area, early leaf fall, number of flowers per plant, flowers density per branch, fruit set and dry matter production are presented and discussed.

In general, shade did not affect vegetative growth, but leaf area and fruit set. Winter pruning induced the greatest number of flowers per plant. Winter pruning along with summer pruning in June, increased fruit set.

High levels of nitrogen increased number of flowers per plant and shoot growth, but reduced fruit set.

Key words: Pruning, shade, fruit set, leaf area, number of flowers, transpiration coefficient.

INTRODUCCION

Las granizadas se han convertido en un problema de crecientes dimensiones en las regiones frutícolas europeas, según reportes de Orth y Kollatz, 1995 y Scartezzini, 1998. Según su informe, el granizo causa, anualmente, en Alemania 25 millones de dólares en pérdidas, de las cuales el 20 % afecta huertos frutícolas. El granizo puede causar daños, no sólo a las flores y frutos de la presente temporada, sino, también, a la madera sobre la cual fructificará el árbol en temporadas posteriores. A principios de los años sesenta para contrarrestar los efectos dañinos del granizo, se desarrollaron en el norte de Italia diferentes técnicas de cubrimiento de los huertos con materiales plásticos (Torggler, 1997 y 1998); sin embargo, sólo hasta principios de los años setenta, se emplearon las primeras redes antigranizo, tal como se utilizan en la actualidad (Steinbauer, 1998).

Las redes antigranizo ocasionan algunos efectos desfavorables a las plantas y a la fruta. Por tal motivo, Rüeegg (1997) analizó el efecto de las redes antigranizo sobre la presencia de la «Roña del manzano» (*Venturia inaequalis*). Noga, 1997 reporta una reducción del tamaño de la fruta en huertos cubiertos con redes antigranizo. Widmer (1998a) encontró que, con el uso de estas redes, se presenta una reducción de la tasa fotosintética como consecuencia de la reducción de la luz y, además, se causa un retraso en la época de cosecha.

Mediante el presente estudio, se pretende poner de manifiesto cómo la poda de verano y el suministro de Nitrógeno ayudarían a reducir los efectos desfavorables ocasionados por la reducción de la luz, mediante la protección de un huerto con una red antigranizo. La poda de verano proporcionaría una mejor iluminación en la corona del árbol en una época crítica para el desarrollo de los frutos y el crecimiento del árbol, y, por otro lado, el incremento del suministro de Nitrógeno favorecería el crecimiento de las ramas y, posiblemente, la producción de materia seca, reducidas por la disminución de la fotosíntesis ocasionada por el sombreado de la planta.

¹ Investigador, UPTC, Tunja, Boyacá. E-mail: fanor@gmx.net

² Profesor Titular, Universidad Humboldt de Berlín, Alemania. E-mail: peter@luedders.de

METODOLOGIA

El ensayo fue realizado entre 1994 y 1997 en un sistema de lisímetros, en el Instituto de Fruticultura de la Universidad Humboldt de Berlín (Alemania). Se utilizaron 72 árboles de manzano, libres de virus, de la variedad 'Golden Delicious' sobre M9. Las plantas estaban sembradas a una distancia de 2,0 m x 1,5 m en materas de arcilla de 50 litros de capacidad, las cuales se llenaron con cuarzo lavado.

Cada matera estaba unida mediante una manguera a un contenedor con una solución nutritiva con macro y micronutrientes, mediante la cual les fue suministrada a los árboles tres diferentes dosificaciones de Nitrógeno (4, 8 y 12 mval NO₃ / litro de solución).

Mediante una polea, los contenedores con la solución nutritiva se subían, una o varias veces en el día con el fin de que la solución fluyera a la matera donde estaba sembrado cada árbol. Cuando el sustrato de la matera se humedecía, se bajaban los contenedores, para que la solución restante regresara a ellos por gravedad.

Diariamente, los contenedores se llenaban con agua y el faltante en la solución nutritiva se asumía como el consumo diario de agua por la planta, por cuanto que la única posibilidad de entrada de agua a las materas era la suministrada mediante los contenedores a través de las mangueras. Las materas estaban cubiertas en la parte superior, con placas que impedían la entrada de agua lluvia a cada una de ellas.

Semanalmente, se determinaba, por espectro-fotometría de absorción atómica, el contenido de elementos nutritivos en la solución de los contenedores y se cambiaba la solución cuando se consideraba que el contenido de nutrientes en ella era insuficiente para los árboles.

