

Influencia de la intercepción lumínica en el desarrollo vegetativo y productivo de durazneros cv. Elegant Lady

Influence of light interception on vegetative and productive development of peaches cv. Elegant Lady

María Claudia Dussi ¹
Gustavo Giardina ¹

Gustavo Giménez ¹
Pablo Reeb ¹

Karina Zon ¹
Jozsef Nyeki ²

Originales: Recepción: 11/03/2009 - Aceptación: 28/04/2009

RESUMEN

El presente ensayo fue establecido en el Alto Valle del Río Negro, Argentina (38°55' Sur), sobre durazneros cv. Elegant Lady conducidos en vaso, de 5 m de altura, con un distanciamiento de 4 m entre plantas y 4,8 m entre filas. Se realizaron tres tratamientos en un diseño totalmente aleatorizado, simulando diferentes intensidades de luz: restricción lumínica con mallas de sombreado del 80%, poda en verde y un control sin intervención. En cada una de las plantas se diferenciaron 4 sectores orientados hacia los 4 puntos cardinales y 3 alturas distintas de la copa del árbol. La radiación fotosintéticamente activa (RFA) fue medida en cada sector 25, 15 y 6 días antes de la cosecha. La RFA interceptada estuvo influenciada por la restricción lumínica y por la altura. Las variables vegetativas y de producción se relacionaron entre sí linealmente, y ambas dependieron principalmente de la RFA interceptada. Los modelos que explican el comportamiento entre la RFA y las variables de calidad son de tipo asintóticos. A partir de los 25 días anteriores a la cosecha, la RFA necesaria para alcanzar frutos con un peso y color adecuados para su comercialización debe ser del 30%. En el rango de 0 a 15% de RFA interceptada, pequeñas variaciones de RFA dan como resultado grandes cambios en las variables de peso, color de cobertura e intensidad de color del fruto.

ABSTRACT

This study was carried out in the Upper Valley of Río Negro (38°55' South) on peaches cv. Elegant Lady trained as an open vase of 5 m heights and planted at 4 x 4.8 m. Three treatments were applied in a complete randomized design simulating different light intensities: light restriction with shade nets of 80%, summer pruning and control trees. Plants were divided in 4 sectors (East, West, South and North) and 3 different canopy heights. Photosynthetically Active Radiation (PAR) was measured in each sector at 25, 15 and 6 days before harvest. Fifteen days before harvest shoot length, leaf area and shoot specific Leaf weight (SSLW) was determined. At harvest time, fruit color surface (%), color intensity (HUE), weight, diameter, length and flesh firmness was also measured. The intercepted PAR was influenced by the light treatments and height. The vegetative and reproductive variables showed a linear relationship among them and they depended of the PAR intercepted. Models that explain the behavior among PAR and fruit quality variables are asymptotic. To have fruits with the weight and color required for the market the PAR intercepted should be 30% since 25 days before harvest. These variables were very responsive to PAR variations between 0 to 15% of the PAR intercepted. In this range, little PAR variations produced big changes in fruit weight, color surface and hue.

1 Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. Ruta 151, km 22. C. C. 85. (8303) Cinco Saltos, Río Negro. Argentina. sutu@neunet.com.ar

2 Institute for Research and Development. University of Debrecen. 138 Boszormenyi St. (4032) Debrecen. Hungary.

Palabras clave

Prunus persica • radiación fotosintéticamente activa (RFA) • peso específico de hoja • peso del fruto • color de cobertura • HUE.

Keywords

Prunus persica • Photosynthetically Active Radiation (PAR) • Specific Leaf Weight (SLW) • fruit weight • color surface • HUE

INTRODUCCIÓN

La producción de los montes frutales depende fuertemente de la absorción y del uso eficiente de la luz (11). Su máximo aprovechamiento está directamente relacionado con el manejo del cultivo. Factores como la poda en verde, el sistema de conducción, la orientación de las filas de plantación y la altura de los árboles, entre otros, influyen en la distribución lumínica dentro del canopeo (7, 10,16).

