

INCIDENCIA DE LA REDUCCIÓN DE LA LUZ, LA PODA DE VERANO Y EL SUMINISTRO DE NITRÓGENO SOBRE LA CALIDAD DE LA FRUTA DEL MANZANO 'GOLDEN DELICIOUS'

Fanor Casierra-Posada¹; 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 diferentes épocas para la poda de verano, en junio y en agosto, sobre la calidad de la fruta de árboles de manzano 'Golden Delicious' en Berlin (Alem.). Se reportan los resultados de las coordenadas de color de los frutos, del contenido de glucosa, clorofila, sólidos solubles y acidez titulable de los frutos, así como la firmeza de los mismos. La sombra fue el factor que presentó la influencia más marcada sobre la calidad de la fruta, pues indujo un incremento del contenido de glucosa y de clorofila a en los frutos. Los contenidos de clorofila b y sólidos solubles se redujeron por efecto de la sombra. El factor poda no tuvo una influencia significativa sobre los análisis realizados para determinar la calidad de los frutos. Las dosis de nitrógeno suministradas a los árboles redujeron el contenido de clorofila b en la epidermis de los frutos.

Palabras claves: Sombra, glucosa, fructosa, clorofila, ácidos orgánicos, L*a*b*, *Malus domestica* Borkh.

ABSTRACT

Incidence of the light reduction, the summer pruning and the nitrogen supply on the fruit quality of apple 'Golden Delicious'

An experiment took place in a lysimeter system, directed to research the influence of a black hail protection net, with a 33% light reduction capacity, with three different nitrogen levels and summer pruning both in June and in August, over the fruit quality of 'Golden Delicious' apple trees in Berlin (Germany). The results of the fruit colouring, the glucose and

¹ Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 661 Tunja-Boyacá, Colombia. e-mail: fanor@gmx.net

² Professor Doctor. Humboldt Universität zu Berlin, Fachgebiet Obstbau, Albrecht-Thaer-Weg 3, D-14195 Berlin, e-mail: peter@luedders.de

chlorophyll contents, the °Brix content, the organic acids content and the firmness in the fruits are presented and discussed throughout the article. The shade not only affected the fruit quality, since the glucose and the chlorophyll a content in the fruits were increased by it, but it also reduced the chlorophyll b and °Brix contents in the fruits. The pruning did not affect the results of the fruit quality. The chlorophyll b content in the fruits was reduced by the nitrogen supply.

Key words: *Shade, hail, glucose, fructose, chlorophyll, organic acids, L*a*b*, Malus domestica Borkh.*

INTRODUCCION

Las redes antigranizo ofrecen mayor seguridad para la producción de fruta en regiones con riesgo de granizadas y permiten la obtención de frutos con mayores posibilidades de mercadeo como producto fresco, dado que las granizadas se han convertido en un problema de crecientes dimensiones en las regiones frutícolas europeas, tal como lo anotan Orth y Kollatz (1995), Scartezzini (1998) y Locher (2001). Según estos autores, el granizo causa anualmente en Alemania 25 millones de dólares en pérdidas anuales, 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. Para contrarrestar los efectos dañinos del granizo, a principios de los años sesenta se desarrollaron en el norte de Italia diferentes técnicas de cubrimiento de los huertos con materiales plásticos (Torggler 1997, 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). En cuanto al color de las redes, predomina el negro, por su durabilidad gracias a

una mayor estabilidad respecto a la radiación ultravioleta (UV). El color se obtiene mediante mezclas con negro de humo. Las redes transparentes deben contener un estabilizador especial contra la radiación UV, lo cual las hace más caras que las de color negro (Ollig, 2001).