Con el fin de reducir la intensidad luminosa, se colocó sobre la mitad de los árboles del ensayo una red negra antigranizo de una capacidad de reducción de la luz del 33 % y la otra mitad de los árboles fue dejada a libre exposición.

En todos los árboles se realizó una poda de invierno en el mes

de enero (poda inv.); un tercio de los árboles podados en enero recibieron una poda de verano en el mes de junio (p.i.+p.v. jun.) y otro tercio se podaron en agosto (p.i.+p.v. Agos.). La intensidad, tanto de la poda de invierno como de la poda de verano, dependió del crecimiento de las ramas de la temporada anterior y se procuró mantener una uniformidad en la intensidad de la madera cortada en todos los tratamientos, para no afectar los resultados con este factor. Cada uno de los tratamientos se replicó cuatro veces.

El crecimiento de las ramas se midió al finalizar la defoliación natural de los árboles y los datos se llevaron a unidades lineales por planta.

En la gráfica se presenta el promedio de cada factor analizado, con su respectiva desviación standard. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Student-Newman-Keul, mediante el programa SPSS versión 8,0.

RESULTADOS

Crecimiento vegetativo

El crecimiento total del árbol fue influido considerablemente, sólo, por el suministro de Nitrógeno, presentándose una significancia estadística. Las plantas que recibieron la menor cantidad de este elemento registraron el menor crecimiento de las ramas, en comparación con los árboles que recibieron un suministro mediano y alto del elemento (Figura 1).

En contraste con el resultado anterior, el suministro de nitrógeno no afectó el crecimiento en diámetro del tallo, pero éste sí fue influido por la sombra, de tal manera que los árboles bajo la sombra de la red tuvieron un crecimiento secundario del tallo menor, en comparación con las plantas a libre exposición.

La relación ramas/raíz presentó un comportamiento similar al registrado en los resultados de la longitud de las ramas en lo concerniente a la respuesta de los árboles al suministro de nitrógeno, de tal manera que las plantas a las cuales se les suministró la dosis menor de nitrógeno tuvieron un menor valor de esta relación, en comparación con las otras dos dosis de éste elemento. El valor de

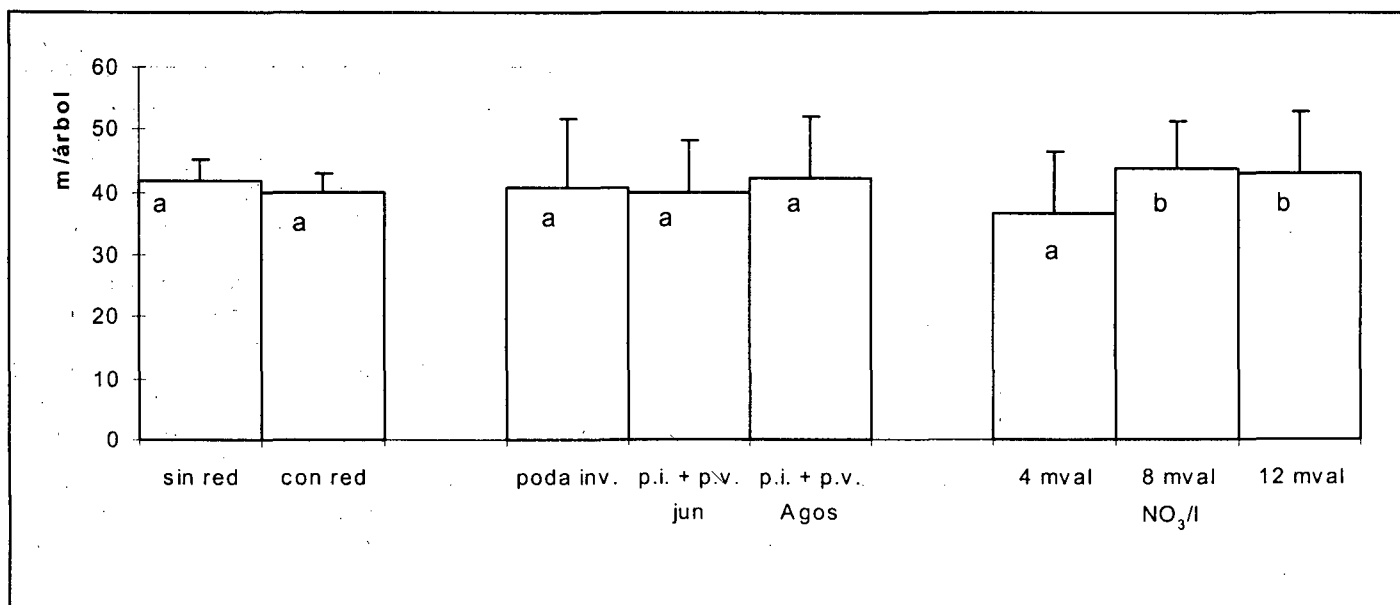


Figura 1: Influencia de la sombra, la poda y la dosis de nitrógeno sobre el crecimiento total de las ramas (1997).