La calidad de la luz induce cambios morfológicos y anatómicos en las hojas: las que se desarrollan a la sombra son más finas, menos densas, tienen menor cantidad de capas de células en empalizada, mayores espacios intercelulares y menor tasa fotosintética (1,13, 23). En durazneros, el índice de área foliar (IAF) es elevado y existen muchas hojas que se desarrollan a la sombra. El peso específico de la hoja (PEH), es decir, el peso seco por unidad de área, disminuye con el sombreado (2, 5, 7) y generalmente también disminuye la tasa de fotosíntesis neta (3,17).

George *et al.* (14) hallaron una estrecha relación entre la radiación solar y los parámetros de madurez y calidad de los frutos, tales como el tamaño, la firmeza de la pulpa, la concentración de sólidos solubles, el contenido de antocianinas y el porcentaje de color de cobertura. En árboles sombreados y con alta carga de frutos se observa un retraso en la maduración de los mismos respecto de los árboles con menor carga (12), aunque el grado de respuesta depende de la especie, la variedad y la relación hoja/fruto. El sombreado también afecta la composición de las fibras y de las paredes de las células del fruto (19). Según algunos autores, para obtener calibres comerciales en los frutos de manzanos y durazneros, se debe alcanzar una intercepción mayor del 50% de la luz total recibida sobre la planta, y más del 30% para el desarrollo de dardos fructíferos (11,15 ,16). En el caso de especies como las guindas se requiere de 15 a 20% de luz para la diferenciación de yemas y poseer un cuaje satisfactorio (12, 22). En este mismo sentido, los frutos de manzano con mayor color se obtienen cuando los mismos se exponen a más del 70% de la luz solar incidente sobre la planta (15, 21). En durazneros, la luz es uno de los principales factores responsables de la síntesis de antocianinas en la piel de los frutos, por lo que el desarrollo del color rojo disminuye conforme se incrementa el sombreado y la cobertura del fruto durante los últimos 20 días previos a la cosecha (9).

Objetivo

Determinar la influencia de la intercepción lumínica en el desarrollo vegetativo y productivo de durazneros cv. Elegant Lady.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, Argentina (38°55' Sur) a 230 m snm. El clima es templado frío, semiárido (200 mm por año), con régimen Mediterráneo de precipitaciones. Las temperaturas medias máximas en diciembre alcanzan los 29,15°C y una radiación global promedio de 286,33 W/m². El flujo de fotones fotosintéticos promedio al tope de la canopia es de 1471 microEinstein/cm²/seg.

Se tomaron plantas de durazneros cv. Elegant Lady injertadas sobre portainjertos 'Nemaguard' de 10 años de edad conducidos en sistema tipo vaso de 5 m de altura y con un distanciamiento de 4 m entre plantas y 4,8 m entre filas, orientadas con sentido N-S. Se realizaron tres tratamientos simulando diferentes intensidades de luz: restricción lumínica mediante mallas de sombreo del 80%, poda en verde y un control sin intervención. El 26 de noviembre se cubrieron en su totalidad tres árboles con mallas negras induciendo un sombreo del árbol del 80%. En la misma fecha y en forma periódica, hasta la cosecha, se podaron tres plantas, eliminando las reiteraciones de más de 10 cm de longitud. Por último, se dejaron tres plantas como control sin intervención alguna.

Determinación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

A partir del 10 de diciembre se midió la radiación fotosintéticamente activa en cuatro ramas de cada planta orientadas hacia cada punto cardinal y en tres alturas de la copa del árbol (superior, media e inferior). La determinación se llevó a cabo 25, 15 y 6 días antes de la cosecha, a las 9, 12 y 15 horas. Se utilizó un Ceptómetro (AccuPAR modelo PAR 80), con 80 sensores fotodiodos ordenados linealmente en una lanza de 80 cm. La lanza se colocó horizontalmente dentro de la canopia. El instrumento se programó para tomar 20 lecturas, a intervalos de 20 milisegundos en los 20 sensores terminales de la punta de la lanza anulando los restantes 60 sensores. El promedio de esas lecturas se registró como un dato RFA y se relacionó con la lectura obtenida al tope de la canopia (a cielo abierto), para expresar los resultados como un porcentaje de la luz solar que arriba al sitio de medición.

