

## EFFECTO DE DOS AMBIENTES LUMÍNICOS EN EL CRECIMIENTO INICIAL Y CALIDAD DE PLANTAS DE *Crescentia cujete*

Margarito Piña<sup>1</sup> y María Elena Arboleda<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Crescentia cujete* (Bignoniaceae) es una especie nativa de porte pequeño, raíces profundas y arquitectura, flores y frutos ornamentales que la hacen adecuada para la arborización urbana, además de sus usos en la medicina tradicional y elaboración de artesanía. La planta se adapta bien a condiciones semi-áridas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos ambientes lumínicos (luz y sombra) en el crecimiento inicial y calidad de la planta. La intensidad promedio máxima en horas del día fue de  $1170 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  en el tratamiento de luz, y de  $280 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  en el tratamiento de sombra. Las plántulas con dos pares de hojas verdaderas se colocaron en recipientes y se llevaron a los dos ambientes de luminosidad. A los seis meses, las plantas bajo sombra fueron más altas y con menor diámetro de tallo, con hojas más grandes y mayor contenido de clorofila. La acumulación total de biomasa seca no difirió entre tratamientos, pero la distribución de fotoasimilados fue mayor hacia el componente foliar en las condiciones de sombra y hacia las raíces en la mayor intensidad lumínica. La relación biomasa foliar/biomasa radical bajo sombra duplicó el promedio obtenido en el tratamiento de luz. Aunque en ambos ambientes lumínicos los parámetros de calidad de planta expresados en los índices de esbeltez y calidad de Dickson fueron aceptables, las plantas que crecieron a  $1170 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  fueron de mayor calidad. La especie desarrolló plasticidad morfológica y fisiológica que le permitió adaptarse a las irradiancias evaluadas. **Palabras clave adicionales:** Intensidad de luz, sombreamiento, planta ornamental, índices de calidad

### ABSTRACT

#### Effect of two light environments on the initial growth and quality of *Crescentia cujete*

*Crescentia cujete* is a small, deep rooted native plant whose architecture, flowers and ornamental fruit makes it suitable for urban tree, in addition to its use in traditional medicine and handicrafts. The plant is well adapted to semi-arid conditions. The objective of this study was to evaluate the effect of two light environments (light and shade) on the initial growth and quality of *C. cujete* plants. The mean maximum light intensity at midday was  $1170 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  in the lighted treatment and  $280 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  under the shade. Seedlings with two pairs of true leaves were transplanted into containers and placed under the two environments. Six months later, shade plants were taller and with less stem diameter, with larger leaves and higher chlorophyll content. Total accumulation of biomass did not differ between treatments, but the assimilated distribution was higher toward the leaf component under shade conditions and higher toward the roots under the lighted treatment. The leaf to root biomass ratio under shade doubled the average obtained under light. Although in both environments the quality indexes were acceptable, the plants that grew at  $1170 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  showed higher quality. This species developed morphological and physiological plasticity that allowed it to adapt to both light environments.

**Additional key words:** Light intensity, shading, ornamental plants, quality index

### INTRODUCCIÓN

*Crescentia cujete* L. (taparo o totumo), Bignoniaceae, es una especie oriunda de América tropical, frecuente en las zonas cálidas y secas de Venezuela. Es un árbol pequeño, de raíces profundas y aparentemente resistente a condiciones de sequía y salinidad. Por la forma de su copa y la vistosidad de flores y frutos se emplea como ornamental en la arboricultura urbana. Su

tronco y ramas son apropiados para el crecimiento de epífitas como orquídeas y bromelias, y la madera es usada para fabricación de herramientas e implementos agrícolas. Los frutos frescos se emplean como alimento para el ganado y el fruto seco sirve como utensilio casero y para la confección de artesanía e instrumentos musicales. En la medicina popular se emplean sus frutos y hojas con fines diversos (Bernal y Correa, 1989; Hoyos, 1994).

Recibido: Noviembre 12, 2008

Aceptado: Noviembre 30, 2009

<sup>1</sup> Dpto. de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: mariaelenaarboleda@ucla.edu.ve

La creciente concientización ambiental debido a los problemas de desertificación, cambios climáticos y, principalmente, a la devastación de bosques y cuencas hidrográficas ha conllevado en Venezuela a la implementación de programas de entes de investigación y/o educativos, públicos y privados, enfocados en la reforestación de áreas degradadas. El éxito de estos programas está sustentado en el conocimiento de las características silviculturales a nivel ecológico y del manejo para producir plantas de calidad a bajo costo (Moraes Neto et al., 2000; Fonseca et al., 2002).