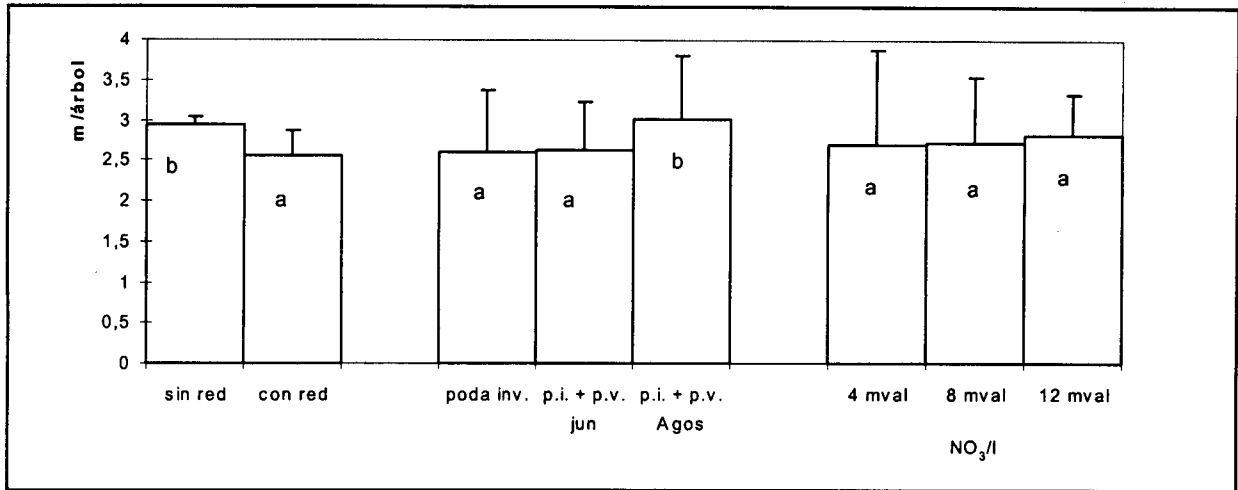


Figura 2: Influencia de la sombra, la poda y el suministro de nitrógeno sobre el área foliar total por planta (1997).

la relación ramas/raíz corrobora el resultado obtenido al medir la longitud de las ramas, pues las plantas que presentaron una relación ramas/raíz baja tuvieron un crecimiento de ramas mayor que los tratamientos que presentaron un valor alto de esta relación.

El suministro de nitrógeno no afectó el desarrollo del área foliar, sólo la época de poda y la sombra presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a esta medición (Figura 2). Los árboles podados en invierno y, posteriormente, en agosto tuvieron un área foliar superior que los podados únicamente en invierno y aquellos que, adicional a la poda de invierno, fueron podados en junio. La sombra afectó, también negativamente el desarrollo foliar de las plantas, pues el área foliar fue menor en los árboles bajo la sombra.

Tanto el sombreado, como el suministro de nitrógeno, tuvieron una influencia en la intensidad de la caída de hojas durante el verano, pues las plantas bajo la sombra y aquellas que recibieron las dosis mediana y alta de nitrógeno presentaron una caída de hojas prematura en el verano, ya que la defoliación natural de los árboles empieza a mediados del otoño.

Crecimiento generativo

La sombra no afectó el número de flores por árbol; sin embargo, los resultados de los factores poda y suministro de nitrógeno presentaron una diferencia significativa con respecto a esta medición (Figura 3). En cuanto al factor poda, tuvieron el mayor número de flores por árbol, las plantas que, sólo, tuvieron poda de invierno, seguidas por las plantas que, adicionalmente a la poda de invierno, fueron podadas de nuevo en agosto. El menor número de flores se presentó en el tratamiento poda de invierno con poda de verano en junio. En cuanto al factor suministro de nitrógeno, presentaron el mayor número de flores los tratamientos con mediano y alto nivel de éste elemento.