Las redes antigranizo ocasionan algunos efectos desfavorables a las plantas y a la fruta. Por tal motivo, Rüegg (1997) analizó el efecto de las redes antigranizo sobre la presencia de la "Roña del manzano" (*Venturia inaequalis* Cooke – Aderh.). Widmer (1998) encontró que con el uso de estas redes se reduce la tasa fotosintética como consecuencia de la disminución de la luz y, además, se retrasa la época de cosecha. La calidad de los frutos parece ser el factor que más se ve afectado por la disminución en la intensidad de la radiación causada por las redes antigranizo, especialmente si estas se mantienen durante toda la temporada de crecimiento de los árboles. Al respecto, Noga (1997) comenta sobre la reducción del tamaño de la fruta en huertos cubiertos con redes antigranizo. Lee y Titus (1993) encontraron que el contenido de glucosa en frutos se reducía por efecto de la sombra causada por el empleo de redes

antigranizo, en comparación con árboles a libre exposición; Widmer (1997) y Chen, Hu y Lenz (1997) (1997) expresan que los frutos provenientes de árboles a libre exposición, presentan mayor contenido de sólidos solubles totales en comparación con frutos de árboles a baja radiación.

Mediante el presente estudio se pretende conocer, cómo la poda de verano y el suministro de nitrógeno ayudarían a reducir los efectos desfavorables ocasionados por la reducción de la luz cuando un huerto se protege 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 crecimiento de árbol. 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 la menor radiación incidente sobre la planta.

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. Se utilizaron 72 árboles de manzano, libres de virus de la variedad 'Golden Delicious' injertados sobre M9. Las plantas estaban ubicadas a una distancia de 2,0 m x 1,5 m en materas de arcilla con capacidad para 50 L, las

cuales se llenaron con cuarzo lavado (Figura 1).

Cada matera estaba unida mediante una manguera a un contenedor con una solución nutritiva a base de macro y micronutrientes, mediante la cual los árboles recibieron tres diferentes dosificaciones de nitrógeno (4, 8, y 12 mmol NO₃ / l).

Los contenedores se elevaban mediante una polea, una o varias veces al 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 se llenaban los contenedores con agua y el faltante en la solución nutritiva se asumía como el consumo diario de agua por la planta, dado 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 con placas en la parte superior, para impedir la entrada de agua.

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

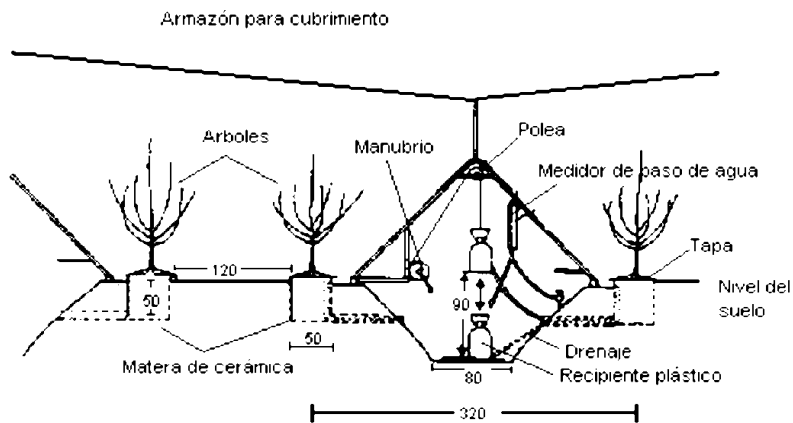


Figura 1: Diagrama del sistema de lisímetros donde se realizó el ensayo. Los valores numéricos están expresados en centímetros.

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%; la otra mitad se dejó a libre exposición.

En todos los los árboles se realizó una poda de invierno en el mes de enero (PI); un tercio de los árboles podados en enero recibió una poda de verano en el mes de junio (PI+PV J) y otro tercio se podó en agosto (PI+PV A). La intensidad de las podas 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 repitió cuatro veces.

Para determinar el contenido de glucosa, fructosa y ácido málico en los frutos, se utilizaron muestras que habían sido liofilizadas en un equipo Delta 1, Christ (Alemania). Las muestras se diluyeron en Etanol del 80% y la determinación del contenido de azúcares y ácido málico se realizó por el método enzimático de Boehriner Mannheim GmbH (Alemania) en un espectrofotómetro SP8-300 UV/VIS PYE-UNICAM (Suiza), a una longitud de onda de 340 nm.