La intensidad de luz es un factor que afecta marcadamente los atributos de calidad de las plantas. El estudio de la luminosidad y su relación con el crecimiento y desarrollo es fundamental para evaluar el potencial de las especies arbóreas en programas de revegetación, ya que este recurso constituye uno de los factores críticos que afecta las características de crecimiento y calidad de las plantas (Fonseca et al., 2002; Scalon et al., 2006; Rego y Possamai, 2006).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar y comparar los parámetros de crecimiento inicial y calidad de las plantas de *C. cujete* sometidas a dos ambientes lumínicos, lo que puede ser una herramienta útil tanto para los sistemas de producción como para su manejo en campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un cobertizo del Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), en Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara. Semillas de *Crescentia cujete* provenientes de frutos de un solo árbol se germinaron en una mezcla, a partes iguales, de arena y aserrín de coco. Cuando las plántulas presentaron dos pares de hojas verdaderas fueron plantadas en bolsas de polietileno (20 x 10 cm) contentivos de una mezcla de tierra negra, aserrín de coco, cáscara de arroz y arena en proporción 2:1:1:1 (v/v). Posteriormente, las plántulas se llevaron a dos condiciones lumínicas. El tratamiento de luz se efectuó bajo techo de vidrio con un promedio en horas del mediodía de  $1170 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  y la de sombra, además del techo de vidrio, bajo una cobertura de tela de polipropileno negro con  $280 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . La tela fue fijada a un armazón metálico de dimensiones 9 m de largo, 2 m de

ancho y 2,50 m de alto, para facilitar la circulación de aire y el movimiento dentro de la estructura. El borde inferior de la tela de sombreamiento se alzó a 0,50 m del suelo y lateralmente se colocó en un ángulo aproximadamente de  $45^\circ$ , para evitar la penetración de luz en las mañanas y tardes.

En los dos ambientes de luminosidad, las plántulas se distribuyeron al azar sobre un mesón de concreto de 0,9 m de alto con una separación de 15 cm entre las plantas.

En cada tratamiento de luminosidad se evaluaron 45 plantas en un diseño completamente al azar, representando cada planta una repetición.

Seis meses después del trasplante se realizaron mediciones de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas. Asimismo, se estimó el área promedio de la hoja (largo por ancho del limbo) a partir de una muestra de 15 plantas. La altura de planta se midió desde el nivel del sustrato hasta la yema apical y el diámetro del tallo con un vernier digital a 2 cm por encima del sustrato. Asimismo, se estimó el contenido relativo de clorofila utilizando un medidor SPAD-502 Minolta; estas lecturas se realizaron en tres hojas, completamente expandidas, tomadas en cada una de las regiones superior, media e inferior de la copa. A cada hoja le fueron hechas tres lecturas (ápice, parte media y basal), tomándose como valor definitivo el promedio de las 27 mediciones.

Al finalizar el ensayo se seleccionaron al azar 15 plantas de cada tratamiento y se determinó la masa seca de la parte aérea y radical. Para esto, cada planta fue extraída de la bolsa, lavada y separada en hojas, tallo y raíces. A estas muestras se les determinó el peso seco luego de colocadas en estufa a  $70^\circ\text{C}$  por 72 horas. Adicionalmente a las cuantificaciones morfológicas, se calcularon como parámetros de calidad, el índice de esbeltez (IE) y el índice de calidad de Dickson (ICD), siguiendo la metodología de Fonseca et al. (2002), mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{IE} = \frac{\text{Altura de la parte aérea (cm)}}{\text{Diámetro de tallo (mm)}}$$

$$\text{ICD} = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura tallo (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca aérea (g)}}{\text{Masa seca raíz (g)}}}$$

Ambos parámetros reflejan la calidad de las plantas forestales y por lo tanto su capacidad de

sobrevivencia y desarrollo en campo (Thompson, 1984; Reyes et al., 2005). Para la interpretación de los resultados ambos tratamientos fueron comparados mediante una prueba de t-Student usando el programa Statistix 8.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del grupo de las mediciones no destructivas, se encontró que las plantas que se

mantuvieron bajo sombra tuvieron mayor altura, menor diámetro de tallo, mayor área promedio de la hoja y mayor contenido de clorofila que las del tratamiento de mayor luminosidad ( $P \leq 0,01$ ). El número de hojas por planta fue la única variable de este grupo que no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos; no obstante, se observó una tendencia en cuanto al aumento en la cantidad de follaje bajo condiciones de mayor luminosidad (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Efecto de dos condiciones lumínicas sobre el crecimiento y contenido de clorofila (SPAD) en plantas de *Crescentia kujete*