Al analizar los resultados de la densidad de flores por rama (número de flores por unidad lineal de rama), los tres factores analizados en el ensayo presentaron diferencias significativas. Los árboles sombreados tuvieron una cantidad superior de éste valor, en comparación con las plantas a libre exposición. Las plantas podadas, únicamente en invierno, tuvieron,

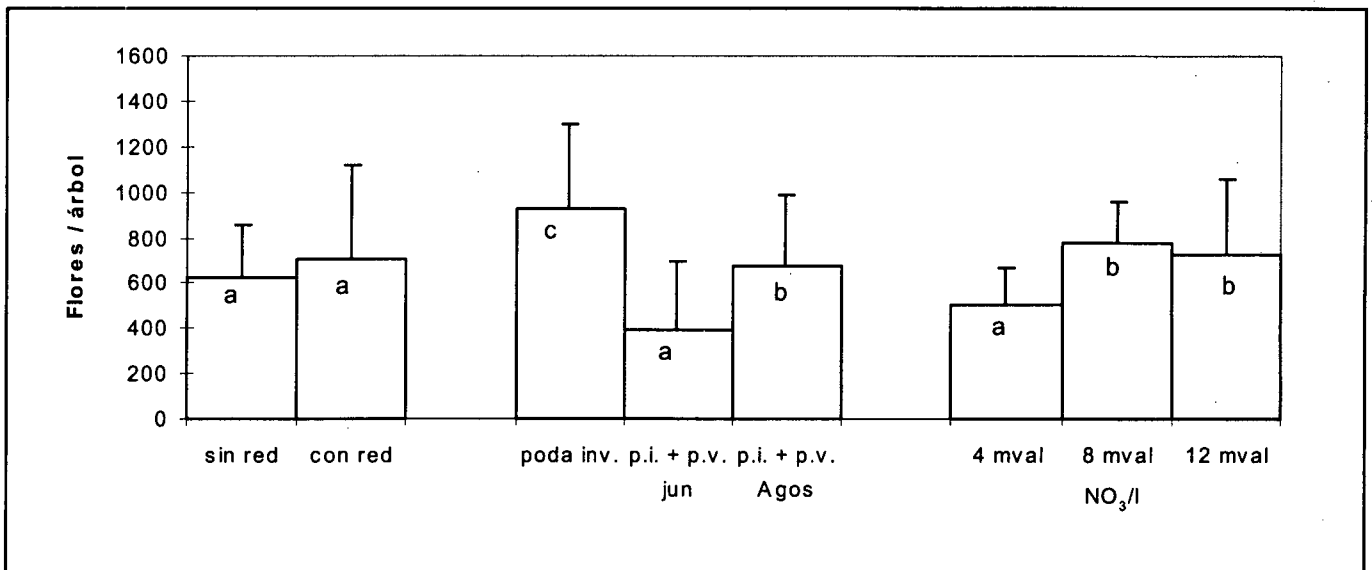


Figura 3: Influencia de la sombra, la poda y la dosis de Nitrógeno sobre el número de flores por planta (1997)