Determinación de parámetros vegetativos

Treinta días antes de la cosecha (realizada el 13 de enero), se tomaron dos brindillas fructificadas (una orientada hacia el interior y otra orientada hacia el exterior de la canopia) para cada altura de la copa del árbol en cada punto cardinal. De cada brindilla se determinó la longitud de los nuevos crecimientos terminales de las mismas, el peso seco por hoja y el área foliar.

El Peso Específico de Hoja de Brindilla (PEHB) se obtuvo de una muestra de seis hojas de cada nuevo crecimiento terminal de las brindillas seleccionadas, dos provenientes de la parte basal (hojas más viejas del brote), dos de la parte central y dos cercanas al ápice (hojas más jóvenes) para controlar, de esta forma, el factor edad de la hoja. El PEHB resultó el cociente entre el peso seco y el Área Foliar (AF) de la muestra de las hojas. El AF fue determinada mediante un medidor de área foliar Li-Cor (Li 3100 Área Meter) para el total de la muestra.

Medición de las variables de productividad

En el momento de la cosecha comercial (13 de enero) se recolectaron los frutos de las brindillas seleccionadas de cada lugar evaluado. Se determinó el peso de los frutos, los diámetros ecuatorial y longitudinal y la firmeza. El porcentaje de color de superficie de los frutos se evaluó en forma subjetiva. El color de superficie fue medido a través de un colorímetro portátil Minolta CR-200b en el punto medio de la sutura de cada fruto en ambas mejillas. Los valores fueron registrados bajo el sistema CIELAB con coordenadas espaciales L^* , a^* , y b^* , donde L^* representa la luminosidad del color cuyo rango es de 0 a 100: para valores pequeños le corresponden colores oscuros y para valores altos colores claros; el valor de a^* es negativo para el verde y positivo para el rojo; el valor de b^* es negativo para el azul y positivo para el amarillo. Los valores de a^* y b^* fueron convertidos a ángulo HUE que se obtuvo del $\text{arc Tan } b^*/a^*$, donde 0 = rojo, 90 = amarillo, 180 = verde y 270 = azul (6, 8).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento. Para cada variable vegetativa y productiva se realizaron análisis de la varianza utilizando modelos lineales que contemplaron los efectos fijos tratamientos y alturas y la correlación entre las alturas. El modelo que mejor ajustó fue el de varianzas desestructuradas. Para este análisis se utilizó el procedimiento Mixed del programa estadístico SAS. Se correlacionaron las variables productivas y las variables vegetativas por medio de correlaciones lineales y canónicas. En el análisis canónico, la variable RFA fue utilizada como variable ilustrativa, sin intervenir en la correlación. Se utilizó el método de regresiones no lineales para ajustar modelos asintóticos entre las variables RFA y HUE; RFA y color de cobertura; RFA y peso del fruto; RFA y PEHB. En todos los casos, teniendo en cuenta los parámetros de bondad del ajuste, se optó por la ecuación de Von Bertalanffy con parámetros alfa, beta y gama.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables vegetativas

La radiación fotosintéticamente activa interceptada por las plantas con restricción lumínica no superó el 5,2%, que resultó significativamente inferior a la interceptada por los tratamientos de poda en verde y el control, en los tres estratos de altura estudiados (figura 1).

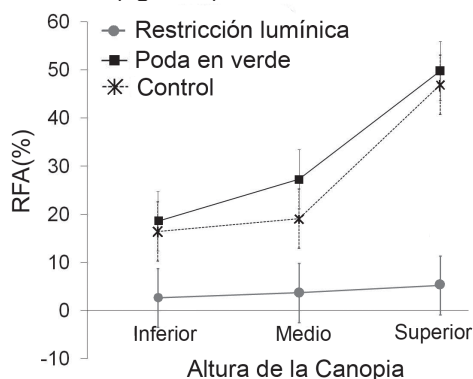


Figura 1.

RFA en tres alturas del canopeo de durazneros cv. Elegant Lady con restricción lumínica mediante mallas de sombreado del 80%, poda en verde y control sin intervención.

Figure 1.

Photosynthetically Active Radiation (PAR in three different canopy heights in peaches cv. Elegant Lady treated with light restriction with shade nets of 80%, summer pruning and control with no treatment.