Luminosidad ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas	Área de la hoja ( $\text{cm}^2$ )	Clorofila (SPAD)
1170 (luz)	26,03**	1,40**	59,92 ns	25,15**	26,73**
280 (sombra)	47,53	1,06	48,95	66,23	35,91
C.V. (%)	26,60	1,09	28,56	12,44	14,23

Prueba t-student; \*\*  $P \leq 0,001$ ; ns: no significativo. Valores de unidades SPAD transformados según  $\ln(x+0,5)$

Las plantas bajo sombra alcanzaron aproximadamente el doble de la altura de las crecidas a mayor luminosidad. La sombra también ha producido plantas de mayor tamaño en otras leñosas como *Enterolobium contortisiliquum* (Scalon et al., 2006) y *Theobroma grandiflorum* (Da Silva et al., 2007). El incremento en altura que experimentan las plantas que se desarrollan bajo condiciones de sombreamiento es una respuesta morfogenética típica (Smith y Whitelam, 1990) correspondiente a un mayor alargamiento celular que ocurre como consecuencia de una escasa luminosidad, lo que constituye un mecanismo importante de adaptación (Rego y Possamai, 2006).

El diámetro de tallo fue casi 40 % superior en condiciones de mayor luminosidad (Cuadro 1), lo cual, en conjunto con la altura de la planta originó ejemplares más compactos. Un mayor diámetro de tallo es una característica deseable porque garantiza mayor sustentación de la plántula, y puede considerarse una modificación funcional frente a una disminución de la luminosidad. Sin embargo, las especies responden diferencialmente a los tratamientos lumínicos (Ortega et al., 2006; Almeida et al., 2005).

El área promedio de la hoja y el contenido relativo de clorofila mostraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0,01$ ) entre los tratamientos de luminosidad (Cuadro 1).

El área de la hoja fue 2,63 veces mayor bajo la

menor luminosidad. Es característico de las plantas que toleran sombra incrementar su área fotosintética bajo esta condición (Valladares et al., 2004). Cuando una especie tiene la capacidad adaptativa para compensar la deficiencia de luz ocasionada por el sombreamiento, hay un incremento en el área foliar con lo cual se logra la máxima absorción de la luz incidente (Moraes Neto et al., 2000).

El contenido relativo de clorofila fue mayor en las plantas bajo sombra, en comparación con las bien expuestas a la luz, lo cual se correspondió con la coloración verde más intensa observada en las hojas de ese tratamiento. Estos resultados coincidieron con los reportados por Carvalho et al. (2006), quienes encontraron valores más altos de clorofila total bajo condiciones de menor luminosidad. Según Kozlowski et al. (1991) los valores de clorofila total son controlados por la luz, de modo que en intensidades más elevadas de irradiación las moléculas de clorofila son más expuestas a procesos fotooxidativos. Por otra parte, a juicio de Carvalho et al. (2006) el incremento en la concentración de clorofila puede deberse a un mejor desarrollo de las granas y una mayor inversión de energía en la síntesis de los pigmentos responsables de la absorción de la luz. Desde el punto de vista ornamental, una coloración más verde puede ser más atrayente, por lo que las plantas bajo sombra serían más atractivas estéticamente.

**Cuadro 2.** Acumulación de masa seca en los diferentes componentes de plantas de *Crescentia cujete* sometidas a dos intensidades de luz

Luminosidad ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	MSF	MST	MSR (g)	MSTo	MSA/MSR
1170 (luz)	3,47**	5,54 ns	11,15**	19,98 ns	0,79**
280 (sombra)	5,50	5,99	6,30	17,31	1,75
C.V. (%)	23,65	26,30	24,16	23,24	21,16

Separación de medias en las columnas según la prueba t de Student : \*\*  $P\leq 0,01$ ; MSF: masa seca foliar; MST: masa seca de tallos; MSR: masa seca de raíces; MSTo: masa seca total

Las plantas desarrolladas bajo sombra presentaron mayor masa seca foliar (MSF) que las desarrolladas a plena exposición (Cuadro 2), coincidiendo con resultados obtenidos en otras especies leñosas (Carvalho et al., 2006; Da Silva et al., 2007).

La luminosidad no afectó la masa seca del tallo ( $P>0,05$ ). Este resultado, junto con el de menor diámetro y mayor altura del tallo principal en condiciones de sombra muestran que la mayor elongación del tallo ocurrió como respuesta de escape a la sombra que no conllevó un incremento de biomasa sino una diferente repartición de la misma (Valladares et al., 2004). Ello en concordancia con el hecho de que el total de materia seca acumulada bajo cada condición de luminosidad, no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que la fotosíntesis y la acumulación de fotoasimilados no fueron sensiblemente alteradas por los tratamientos.