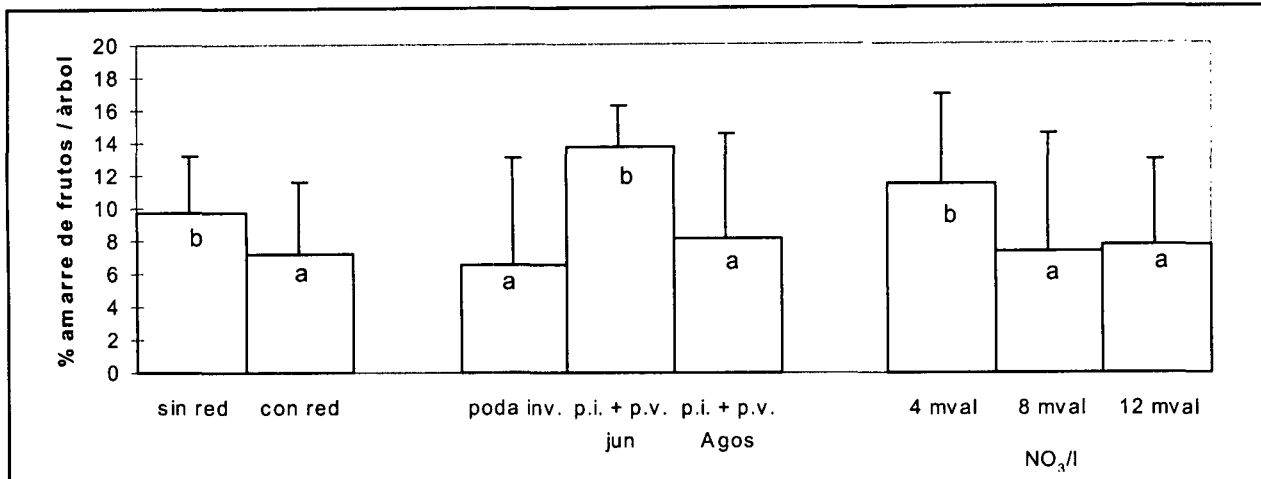


Figura 4: Influencia de la sombra, la poda y la dosis de Nitrógeno sobre el amarre de frutos (1997)

también, un número de flores por metro de rama mayor que los que tuvieron poda de invierno y poda adicional de verano. Con respecto al nitrógeno, las plantas con niveles mediano y alto de éste elemento tuvieron una densidad de flores por rama, mayor que las plantas abastecidas con el nivel bajo del elemento en mención.

Tanto el amarre de frutos, medido después de la caída de pétalos, como el medido después de la «Caída de junio», tuvieron el mismo comportamiento en términos de significancia y de respuesta.

Los tres factores analizados arrojaron diferencias significativas en cuanto a la respuesta de los árboles a los tratamientos (Figura 4). El sombreado redujo el amarre de los frutos. Los árboles podados en invierno con una poda de verano adicional en junio tuvieron el mayor amarre en cuanto al factor poda. Con respecto al suministro de nitrógeno, el tratamiento con el menor suministro de éste elemento tuvo el mayor porcentaje de amarre, comparado con los otros dos niveles de nitrógeno.

La caída de los frutos en junio presentó diferencias estadísticas, sólo, para los factores poda y suministro de nitrógeno. Para el factor poda, se tuvo la mayor caída de frutos en los árboles que, únicamente, fueron podados en invierno. Las plantas abastecidas con el nivel mediano y alto de nitrógeno tuvieron la mayor caída de frutos, en comparación con las plantas con el menor suministro del elemento en mención.

Producción de materia seca

La producción total de materia seca del árbol fue afectada por la sombra, de tal manera que este parámetro fue reducido en las plantas bajo la sombra, en comparación con aquellas que crecían a libre exposición.

El suministro de nitrógeno y la sombra tuvieron un efecto directo sobre el peso seco de los frutos cosechados en el año 1997. Como en el parámetro anterior, las plantas bajo la sombra presentaron una reducción en la producción de materia seca en los frutos, en comparación con los árboles a libre exposición. Por su parte, los árboles abastecidos con las dosis mediana y baja de nitrógeno tuvieron una mayor producción de materia seca en los frutos comparados con las plantas que recibieron la dosis menor del elemento.

La sombra fue el único de los tres factores estudiados que tuvo una influencia sobre el peso seco total de las hojas produ-

cidas en el año 1997. Los árboles a libre exposición presentaron un valor superior del peso seco en las hojas comparados con los árboles bajo la red. El mismo comportamiento se presentó al evaluar el peso específico de las hojas secas (peso de la lámina foliar seca por unidad de área) con respecto al sombreado. Además del sombreado, la poda y el suministro de nitrógeno tuvieron una influencia sobre el peso específico de las hojas; el mayor valor en cuanto al factor poda lo presentaron los árboles que tuvieron la poda de verano en junio además de la poda de invierno y el valor inferior correspondió a las plantas con poda de invierno y poda de verano en agosto. Entre las variables del suministro de nitrógeno, el nivel mediano presentó el valor más alto del peso específico de las hojas secas.

De los tres factores evaluados sólo el sombreado con la red tuvo una influencia sobre el peso seco del tronco; la sombra redujo el peso de los troncos de las plantas en comparación con los árboles a libre exposición.

La poda fue el único de los tres factores evaluados que tuvo una influencia sobre el coeficiente de transpiración (cantidad de agua requerida para producir una unidad en peso de materia seca del árbol). Tanto los tratamientos con poda únicamente en invierno como con poda en invierno y poda adicional de verano en agosto presentaron el coeficiente de transpiración más alto en comparación con el tratamiento con poda de invierno y poda de verano adicional en junio.