La cuantificación de las clorofilas *a* y *b* en la epidermis de los frutos, se realizó con muestras que fueron liofilizadas y diluidas inicialmente en Etanol al 80%. La determinación del contenido de las clorofilas se realizó mediante espectrofotometría con éter de

petróleo como matriz, a longitudes de onda de 664 y 647 nm.

Las coordenadas de color de los frutos se evaluaron mediante la escala L*a*b* con un colorímetro CR-300 Minolta (Japón).

La firmeza de los frutos se determinó mediante un penetrómetro FT-327. Las mediciones se hicieron inmediatamente después de la cosecha de la fruta.

Para la determinación de la acidez titulable de los frutos (expresada como ácido málico), se utilizó el jugo de los frutos extraído con una prensa y se tituló con NaOH 0,1N. El mismo jugo sirvió para determinar el pH y el contenido de sólidos solubles.

En la Tabla 1 se presenta el promedio de los resultados de cada factor analizado, con su respectiva desviación standard entre paréntesis. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Student-Newman-Keuls (P = 0,05), mediante la aplicación SPSS versión 8.0, con un modelo de bloques al azar.

RESULTADOS

El contenido de glucosa y fructosa se cuantificó en los frutos cosechados en

1997, cuando los árboles tenían tres años de edad. Los resultados de años anteriores fueron desechados, porque los árboles eran muy jóvenes. Se presentó una marcada influencia de la sombra de la red antigranizo sobre la cantidad de glucosa en los frutos. Los frutos de los árboles bajo la sombra presentaron un contenido mayor de glucosa que los de los árboles a libre exposición (Tabla 1). La poda, las dosis de nitrógeno y el uso de la red antigranizo no tuvieron una influencia sobre la concentración de fructosa en los frutos.

En los frutos de los árboles a libre exposición se presentó un contenido mayor de sólidos solubles totales que en los de los árboles bajo la red. Los factores poda y suministro de nitrógeno no indujeron una diferencia significativa en esta variable.

El pH, la acidez del jugo y la firmeza de los frutos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La relación sólidos solubles totales/Acidez titulable fue mayor en los frutos de árboles a libre exposición que en los de árboles bajo la red (Tabla 1).

Tabla 1- Resultados de los parámetros seleccionados para definir la calidad de los frutos en manzanos 'Golden Delicious', influenciados por la sombra, la poda y el suministro de nitrógeno.

	Red antigranizo		PI	Poda PI+PV J	PI+PV A	Dosis de Nitrógeno (NO ₃ / l)		
	Sin red	Con red				4 mmol	8 mmol	12 mmol
¹ Glucosa	9,54a* (3,54)	12,86b* (3,86)	9,45a (3,36)	10,93a (3,53)	13,21a (4,92)	10,85a (2,13)	11,55a (3,70)	11,20a (1,06)
¹ Fructosa	31.21a	29.69a	29.49a	30.84a	30.03a	31.33a	32.30a	27.71a

	(2.37)	(3.42)	(3.67)	(3.13)	(4.04)	(3.27)	(3.30)	(4.03)
² Sólidos solubles totales	15,0a* (0,92)	14,18b* (0,85)	14,73a (1,19)	14,33a (0,88)	14,71a (0,77)	14,27a (0,83)	14,80a (0,85)	14,69a (1,15)
Sólidos solubles totales /Acidez titulable	35,30a* (7,34)	31,25b* (4,60)	33,11a (5,09)	32,34a (6,20)	34,38a (7,77)	33,14a (7,46)	32,23a (5,13)	34,45a (6,51)
³ Clorofila a	0,16a* (0,012)	0,25b* (0,011)	0,22a (0,014)	0,23a (0,013)	0,16a (0,010)	0,20a (0,013)	0,21a (0,013)	0,20a (0,011)
³ Clorofila b	0,21a (0,03)	0,13a (0,0012)	0,27b* (0,032)	0,17a* (0,01)	0,07a* (0,009)	0,26b* (0,029)	0,14a* (0,023)	0,12a* (0,011)
⁴ Color (L*)	56,81a* (3,48)	54,52b* (2,09)	55,83a (3,92)	55,29a (3,84)	55,87a (3,26)	56,14a (4,40)	55,50a (2,75)	55,35a (3,63)
⁴ Color (a*)	-35,86a* (1,22)	-32,13b* (2,64)	-33,74a (2,93)	-33,94a (2,89)	-34,31a (2,57)	-34,02a (2,97)	-33,95a (2,73)	-34,02a (2,73)
⁴ Color (b*)	-30,53a* (1,42)	-34,97b* (3,11)	-33,14a (3,66)	-32,94a (2,89)	-32,16a (3,32)	-32,85a (3,72)	-32,74a (3,26)	-32,64a (2,97)