En cuanto a la masa seca de raíces se puede observar que ante la mayor luminosidad se obtuvieron mayores valores que bajo sombra (Cuadro 2). Similarmente, en otras investigaciones se ha obtenido mayor biomasa radical en diversas especies leñosas expuestas a plena radiación solar (Almeida et al., 2005; Ortega et al., 2006). La alta biomasa radical propicia un mejor desempeño de las plantas una vez que se llevan a campo, especialmente en áreas degradadas, pues la posibilidad de sobrevivencia sería superior en razón a la facilidad de sustentación y de absorción de agua y nutrientes (Almeida et al., 2005).

La relación entre la masa seca aérea y la radical obtenida bajo sombra duplicó el valor del obtenido a la mayor luminosidad (Cuadro 2). Como ya se señaló, una menor relación MSA/MSR sugiere mayor capacidad para la absorción de agua y nutrientes, lo que garantiza

la posibilidad de soportar las mayores tasas fotosintéticas y de transpiración que normalmente suceden en los ambientes más iluminados (Carvalho et al., 2006), mientras que en el ambiente sombreado la distribución preferencial hacia los órganos aéreos favorece la formación de mayor área foliar, lo que le confiere un aprovechamiento más eficiente de la luz. La relación MSA/MSR más cercana a la unidad encontrada en las plantas a plena exposición indica una distribución equitativa de los fotoasimilados a nivel de toda la planta, coincidiendo con los resultados de Carvalho et al. (2006) y Da Silva et al. (2007).

La masa seca foliar y del sistema radical fueron los componentes más afectados por el ambiente lumínico de crecimiento y se adaptaron al modelo de distribución de fotoasimilados en el cual las plantas que crecen en altas condiciones de luz translocan la mayor proporción a las raíces mientras que en condiciones de baja luminosidad se favorece la translocación hacia los brotes (McAlpine y Jesson, 2007). Según Almeida et al. (2005) esta diferencia en la distribución de fotoasimilados respondería a las necesidades lumínicas (dependientes del área foliar) que tienen las plantas en sombra, y a los requerimientos de agua y nutrientes (dependientes del desarrollo radical) en condiciones de alta luminosidad.

Según Valladares et al. (2004) las plantas que muestran plasticidad pueden expresarla, entre otras formas, en la producción de hojas más grandes en condiciones de sombra respecto a las plantas bajo el sol (plasticidad morfológica), así como mayor inversión en la parte aérea en detrimento de las raíces (plasticidad en la repartición de biomasa). Los resultados de la presente investigación sugieren que *C. cujete* es una planta que desarrolla estas formas de plasticidad adaptándose a las condiciones lumínicas evaluadas.

El ambiente lumínico también afectó la calidad de las plantas (Cuadro 3). El mayor índice de

esbeltez correspondió a las plantas bajo sombra y el menor a las de mayor luminosidad. Estos resultados coinciden con los reportados por Fonseca et al. (2002) y Da Silva et al. (2007) quienes encontraron una mayor relación altura/diámetro de tallo a medida que se incrementaba el porcentaje de sombreamiento y señalaron que un índice de esbeltez más elevado implica plantas con menos resistencia a condiciones de campo impuesta por los factores del ambiente. En tal sentido, los índices obtenidos están de acuerdo con lo señalado por Thompson (1984) quien indicó que si este parámetro es menor de 6 las plantas son más robustas y con menos probabilidad de daños físicos por acción del viento y sequías.

**Cuadro 3.** Efecto del ambiente lumínico sobre el índice de esbeltez (IE) e índice de calidad de Dickson (ICD) en plantas de *Crescentia kujete*

Luminosidad ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	Índice de esbeltez <sup>‡</sup> (IE)	Índice de calidad de Dickson <sup>‡</sup> (ICD)
1170 (luz)	1,88**	7,75**
280 (sombra)	4,48	2,84
C.V. (%)	26,17	32,45

Separación de medias en las columnas según la prueba t de Student: \*  $\leq 0,05$ ; \*\*  $\leq 0,001$ ; <sup>‡</sup>: Valores transformados por Ln (x+0,5)

En forma similar, el índice de calidad de Dickson de las plantas a plena exposición fue muy superior al obtenido en sombra (Cuadro 3). Valores más altos representan plantas de mejor calidad, ya que, por una parte, el desarrollo de la planta es elevado y al mismo tiempo, las fracciones aéreas y radical están equilibradas (Reyes et al., 2005).