DISCUSION

El incremento en la dosificación de nitrógeno dio como resultado un incremento del crecimiento de las ramas, debido a que este elemento es parte integrante de las moléculas de un gran número de enzimas vegetales y hace parte de la estructura de amidas, aminoácidos, péptidos y proteínas, compuestos involucrados en los procesos de crecimiento. Según Marschner (1995), el nitrógeno forma del 2 al 5% de la materia seca de una planta dependiendo de la variedad, el estado de desarrollo y el órgano en estudio. Un incremento en el suministro de nitrógeno favorece el crecimiento de las ramas de los árboles frutales pero puede reducir el crecimiento del sistema radical, aspecto que fue corroborado en el presente trabajo, pues el peso seco de las raíces se redujo con el incremento de la concentra-

ción del elemento en la solución nutritiva. Este resultado concuerda con un estudio realizado por El-Siddig y Lüdders (1994), quienes analizaron el crecimiento de plantas de manzano con diferentes dosis de nitrógeno bajo condiciones salinas. Según sus resultados, el incremento de nitrógeno aumentó el crecimiento de las ramas y, además, produjo un color verde más intenso en las hojas; ambos resultados justificados, porque, bajo condiciones salinas, el nitrógeno favorece la toma de NO_3^- ; reduce la toma de Cl^- e incrementa el balance cationes-aniones.

La poda no tuvo un efecto significativo sobre el crecimiento de las ramas. Por el contrario, Gottfried (1998) encontró que árboles de manzano podados en invierno presentaban un crecimiento de las ramas superior que los tratamientos con poda de verano. La intensidad del crecimiento de las ramas en los árboles podados en invierno, redujo la producción de fruta en esa temporada. Por el contrario, en el presente trabajo, no se determinó ninguna influencia de la poda sobre la fructificación de los árboles.

Denker y Hansen (1994) evaluaron el efecto del suministro de ciertos volúmenes de agua y de algunos elementos nutritivos, tanto en campo, como en lisímetros, sobre el crecimiento de árboles de manzano 'Elstar'. La fertigación promovió el crecimiento de las ramas, pues el crecimiento se ve favorecido por una actividad radical superior, como resultado de la fertigación. Weninger y Wurm (1998) investigaron el efecto de algunas variantes de poda sobre el crecimiento de variedades de manzano, 'Golden Delicious'. En su ensayo, la poda drástica de invierno promovió considerablemente el crecimiento de las ramas, lo cual los autores explican mediante la intensidad de la poda y la ley de la época de la misma («La poda de invierno estimula el crecimiento»).

En concordancia con los resultados del presente trabajo, Bepete y Lakso (1998) no encontraron significancia entre el sombreado por la red y el crecimiento de los árboles de manzano. Estos autores evaluaron la distribución de la materia seca en órganos vegetativos y reproductivos bajo diferentes intensidades de luz al comienzo de la temporada de crecimiento. En su ensayo, el crecimiento de las frutas no se redujo con la disminución de la intensidad lumínica, lo cual significa que, al principio de la temporada, el crecimiento de las ramas causa una reducción del crecimiento de los frutos, por la competencia que existe entre el crecimiento de los órganos vegetativos y reproductivos.

La sombra causada por la red antigranizo influyó sobre el crecimiento secundario del tallo, de tal manera que los tallos de las plantas bajo la sombra se desarrollaron menos en grosor del tallo, en comparación con las plantas a libre exposición. Este resultado concuerda con lo obtenido en un ensayo realizado por Chen *et al.* (1997a), quienes evaluaron diferentes sistemas de formación y la implementación de las redes antigranizo en árboles de manzano. La reducción de la luz influyó negativamente sobre el crecimiento secundario de los tallos, a causa de una reducción de la tasa fotosintética de los mismos.

En el presente trabajo, no se presentó una diferencia estadística en la relación ramas/raíz para los factores poda y sombra; sin embargo, Hansen (1987), en un ensayo mediante el cual evaluó los efectos de poda sobre árboles de manzano, encontró una diferencia del factor poda sobre la mencionada relación. Del mismo modo, según Chen *et al.* (1997a), el sombreado mediante una red antigranizo influyó sobre esta relación. Las operaciones de poda ocasionan una reducción de la relación entre las ramas y las raíces a través del corte total o acortamiento de las ramas. Después de la poda, en el árbol se presenta un cambio en la

distribución de los asimilados, relacionada con la disminución de la relación ramas/raíces. Luego de una poda, se puede encontrar en las ramas podadas adheridas al árbol concentraciones altas de fitohormonas, especialmente citoquininas, las cuales se sintetizan en las raíces y son llevadas al punto de corte mediante un transporte acrópeto. Este incremento de los promotores del mismo, según Hansen (1987), puede tener, como consecuencia, un crecimiento de las ramas muy acentuado.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos realizados por Chen y Lenz (1996), Chen *et al.* (1997a y 1997b) y Chen y Lenz (1997a) el sombreado de las plantas causó una reducción del área foliar total por planta. Según Flore y Lakso (1989), la sombra causa una reducción de la absorción de la luz en la corona del árbol, mediante la cual se reducen, también, tanto el crecimiento vegetativo, como el reproductivo.