Se registraron diferencias en la radiación relativa interceptada entre la altura superior ($\approx 45\%$) respecto de la altura media e inferior ($\approx 15-28\%$), tanto en el control como en el tratamiento podado en verde (figura 1, pág. 158), mientras que en las plantas con restricción lumínica no se observaron diferencias en la radiación interceptada por el canopeo a diferentes alturas. Farina *et al.* (10), trabajando con durazneros de la misma variedad en sistemas de conducción tipo vaso retardado, obtuvieron una RFA del 20% a 2 m de altura.

Los tratamientos afectaron significativamente el peso específico de la hoja pero no tuvieron efecto sobre el largo de las brindillas (tabla 1). Así, el peso seco de la hoja fue significativamente distinto entre el control y el tratamiento de restricción lumínica del 80%; no hubo diferencias entre el control y el tratamiento de poda en verde. El PEHB disminuyó 1,6 veces en las plantas con un 80% de restricción lumínica respecto del control y poda en verde.

Los ensayos de Marini & Sower (18) registraron que las hojas expuestas a la luz, sin sombreado artificial, pesaban 2,6 veces más que las hojas que crecían bajo la mayor restricción lumínica.

Tanto el peso específico de la hoja como el largo de la brindilla fueron significativamente distintos en las diferentes alturas de medición en la copa del árbol. En la altura superior de los árboles se registraron hojas de brindillas con mayor peso específico (PEHB), mientras que en los estratos medio y bajo, este valor disminuyó un 15 y un 26%, respectivamente (tabla 1).

Tabla 1. Influencia de los tratamientos y alturas en el canopeo sobre los distintos parámetros vegetativos y productivos de durazneros cv. Elegant Lady.

Table 1. Influence of treatments and canopy height over the different vegetative and productive variables in peaches cv. Elegant Lady.

	PEHB ^y (g/cm ²)		Largo de brindilla (cm)		Peso del fruto (g)		Diámetro ecuatorial del fruto (mm)		°HUE: Tang ⁻¹ b*/a* (grados)		Firmeza (kg/cm ²)	
Restricción lumínica del 80% (mallas)	5,35	a	16,62	ns	91,76	a	54,57	a	80,73	b	6,037	ns
Poda en verde	6,7	b	22,62	ns	168,9	b	68,88	b	48,49	a	6,346	ns
Control	6,8	b	18,04	ns	174,19	b	69,3	b	45,34	a	6,877	ns
P	<0,001		0,16		0,001		0,007		0,007		0,47	
Alturas en el canopeo												
Inferior	5,35	a	7,02	a	114,49	a	58,81	a	63,8	a	6,019	ns
Media	6,2	b	16,32	b	146,56	b	64,79	b	58,86	b	6,45	ns
Superior	7,29	c	33,94	c	173,82	c	69,15	c	51,88	c	6,8	ns
P	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		0,0018		0,17	
Trat. x alturas	0,2		0,46		0,32		0,68		0,1		0,54	

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test LSD, al nivel de 5% de probabilidad.

^yPEHB: Peso Específico de Hojas del Brote.

La longitud promedio de las brindillas fue de 34 cm en el estrato superior, mientras que en el estrato medio e inferior alcanzaron los 16 y 7 cm, respectivamente: esto representó una reducción del 80% entre las alturas de medición superior e inferior. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el largo de brindilla. Otros autores obtuvieron una reducción de hasta un 75% en el largo de brindillas en plantas de durazneros fuertemente sombreadas (14, 20).

Variables productivas

El peso y el diámetro ecuatorial del fruto fueron afectados por el tratamiento de mayor restricción lumínica (mallas de sombreado del 80%) pero no por el tratamiento de poda en verde (tabla 1, pág. 159). En el primer caso, hubo una reducción del peso del fruto de un 47% respecto del control. El efecto negativo del sombreado en el peso del fruto pudo ser debido tanto a una menor fijación de carbono por la hoja en la canopia sombreada como a un cambio en la partición de asimilados, en favor del crecimiento vegetativo (4). En este trabajo se observó que el peso seco de la hoja y el PEHB se redujo significativamente con la restricción lumínica y esto podría afectar directamente el tamaño del fruto. El diámetro ecuatorial de los frutos con la mayor restricción lumínica disminuyó en un 21% respecto del control (tabla 1, pág. 159).