Es de destacar que no se presentó mortalidad en ninguno de los ambientes lumínicos evaluados, a pesar que la menor luminosidad representó menos del 25 % que el tratamiento de mayor exposición a la luz. Esto, según McAlpine y Jesson (2007) indica una tolerancia de la especie a las condiciones de fuerte sombreado (que la diferencia de las especies netamente heliófitas) y sugiere que posee incluso potencial para ser usada como planta de interior. Por otra parte, el hecho de haberse desarrollado aceptablemente bien tanto en condiciones de

sombra como de buena exposición, señala que es una especie apropiada para los sistemas de enriquecimiento de biodiversidad y conservacionismo (Scalon et al., 2006).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las plantas de *Crescentia kujete* (taparo) que crecieron en sombra fueron más altas pero con menor diámetro de tallo, hojas más grandes y mayor contenido relativo de clorofila que las plantas a mayor luminosidad, demostrando poseer plasticidad morfológica.

La relación biomasa aérea/biomasa radical fue menor en condiciones de luz que en sombra, lo cual demuestra plasticidad de la especie en la repartición de biomasa.

Las plantas que crecieron a la mayor intensidad lumínica presentaron mayor índice de calidad de Dickson y menor índice de esbeltez que las de sombra, lo cual reflejó una adecuada calidad de la planta en condiciones de alta luminosidad y que sugiere que su producción en vivero puede realizarse bajo tales condiciones de luz.

Desde el punto de vista ecológico la planta posee un rango de adaptabilidad a diversos ambientes lumínicos lo que viene a representar una ventaja para su supervivencia en campo, a la vez que permite inferir que esta especie podría emplearse como ornamental en ambientes de interior.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" por el financiamiento al proyecto AG-22-2004, y a la Ing. Rosario Valera por el procesamiento de los datos.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, L., N. Da Maia, A. Ortega y A. Angelo. 2005. Crecimiento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. en viveiro submetidas a diferentes niveles de luminosidade. *Ciencia Floresta* 15(3): 323-329.
- Bernal, H. y J. Correa. 1989. Especies vegetales

- promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo II. Edición SECAB. pp. 184-188.
3. Carvalho, N., Cl. Pelacani, M. de Souza y I. Crepaldí. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (MART.) BECC.) em diferentes níveis de luminosidade. R. Árvore 30(3): 351 – 357.
  4. Da Silva, R., G. de Freitas, S. Siebeneichler, J. de Mata y J. Chagas. 2007. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. Acta Amazonica 37(3): 365-370.
  5. Fonseca, E., S. Valeri, E. Miglioranza, N. Fonseca y L. Couto. 2002. Padrao de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. R. Arvore 26(4): 515-523.
  6. Hoyos, J. 1994. Guía de Árboles de Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales de La Salle, Caracas-Venezuela. 84 p.
  7. Kozlowski, T., P. Kramer y S. Pallardy. 1991. The physiological ecology of woody plants. San Diego, Academic Press. 657 p.
  8. McAlpine K. y L. Jesson. 2007. Biomass allocation, shade tolerance and seedling survival of the invasive species *Berberis darwinii* (Darwin's barberry). New Zealand Journal of Ecology 31(1):1-12.
  9. Moraes Neto, S., J. Gonçalves, M. Takaki, S. Cenci y J. Gonçalves. 2000. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. Revista Arvore 24(1): 35-45.
  10. Ortega, A., L. de Almeida, N. da Maia, A. Angelo. 2006. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. Cerne 12(3): 300- 308.
  11. Rego, G. y E. Possamai. 2006. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá - rosa. Bol. Pesq. Fl. 53: 179- 194.
  12. Reyes, J., A. Aldrete, V. Cetina y J. López. 2005. Producción de plântulas de *Pinus pseudostrobus* var. Apulcensis en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo. Ciencias forestales y del ambiente 11(2):105-110.
  13. Scalon, S., R. Mussury, A. Gomez, K. Silva, F. Wathier y H. Filho. 2006. Germinação e crescimento inicial de mudas de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) efeito de tratamentos químicos e luminosidade. R. Árvore 30(4): 529 - 536.
  14. Smith, H. y G. Whitelam. 1990. Phytochrome, a family of photoreceptors with multiple physiological roles. Plant Cell Environ. 13: 695-707.
  15. Thompson, B.E. 1984. Seedling morphological evaluation - What you can tell by looking. In: M.L. Duryea (ed.). Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Tests. Oregon State University, Corvallis, OR. pp. 59-72.
  16. Valladares, F., I. Aranda y D. Sánchez. 2004. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. In: F. Valladares (ed.). Ecología del Bosque Mediterráneo en un Mundo Cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF. Madrid. pp. 335-369.