En el presente trabajo, la sombra causó una reducción del peso seco específico de la hoja y del peso seco de la misma. Chen *et al.* (1997b) justifican este resultado con una reducción de la acumulación de los asimilados en las hojas, como consecuencia de una reducción de la tasa fotosintética de los árboles bajo la sombra. Según Masarovicová y Navarra (1994), Thiebus-Kaesberg y Lenz (1994) y Witte *et al.* (1996), una carga de fruta alta durante la temporada conduce a una reducción del área foliar; a pesar de esto, en el presente trabajo, los árboles con mayor carga de fruta presentaron, también, una mayor área foliar, lo cual está relacionado con la caída de hojas que se presentó en las plantas bajo la sombra.

Según El-Siddig (1994) y El-Siddig y Lüdders (1994), los árboles a los que se les suministró una mayor cantidad de nitrógeno presentan, de igual modo, un incremento en el área foliar, a pesar de lo cual, en el presente trabajo, la diferencia en las dosis de nitrógeno suministradas a los árboles no condujeron a diferencias significativas.

En el presente trabajo, en concordancia con los resultados obtenidos por El-Siddig (1994) y Schembecker (1988), el número de flores por árbol dependió del suministro de Nitrógeno. El-Siddig (1994) comprobó una correlación positiva entre el crecimiento de las ramas y el número de flores por árbol y el incremento de la dosis de nitrógeno indujo un incremento del crecimiento de las ramas y un aumento del número de flores. Contrario a los resultados reportados por Chen *et al.* (1997a) y Chen y Lenz (1997a) no se presentó influencia de la sombra sobre el número de flores por planta. El resultado del número de flores como consecuencia del suministro de nitrógeno se puede aclarar mediante el hecho de que algunos compuestos nitrogenados, como las poliaminas, posiblemente, actúan como mensajeros en el proceso de inducción floral y, por lo tanto, según Marschner (1995) y Faust (1989) las dosis de nitrógeno, la época de aplicación y la fuente del elemento serían determinantes en el proceso de inducción floral.

Con la dosis mediana y alta de nitrógeno se presentó un menor amarre de frutos en comparación con la dosis más baja del elemento. Este resultado está relacionado con un incremento del desarrollo vegetativo en detrimento del reproductivo.

Mientras El-Siddig (1994) reporta un aumento en el peso seco total con el incremento de la dosis de nitrógeno, en el presente trabajo, en los resultados para este factor, no se presentó significancia.

En concordancia con los resultados reportados por Chen *et al.* (1997a), los árboles a libre exposición produjeron una cantidad de materia seca considerablemente mayor que los árboles bajo la sombra, relacionada con una diferencia en la tasa fotosintética inducida por la sombra de la red.

La red antigranizo influyó en el peso seco total de los frutos. El incremento de materia seca de la corona del árbol está estrechamente relacionada con el consumo de agua y la asimilación del CO₂ por parte de las plantas. En el presente trabajo, los árboles bajo la red, presentaron una reducida producción de materia seca de los frutos y un menor consumo de agua en comparación con las plantas a libre exposición. Este resultado concuerda con el reporte de Chen *et al.* (1997b). Al respecto, Thiebus-Kaesberg y Lenz (1994) reportan un incremento del peso seco total como consecuencia de la carga de fruta, pues según Navarra y Masarovicová (1995) el peso seco de los frutos puede ser el 50% de la materia seca total de un árbol.