Los frutos más rojos se encontraron en las plantas podadas y en las plantas control. El HUE se incrementó casi en un 80% bajo el sombreado con las mallas respecto del control. La altura superior de la copa del árbol presentó diferencias significativas respecto de la altura media, y esta última respecto de la inferior, en la que se observó un ángulo HUE más alto. El incremento en ángulo HUE significó un alejamiento del color rojo, ya que valores por encima de 45° significan una predominancia del color amarillo y por encima de 90 del color verde. Este parámetro está inversamente relacionado con el contenido de antocianinas (tabla 1, pág. 159) (6, 8).

La firmeza de la pulpa del fruto no fue afectada por los diferentes tratamientos de modificación lumínica en el interior de la copa ni por la posición (altura) del fruto en la copa del árbol (tabla 1, pág. 159). Similares resultados fueron obtenidos en durazneros cv. Redhaven (9).

Relaciones entre variables

En la figura 2 (pág. 161) se observa la correlación canónica entre el peso seco de la hoja, el PEHB, el largo de brindilla y el área foliar respecto del peso del fruto, el diámetro ecuatorial, el diámetro longitudinal, el porcentaje de color de cobertura del fruto, el ángulo HUE y la firmeza de pulpa del fruto. La variable vegetativa PEHB fue la de mayor correlación respecto de su variable canónica vegetativa alcanzando valores de 0,95 (tabla 2A, pág. 161). Además, se encontró una correlación de 0,74 respecto de las variables canónicas productivas (tabla 2B, pág. 161). Las variables vegetativas peso seco y largo de brindilla alcanzaron correlaciones menores a la anterior variable citada. Peso del fruto, diámetro ecuatorial y diámetro longitudinal fueron las variables más relacionadas con su variable canónica (tabla 2C, pág. 161). La firmeza de los frutos no se correlacionó ni con las variables canónicas productivas ni con las variables vegetativas (tabla 2C, pág. 161).

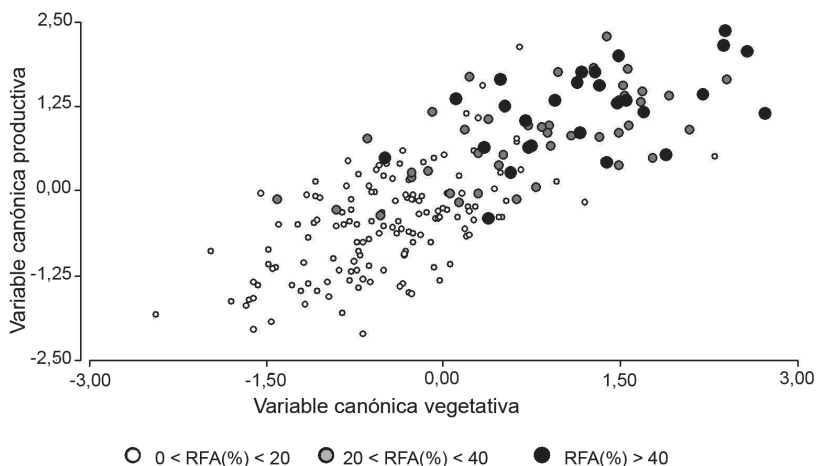


Figura 2. Correlación canónica entre las variables vegetativas: peso seco de la hoja, área foliar, peso específico de hoja de brindilla y largo de brindilla y las variables productivas: peso del fruto, diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto, color de cobertura y ángulo HUE ($^{\circ}$ HUE: $\text{Tang}^{-1} b^*/a^*$), ($R=0,78$ y $R^2=0,61$) en durazneros cv. Elegant Lady.

Figure 2. Canonical correlation among variables: leaf dry weight, shoot leaf area, shoot specific leaf weight and shoot length and the productive variables: fruit weight, fruit equatorial diameter and length, fruit color surface (%) and Hue angle ($^{\circ}$ HUE: $\text{Tang}^{-1} b^*/a^*$), ($R=0,78$ y $R^2=0,61$) in peaches cv. Elegant Lady.