Debajo de cada valor se encuentra la desviación standard entre paréntesis. Cada letra que acompaña al valor promedio corresponde al resultado de la prueba de comparación de promedios de S-N-K. * significativo al nivel de 0.05

PI = Poda de invierno

PI+PV J = Poda de invierno con poda de verano en julio
fruta

PI+PV A = Poda de invierno con poda de verano en Agosto
epidermis de

¹ Porcentaje en materia seca de fruta

² Sólidos solubles totales en jugo de

fruta
³ mg de Clorofila / 100 cm² en
fruta

⁴ en epidermis de fruta

El contenido de clorofila *a* en la epidermis de los frutos al momento de la cosecha, fue mayor en los árboles bajo la red. la poda y el suministro de nitrógeno no fueron determinantes en el contenido de éste tipo de clorofila. Por el contrario, el contenido de clorofila *b* en la epidermis de los frutos fue influenciada por los factores poda y suministro de nitrógeno. De tal manera que los frutos de árboles podados únicamente en invierno presentaron una mayor concentración de clorofila *b*, que

los frutos de árboles que además de ser podados en invierno, fueron podados en verano. El suministro de nitrógeno, de igual manera, afectó el contenido de clorofila *b* en los frutos; la cantidad de ésta clorofila se redujo con el incremento de la concentración de nitrógeno en la solución nutritiva.

Al evaluar el color de los frutos al momento de la cosecha, mediante las coordenadas del sistema L*a*b*, sólo el sombreado causó diferencias significativas en los tres valores de las

coordenadas. El valor L* [tonalidad de negro (0%) a blanco (100%)] de los los frutos de árboles a libre exposición fueron 2,3% más claros que los que provenían de árboles bajo la red. La coordenada a* [tonalidad de verde (-60) a rojo(+60)] de frutos provenientes de árboles a libre exposición, fue 6,1% mayor en dirección de la tonalidad verde, en comparación con los frutos de árboles sombreados. La coordenada b* [tonalidad del azul (-60) al amarillo (+60)], fue en frutos de árboles a libre exposición 7,3% menor en dirección al tono amarillo que en frutos de árboles bajo la red antigranizo.

DISCUSION

Según lo informado por Pavel y Dejong (1995), los frutos del manzano 'Golden Delicious' presentan un contenido de glucosa mayor que el de fructosa, al finalizar la temporada de desarrollo del fruto, al contrario de la variedad 'Cox's Orange Pippin', la cual presenta un contenido mayor de fructosa que de glucosa en la misma época. En el presente trabajo la poda y el suministro de nitrógeno no tuvieron una influencia marcada sobre el contenido de glucosa y fructosa en los frutos. Este resultado confirma lo logrado por Gottfried (1998a y 1998b), el cual llegó a la misma conclusión cuando evaluó el efecto de la intensidad de la poda sobre la calidad de los frutos de manzano.

Muster y Hübner (1994) afirman que el aclareo de hojas y la fertilización nitrogenada al suelo, no influyen sobre el contenido de azúcares en los frutos del manzano. Según Yamada *et al.* (1994), el contenido de glucosa en los