LITERATURA CITADA

- BEPETE, M. y A.N. LAKSO. Differential effects of shade on early-season fruit and shoot growth rates in 'Empire' apple. *HortScience* 35: 823-825. 1998
- CHEN, K. y F. LENZ. Carbohydrate concentration of apple leaves as affected by training method and shading. *Gartenbauwissenschaft* 61: 238-242. 1996
- CHEN, K. y F. LENZ. Effects of training method, shading, and fruiting on water consumption of apple trees. *Gartenbauwissenschaft* 62: 277-285. 1997a
- CHEN, K. y F. LENZ. Wie wirken sich Erziehungsmaßnahmen, Beschattung und Fruchtbehang auf die Entwicklung der Blattflächen bei Apfel aus?. *Erwerbsobstbau* 39: 137-140. 1997b
- CHEN, K., G. Q. HU, y F. LENZ. Biomass partition in apple trees as affected by training, shading, and fruiting. *Gartenbauwissenschaft* 62: 162-168. 1997a
- CHEN, K., G. Q. HU, y F. LENZ. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. *Gartenbauwissenschaft* 62: 207-213. 1997b
- DENCKER, I. y P. HANSEN. Effects of water and nutrient supply on extension growth, bud development, and flowering habit of young 'Elstar' apple trees. *Gartenbauwissenschaft* 59: 145-149. 1994
- EL-SIDDIG, K. Effect of nitrogen supply on apple trees under saline conditions. *Disertación doctoral*. TU-Berlin. 1994
- EL-SIDDIG, K. y P. LÜDDERS. Interactive effects of salinity and nitrogen nutrition on vegetative growth of apple trees. *Gartenbauwissenschaft* 59: 58-61. 1994
- FAUST, M. *Physiology of temperate zone fruit trees*. Wiley, New York. 1989
- FLORE, J. y A. N. LAKSO. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. *Hort. Rev.* 11: 111-157. 1989
- GOTTFRIED, L. Verschiedene Schnittintensitäten auf Triebwachstum, Ertrag und Fruchtqualität. *Obstbau* 23: 10-15. 1998
- HANSEN, P. Source-sink relations in fruits. 1. Effects of pruning in apple. *Gartenbauwissenschaft* 52: 193-195. 1987
- MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 2. Edición. 1995
- MASAROVICOVÁ, E. y J. NAVARRA. Einfluß des Fruchtbehanges auf CO₂-Gaswechsel, Wasseraufnahme und Biomassebildung bei Apfel. *Gartenbauwissenschaft* 59: 132-138. 1994
- NAVARRA, J. y E.MASAROVICOVÁ. Wasseraufnahme und Wachstum oberirdischer Teile von Apfelbäumen. *Gartenbauwissenschaft* 61: 234-239. 1995
- NOGA, G. Hagelnetze kosten Fruchtfarbe. *Obst und Garten* 116: 280-281. 1997
- ORTH, U. y U. KOLLATZ. Hagelschäden - Hinnehmen, Versichern oder Vermindern?. *Erwerbsobstbau* 37: 19-22. 1995
- RÜEGG, J. Beeinflussen Hagelnetze die Schorfsituation in Apfelanlagen?. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 133: 88-91. 1997
- SCARTEZZINI, H. Mengenmäßig gute Apfelernte, aber große Hagelschäden. *Obstbau Weinbau* 35: 248-249. 1998
- SCHEMBECKER, F. Einfluß der N-Versorgung auf 'Cox Orange'-M9/J9-Klonkombinationen. *Disertación doctoral*. TU-Berlin. 1988
- STEINBAUER, L. Hagelnetz - Entwicklung in Europa. *Obstbau* 23: 246-248. 1998
- TIEBEUS-KAESBERG, P., y F. LENZ. Einfluß des Fruchtbehanges auf Wachstum, Kohlenhydrat- und Mineralstoffkonzentration der Blätter von 'Golden Delicious'-Apfelbäumen. *Erwerbsobstbau* 36: 130-132. 1994
- TORGGLER, B. Hagelnetze sollten stabil und sicher sein. *Obstbau Weinbau* 34: 14-15. 1997
- TORGGLER, B. Schutzwirkung von Hagelnetzen. *Obstbau Weinbau* 35: 244-245. 1998
- WENINGER, F. y L. WURM. Auswirkungen verschiedener Schnittvarianten auf Wachstum und Blütenknospenansatz bei den Apfelsorten 'Jonagold' und 'Golden Delicious'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 48: 172-178. 1998
- WIDMER, A. Belichtung und Fruchtqualität unter verschiedenen Hagelnetzgeweben. *Rheinische Monatsschrift* 86: 8-9. 1998a
- WITTE, M., Q. Y. ZHOU, y F. LENZ. Blattflächentwicklung von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom Fruchtbehang. *Erwerbsobstbau* 38: 111-116. 1996