Tabla 2. Tablas de correlación canónica: **A)** Correlación entre cada variable vegetativa y su variable canónica. **B)** Correlación entre cada variable vegetativa y la variable canónica productiva. **C)** Correlación entre cada variable productiva y su variable canónica. **D)** Correlación entre la variable productiva y la canónica vegetativa. Durazneros cv. Elegant Lady.

Table 2. Canonical correlation tables: **A)** Correlation between each vegetative variable and its canonical variable. **B)** Correlation between each vegetative variable and the productive canonical variable. **C)** Correlation between each productive variable and its canonical variable. **D)** Correlation between the productive variable and the vegetative canonical variable. Peaches cv. Elegant Lady.

	A	B
Largo de brindilla	0,67	0,52
Área foliar	-0,09	-0,07
Peso seco de la hoja	0,86	0,67
PEHB ^y	0,95	0,74

^yPEHB: Peso Específico de Hojas del Brote.

	C	D
Peso del fruto	0,95	0,74
Color de cobertura	0,71	0,55
Firmeza	-0,51	-0,40
Diámetro longitudinal del fruto	0,94	0,73
Diámetro ecuatorial del fruto	0,92	0,72
HUE ^z	-0,77	-0,60

^zHUE: $\text{Tang}^{-1} b^*/a^*$

Al realizar la correlación canónica entre los parámetros vegetativos y productivos se halló una relación lineal entre ambos conjuntos de variables, con un coeficiente de correlación canónica de 0,78 y un coeficiente de determinación múltiple de 0,61 (figura 2). Las relaciones encontradas entre los grupos de variables ya citados pueden ser explicadas con una RFA de 0 a 40%.

Entre la RFA y el HUE se ajustó un modelo no lineal que se hizo asintótico hacia los 40°HUE; la variabilidad explicada por el modelo fue del 66%. La primera derivada muestra que el punto de aproximación a la asíntota donde el HUE se aproxima a 0, corresponde al 30% de RFA. En la región de la curva entre 0 y 15% de RFA se observa que al incrementarse la RFA en una unidad, el ángulo HUE se reduce cuatro veces (figura 3A, pág. 163). El color de cobertura presenta una relación creciente con la RFA que se hace asintótica hacia el 89% (figura 3B, pág. 163); el modelo explicó el 64% de la variabilidad, la primera derivada donde la función se aproxima a cero también correspondió al 30% de RFA. El peso del fruto y la RFA también respondió a un modelo asintótico, en este caso el ajuste indica que los frutos alcanzaron los 214 g con una RFA del 30% (figura 3C, pág. 163). El modelo que mejor explicó el PEHB respecto del RFA fue asintótico aunque, a diferencia de las anteriores variables, la asíntota no fue tan pronunciada (figura 3D, pág. 163).

CONCLUSIONES

Las variables vegetativas y productivas estuvieron muy influenciadas por la restricción lumínica y por la posición del fruto en la canopia (altura), a excepción de la firmeza de pulpa del fruto que no presentó diferencias en ninguno de los casos. Ambos grupos de variables se correlacionaron linealmente.

El PEHB fue el que más se relacionó con su variable canónica vegetativa y con las variables productivas surgiendo como un potencial predictor de luz que arriba al árbol y de la calidad de los frutos.

El ángulo HUE y el porcentaje de cobertura de color estuvieron estrechamente relacionados con la RFA, no obstante, también se relacionaron con los parámetros vegetativos. El modelo asintótico de Von Bertalanffy fue el que explicó las relaciones entre la RFA y las variables HUE, cobertura de color, peso del fruto y PEHB.

La RFA calculada para alcanzar frutos con un peso, color y HUE aptos para ser comercializables fue del 30% a partir de los 25 días anteriores a la cosecha. Estas variables fueron muy sensibles a las variaciones de RFA en la región de 0 a 15%. En este rango, ante pequeñas variaciones de RFA, se observaron grandes cambios en las variables de peso, color de cobertura y HUE.