frutos depende en gran parte de la temperatura en el transcurso del período de vegetación de los árboles. El cubrimiento de los árboles con la red negra antigranizo, tuvo una influencia marcada sobre el contenido de glucosa en los frutos, posiblemente debido al incremento de la temperatura ambiente bajo la red, como lo plantean Casierra-Posada (1999) y Casierra-Posada y Lüdders (2000a). Por el contrario, Lee y Titus (1993) encontraron una reducción del contenido de glucosa en frutos de árboles bajo una red antigranizo, en comparación con los de árboles a libre exposición. La sombra induce una reducción de la actividad de la nitrato reductasa, lo cual tiene como consecuencia una fuerte acumulación de nitratos en los tejidos; no obstante, Casierra-Posada y Lüdders (2001) no encontraron significancia en cuanto al contenido de nitrógeno en los frutos, como efecto de la sombra de la red antigranizo. Los asimilatos sintetizados mediante la fotosíntesis son necesarios para la reducción de los nitratos, según Chen y Lenz (1996), quienes también encontraron que una reducción de la concentración de glucosa y fructosa como consecuencia de la sombra ocasionada mediante una red antigranizo.

En el presente estudio, los factores poda y suministro de nitrógeno no condujeron a una diferencia significativa entre los resultados del contenido de sólidos solubles totales en el jugo de la fruta. Contrario a estos resultados, Gottfried (1998a) y Katzler y Wurm (1998) encontraron una influencia marcada de la poda de invierno y de verano sobre la

concentración de sólidos solubles totales en el jugo de los frutos. Los árboles de la variante "Poda de invierno drástica" en su ensayo presentaron el valor más alto de sólidos solubles en los frutos, lo cual se explica mediante un incremento en el área de asimilación para los frutos a través de una vigorosa brotación, la que tiene como consecuencia, la formación de una mayor área foliar; a pesar de lo cual, Casierra-Posada y Lüdders (2000) no informan respecto a una influencia marcada de la poda sobre el crecimiento de los árboles de manzano. Por otro lado Hansen (1987) encontró también una reducción del peso seco total de los frutos y del contenido de sólidos solubles en el jugo de los frutos, como resultado de la poda.

En el presente trabajo, el contenido de sólidos solubles totales en el jugo de los frutos fue mayor en frutos provenientes de árboles a libre exposición en comparación con frutos de árboles sombreados por la red antigranizo, lo cual concuerda con los resultados reportados por Widmer (1997) y Chen *et al.* (1997). Estos autores explican este resultado como un efecto de un mayor rendimiento fotosintético de los árboles colocados a libre exposición, dado que en esas condiciones se incrementa la acumulación de carbohidratos en los frutos. Ebert y Casierra (2000) encontraron un área foliar 13% mayor en árboles a libre exposición que en árboles bajo red antigranizo, lo que proporciona a los árboles sin red mayor posibilidad de producción y acumulación de asimilados.

El contenido de sólidos solubles totales en los frutos es un parámetro importante para definir la calidad de la fruta y el momento de la cosecha, según conceptos de Yamaki e Ino (1992), Mills *et al.* (1994) y Peter (1991). Gottfried (1998c) recomienda un máximo de 13°Brix y un mínimo de 11°Brix para cosechar los frutos de manzano 'Golden Delicious'. En el presente ensayo se reportan en la tabla 1 valores de los sólidos solubles totales superiores a 13°Brix, dado que se pretendió equilibrar el punto de cosecha de los frutos desarrollados con y sin la red, pues la sombra de la red indujo un retraso en la época de maduración de los frutos.

Los tres factores estudiados en el presente trabajo no indujeron diferencias significativas en los resultados del contenido de ácido málico en los frutos (determinado por método enzimático), de la acidez titulable ni del pH del jugo de los frutos; lo cual está de acuerdo con lo planteado por Widmer (1997), Muster y Hübner (1994) y Gottfried (1999).

En cuanto a la relación Sólidos solubles/acidez titulable se observó una influencia marcada de la sombra; esta relación fue mayor en los frutos de árboles a libre exposición en comparación con los frutos de árboles bajo la red, lo cual concuerda con los resultados reportados por Chen *et al.* (1997). Este resultado está relacionado con la reducción de la fotosíntesis en árboles colocados bajo la red, la que induce una reducción del contenido de carbohidratos en los frutos y por consiguiente se reduce la concentración de azúcares en los mismos.