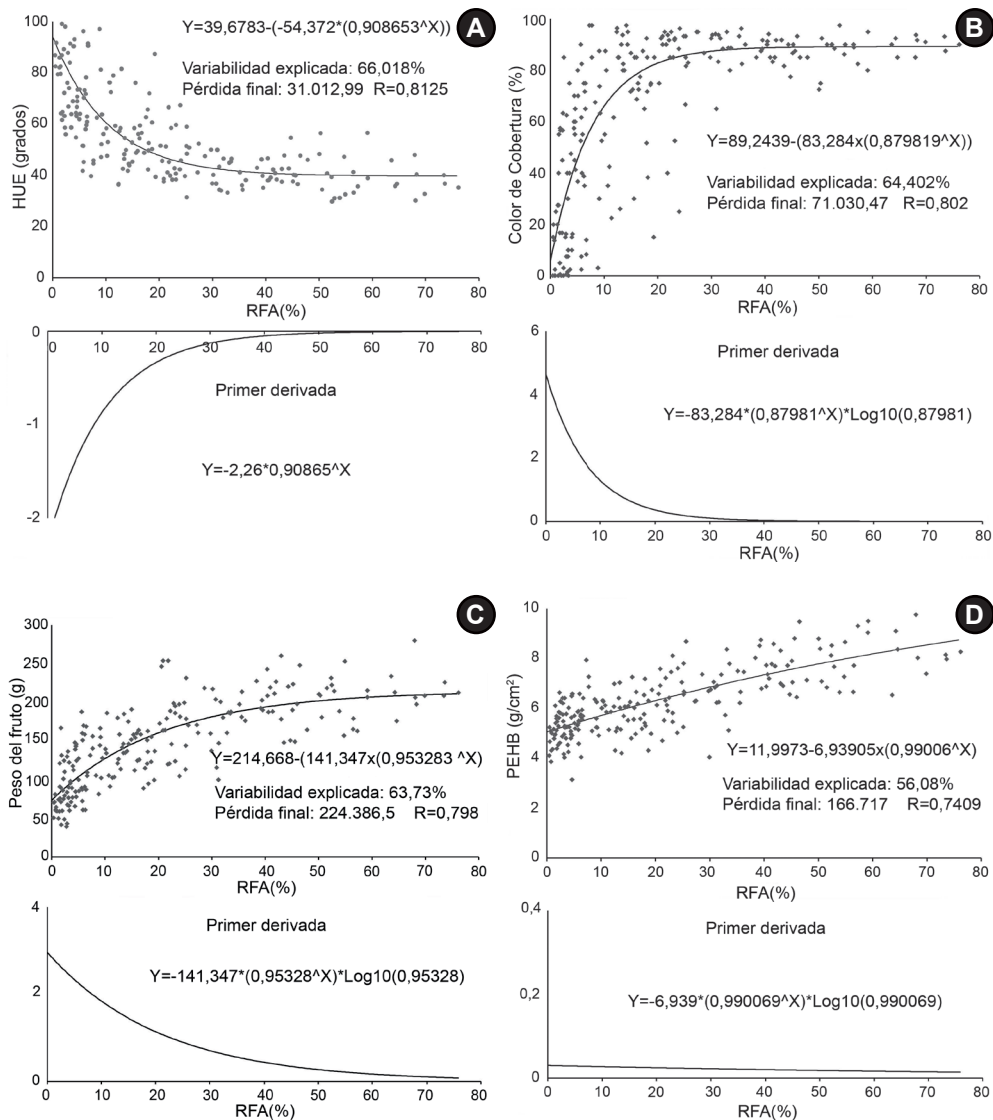


Figura 3. Modelos ajustados entre **A)** la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) y el ángulo HUE ($^{\circ}$ HUE: $\text{Tang}^{-1} b^*/a^*$) del color del fruto; **B)** la RFA y el porcentaje de color de cobertura; **C)** RFA y peso del fruto; **D)** RFA y Peso Específico de Hojas del Brote (PEHB). La sección inferior de los gráficos corresponde a las derivadas de las variables mencionadas.