Grimm-Wetzel (2001) informa que existe una proporción directa entre la temperatura ambiente y la firmeza de la fruta del manzano. Como se había descrito con anterioridad (Casierra-Posada y Lüdders, 2001a), en el presente ensayo se presentó un leve incremento de temperatura bajo la red en comparación con el sector a libre exposición, el cual no influyó significativamente sobre la firmeza de los frutos. En concordancia con los resultados de los ensayos de Gottfried (1998b), Muster y Hübner (1994) y Widmer (1997), en el presente estudio no se presentaron diferencias significativas inducidas por los tres factores estudiados, sobre la firmeza de la fruta medida con el penetrómetro.

El contenido de clorofila en la epidermis de los frutos, es un factor comunmente utilizado para determinar la época de cosecha en los manzanos, según Gottfried (1998c), pues la disminución del contenido de clorofila en los frutos coincide con la maduración. Dado que una cosecha temprana prolonga la duración de la fruta, pero puede reducir su calidad, y viceversa, se utilizan en la actualidad metodologías como la Fluorescencia de la clorofila, con el fin de determinar el momento exacto de la cosecha, según Obaid Noga Y Baumann (1996) y Song *et al.* (1997).

En un trabajo de Blanke (1998), la relación de clorofila *a:b* tiene un valor aproximado a dos, lo cual se confirmó en el presente ensayo, mediante los análisis de clorofila en la epidermis de los frutos. En los resultados del presente ensayo, se determinó que de los factores analizados, solamente el sombreado

mediante la red antigranizo, presentó resultados significativos sobre el contenido de clorofila en la epidermis de los frutos; según estos resultados, el contenido de clorofila *a* de los frutos bajo la red fue superior al que presentaron los frutos de árboles a libre exposición. El contenido de clorofila *b*, por el contrario, presentó resultados significativos para los factores Poda y Suministro de nitrógeno, pero no para el factor Sombra. Los valores más altos en cuanto al contenido de clorofila *b* en la epidermis de los frutos se obtuvieron con las variantes Poda de Invierno y el nivel más bajo de nitrógeno. El incremento en el suministro de nitrógeno tuvo como consecuencia una reducción tendencial del contenido de clorofila *b* en los frutos.

En un estudio detallado del color de la epidermis de los frutos en manzanos 'Golden Delicious', Ingle y Townsend (1997), determinaron diferencias entre algunos mutantes de manzanos 'Delicious'. El color de los frutos es otro parámetro importante para determinar la época de cosecha en manzanos. La medición del color de los frutos mediante el sistema $L^*a^*b^*$ en el presente ensayo, permitió determinar que ni la poda, ni el suministro de nitrógeno tuvieron una influencia sobre la intensidad del color en los frutos; a pesar de lo informado por Struklec (1994), quien determinó que la poda de verano contribuye a mejorar y uniformar el color de las manzanas. Por otro lado, Zimmer, Handschack y Lüdders (1996) manifiestan que el raleo de flores y la dosis de nitrógeno pueden reducir el color de los frutos de manzano.

El sombreado mediante la red antigranizo condujo a diferencias

significativas de las tres coordenadas el sistema utilizado para medir el color de los frutos. Los frutos de árboles que crecían a libre exposición fueron más claros, según el valor de la coordenada L^* , que los frutos de árboles bajo la red. Al respecto comentan Mills *et al.* (1994) que la tonalidad del color en la epidermis de los frutos de manzano, es un factor dependiente de su contenido de pigmentos incluyendo las clorofilas, como la clorofila *a*, de color azul-verde y la clorofila *b*, de color amarillo-verde, estas clorofilas se presentan en todas las capas de la piel de las manzanas, según lo plantea Schulz (1996). En términos generales, el sombreado mediante la red antigranizo tuvo una influencia negativa sobre el color de los frutos en el presente ensayo, como lo confirman los trabajos de Lancaster *et al.* (1994) y Noga (1997); este efecto negativo de la reducción de la luz sobre la calidad de los frutos del manzano 'Golden Delicious', como consecuencia del uso de una red negra antigranizo, no pudo ser contrarrestado ni con la poda de verano, ni con el incremento en la dosis de nitrógeno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con la ayuda financiera del DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico).

BIBLIOGRAFÍA

BLANKE, M. Hagelschutznetze. *En:* Obstbau. Vol. 23 (1998); p.58-60.

CASIERRA-POSADA, F. Einfluß der Hagelschutznetze und des Sommerschnittes

auf Apfelbäume bei unterschiedlicher Stickstoffversorgung. Berlin, Alemania. 1999. 106p. (Tesis doctoral). Facultad de Agricultura y Horticultura de Humboldt Universität zu Berlin.

CASIERRA-POSADA, F. und LÜDDERS, P. Einfluß von Sommerschnitt und N-Ernährung auf den Mineralstoffgehalt von Apfelbäumen unter. *En:* Hagelschutznetz. Vol.43, No.4 (2001); p.106-114.

CASIERRA-POSADA, F. y LÜDDERS, P. Efecto de la reducción de la luz, la poda de verano y el suministro de nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de los árboles de manzano "Golden delicious". *En:* Agronomía Colombiana. Vol. 27, No. 1/3 (2000); p. 79-84.

_____ y _____. Fotosíntesis y consumo de agua en árboles de manzano Golden Delicious bajo sombra. *En:* Revista COMALFI. Vol. 28, No.1 (2000a); p.1-6.

CHEN, K. and LENZ, F. Carbohydrate concentration of apple leaves as affected by training method and shading. *En:* Gartenbauwissenschaft. Vol. 61 (1996); p.238-242.

CHEN, K., HU, G. Q. and LENZ, F. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. *En:* Gartenbauwissenschaft. Vol. 62 (1997); p.207-213.

EBERT, G. und CASIERRA, F. Verringert die Einnetzung grundsätzlich die Assimilationleistung von Apfelbäumen?. *En:* Erwerbsobstbau. Vol. 42, No. 1 (2000); p.12-14.

GOTTFRIED, L. "Der Lange" Schnitt- eine Möglichkeit zur Beruhigung stark wachsender Bäume. *En:* Besseres Obst. Vol. 44 (1999); p.3-7.

_____. Optimaler Erntetermin – optimale Ergebnisse. *En: Besseres Obst*. Vol.43 (1998c); p.15-20.

GOTTFRIED, L. Steuerung durch Schnittmaßnahmen. *En: Besseres Obst*. Vol. 43 (1998b); p.3 -7.

_____. Verschiedene Schnittintensitäten auf Triebwachstum, Ertrag und Fruchtqualität. *En: Obstbau*. Vol. 23 (1998a); p.10-15.

GRIMM-WETZEL, P. Untersuchung der Fruchtfleischfestigkeit von Äpfeln in Abhängigkeit von Temperatur und Größe. *En: Erwerbsobstbau*. Vol. 43 (2001); p.39-42.

HANSEN, P. Source-sink relations in fruits. 1. Effects of pruning in apple. *En: Gartenbauwissenschaft*. Vol.52 (1987); p.193-195.

INGLE, M. and TOWNSEND, E.. Changes in conditions and color during the late development of selected 'Delicious' apple strains. *En: HortScience*. Vol.32 (1997); p.1095-1098.

KATZLER, H. und WURM, L. Schnitt beeinflusst Fruchtqualität. *En: Besseres Obst*. Vol. 43 (1998); p.10-14.

LANCASTER, J. *et al.* Skin color in apples – Influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in five genotypes. *En: Journal of American Society of Horticultural Science*. Vol. 119 (1994); p.63-69.

LEE, H.J. and TITUS, J.S. Relationship between nitrate reductase activity and level of soluble carbohydrates under prolonged darkness in MM 106 apple leaves. *En: Journal of Horticultural Science*. Vol. 68 (1993); p.589-596.

LOCHER, A. Entwicklungen im Hagelschutz. *En: Obst und Garten*. Vol. 120, No. 6 (2001); p.208.

MILLS, T.M. *et al.* Plant water status and fruit quality in 'Baeburn' apples. *En: HortScience*. Vol. 29 (1994); p.1274-1278.

MUSTER, G. und HÜBNER, H. Stickstoff, Ertrag und Fruchtqualität beim Apfel. Ergebnisse aus einem langjährigen Düngerversuch. *En: Erwerbsobstbau*. Vol. 36 (1994); p.44-48.