Figure 3. Adjusted models among: **A)** Photosynthetically Active Radiation (PAR) and fruit HUE angle ($^{\circ}$ HUE: $\text{Tang}^{-1} b^*/a^*$); **B)** PAR and fruit color surface (%); **C)** PAR and fruit weight; **D)** PAR and Shoot Specific Leaf Weight (SSLW). The bottom section of the figures correspond to the derivatives of the mentioned variables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baraldi, R. ; Rapparini, F. ; Rotondi, A. ; Bertazza, G. 1998. Effects of simulated light environments on growth and leaf morphology of peach plants. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 73(2): 251-258.
2. Barden, J. 1977. Net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight, and growth of young apple trees as influenced by light regimes. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 99: 547-551.
3. Chalmers, D.; Canterford, R.; Jerie, P.; Jones, T.; Ugalde, T. 1975. Photosynthesis in relation to growth and distribution of fruit in peach trees. *Australian J. Plant Physiol.* 2: 635-645.
4. Corelli-Grappadelli, L.; Ravaglia, G.; Asirelli, A. 1996. Shoot type and light exposure influence carbon partitioning in peach cv. *Elegant Lady*. *Journal of Horticultural Science*. 71(4): 533-543.
5. _____; Sansavini, S. 1988. Tipología ed efficienza producttiva degli impainti frutticoli. *Rivista di frutticoltura* 1-2: 87-96.
6. Dussi, M. C.; Huysamer, M. 1995. Severe postharvest summer pruning of mature 'Forelle' pear trees influences canopy light distribution, and fruit and spur leaf characteristics in the following season. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5(2): 57-60.
7. _____; Sosa, D.; González Junyent, R.; Giardina, G. 2004. Poda de verano en manzanos Red Delicious. Efecto sobre la calidad de la fruta y las hojas de los dardos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo*. 36(2): 15-22.
8. _____; Sugar, D.; Wrolstad, R. 1995. Characterizing and quantifying anthocyanins in Red Pears and the effect of light quality on fruit color. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 785-789.
9. Erez, A.; Flore J. 1986. The quantitative effect of solar radiation on anthocyanin production in Redhaven peach fruit skin color. *HortScience* 21(6): 1424-1426.
10. Farina, V.; Lo Bianco, R.; Inglese, P. 2005. Vertical distribution of crop load and fruit quality within Vase-and-Y-Shape Canopies of 'Elegant Lady' Peach. *Hortscience* 40: 587-591.
11. Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. John Willey and Sons. New York, 388 p.
12. Flore, J. 1994. *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Volume I: Temperate crops. Capítulo: Stone Fruit. Shaffer B., Andersen P. Eds. CRC Press, Boca Raton, 233-298 p.
13. _____; Kesner, C. 1982. Orchard design for stone fruit based on light interception. *Compact Fruit Tree*. 25: 159-162.
14. George, A. P., Hieke, S.; Rasmussen, T.; Lüdders, P. 1996. Early shading reduces fruit yield and late shading reduces quality in low-chill peach in subtropical Australia. *Journal of Horticultural Science*. 71(4): 561-571.
15. Heinicke, R. D. 1966. Characteristics of McIntosh and Red Delicious apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 10-13.
16. Kappel, F.; Flore, J.; Layne, R. 1983. Characterization of the light microclimate in four hedgerow canopies. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 102-105.
17. Marini, R.; Marini, M. 1983. Seasonal changes in specific leaf weight, net photosynthesis, and chlorophyll content of peach leaves as affected by light penetration and canopy position. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 600-605.
18. _____; Sower, I. D. 1994. Peach fruit weight is influenced by crop density and fruiting shoot length but not position on the shoot. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 119: 180-184.
19. Muleo, R.; Masetti, C. ; Tellini, A. ; Loreti, F. ; Morini, S. 1994. Modifications of some characteristics in nectarine fruit induced by light deprival at different times of fruit growth. *Adv. Hort. Sci.* 7: 75-79.
20. Nii, N.; Kuroiwa, T. 1988. Anatomical changes including chloroplast structure in peach leaves under different light conditions. *Journal of Horticultural Science*. 63(1): 37-45.
21. Rom, C. R. 1993. *Pomology 101: basis of fruit tree training*. *Compact Fruit Tree*. 26: 35-45.
22. Sams, C.; Flore, J. 1980. The influence of age, position, and environmental variables on net photosynthetic rate of sour cherry leaves. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 107: 339-344.
23. Sozzi, G. 2007. Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Capítulo VI: Intercepción y distribución lumínica en agro-ecosistemas frutícolas. Ed. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. EUDEBA. p. 200-241.