NOGA, G. Hagelnetze kosten Fruchtfarbe. *En: Obst und Garten*. Vol. 116 (1997); p.280-281.

OBAID, H.; NOGA, G. und BAUMANN, H. Chlorophyll-Fluoreszenzmessung als Methode zur Bestimmung des Erntetermins der Früchte verschiedener Apfelsorten. *En: Erwerbsobstbau*. Vol. 38 (1996); p.134-139.

OLLIG, W. Hagelschutz-Versuche. *En: Obst und Garten*. Vol. 120, No. 6 (2001); p. 210-213.

ORTH, U. und KOLLATZ, U. Hagelschäden – Hinnehmen, Versichern oder Vermindern?. *En: Erwerbsobstbau*. Vol. 37 (1995); p.19-22.

PAVEL, E.W. and DEJONG, T.M. Seasonal patterns of nonstructural carbohydrates of apple (*Malus pumila* Mill.) fruits: relationship with relative growth rates and contribution to solute potential. *En: Journal of Horticultural Science*. Vol. 70 (1995); p.127-134.

PETER, J. Fruchtentwicklung und Fruchtreife. I. Ernteterminbestimmung bei Frühäpfeln. *En: Obstbau*. Vol. 16 (1991); p.391-394.

RÜEGG, J. Beeinflussen Hagelnetze die Schorfsituation in Apfelanlagen?. *Schweiz. Z. En Obst-Weinbau*. Vol. 133: (1997); p.88-91.

SCARTEZZINI, H. Mengenmäßig gute Apfelernte, aber große Hagelschäden. *En:*

Obstbau Weinbau. Vol.35 (1998); p. 248 – 249.

SCHULZ, H. Äußere und innere Eigenschaften lagernder heimischer Fruchtarten. *En: OSTERLOCH, A., G. et al. Lagerung von Obst und Südfrüchten. Alemania: Ulmer-Verlag, 1996. p.19-72.*

SONG, J.; DENG, W.; BEAUDRY, R. and ARMSTRONG, P. Changes in chlorophyll fluorescence of apple fruit during maturation, ripening, and senescence. *En: Hortscience. Vol. 32 (1997); p.891-896.*

STEINBAUER, L. Hagelnetz-Entwicklung in Europa. *En: Obstbau. Vol. 23 (1998); p.246-248.*

STRUKLEC, A. Kann Sommerschnitt die Kalziumkonzentration der Apfelfrucht erhöhen und damit das Auftreten physiologischer Krankheiten verringern?. *En: Erwerbsobstbau. Vol. 36 (1994); p.158-160.*

TORGGLER, B. Hagelnetze sollten stabil und sicher sein. *En: Obstbau Weinbau. Vol. 34 (1997); p.14-15.*

_____. Schutzwirkung von Hagelnetzen. *En: Obstbau Weinbau. Vol. 35 (1998); p.244-245.*

WIDMER, A. Belichtung und Fruchtqualität unter verschiedenen Hagelnetzgeweben.

En: Rheinische Monatsschrift. Vol. 86 (1998); p.8-9.

_____. Lichtverhältnisse, Assimilation und Fruchtqualität unter Hagelnetzen. *Schweiz. Z. En: Obst-Weinbau. Vol. 133 (1997); p.197-199.*

YAMADA, H., OHMURA, H. ARAI, C. and TERUI, M. Effect of postharvest fruit temperature on ripening, sugars, and watercore in apples. *En: Journal of American Society of Horticultural Science. Vol. 119 (1994); p.1208-1214.*

YAMAKI, S. and INO, M. Alteration of cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in immature and mature apple fruit. *En: American Society of Horticultural Science. Vol. 117 (1992); p.951-954.*

ZIMMER, J.; HANDSCHACK, M. und LÜDDERS, P. Einfluß der Blütenausdünnung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln auf Wachstum und Fruchtqualität beim Apfel. *En: Erwerbsobstbau. Vol. 38 (1996); p.81-85.*

Aprobado para su publicación:

Octubre 2 de 2002