



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

SANCHEZ-OLATE, MANUEL; ZAPATA VALENZUELA, JAIME; RIOS, DARCY; PEREIRA, G.;
ESCOBAR, RENE

Efecto del fotoperíodo en el desarrollo de plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus*
cultivadas en vivero

Bosque, vol. 24, núm. 2, agosto, 2003, pp. 23-28

Universidad Austral de Chile

Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173114405003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica





Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Bosque (Valdivia)

ISSN 0717-9200 *versión on-line*

-  Como citar este artículo
-  Agregar a favoritos
-  Enviar a e-mail
-  Imprimir HTML

Bosque (Valdivia) v.24 n.2 Valdivia ago. 2003

Bosque, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 23-28

ARTICULOS

Efecto del fotoperíodo en el desarrollo de plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* cultivadas en vivero

Effect of photoperiod on the development of *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* plants cultured in a nursery

MANUEL SANCHEZ-OLATE ¹, JAIME ZAPATA VALENZUELA ², DARCY RIOS ¹, G. PEREIRA ³, RENE ESCOBAR ¹

¹ Laboratorio de Biotecnología Forestal. Departamento Silvicultura, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. e-mail: msanche@udec.cl.

² Bioforest S.A., Camino Concepción a Coronel, S/N. Concepción, Chile. e-mail: jzapata@arauco.cl.

³ Departamento Forestal, Unidad Académica Los Angeles, Universidad de Concepción, Los Angeles, Chile. e-mail: gpereira@udec.cl.

Summary

Eucalyptus globulus Labill. ssp. *globulus* seedlings produced in containers under homogeneous morphological conditions were treated with short photoperiods of 8 hours for 7 and 15 days. The effect was compared with that of a normal photoperiod of 10 hours in a nursery (treatment control), and evaluated using three methods: the relative electrolytic conductivity (CER), the content of total soluble carbohydrates (CST), and root growth potential (RGP). The reduction of the photoperiod for 7 days significantly diminished the content of total soluble carbohydrates, but this increased to levels similar to the control after 15 days of the reduced photoperiod. There was no effect of photoperiod on the relative electrolytic conductivity or root growth potential.

Key words: relative electrolytic conductivity, root growth potential, total carbohydrate, photoperiod.

Resumen

Plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* producidas a raíz cubierta y de aspecto morfológico homogéneo fueron tratadas con un fotoperíodo corto de 8 h durante 7 y 15 días. El efecto fue comparado con un fotoperíodo normal de vivero de 10 horas (tratamiento control) y evaluado a través de los métodos de conductividad electrolítica relativa (CER), contenido de carbohidratos solubles totales (CST) y potencial de crecimiento radicular (RGP). Los resultados indicaron que la reducción del fotoperíodo por 7 días disminuyó significativamente el contenido de carbohidratos solubles totales, el cual aumenta a niveles similares al control, cuando se incrementa el tiempo de aplicación del tratamiento. El manejo del fotoperíodo no tuvo efecto sobre la conductividad electrolítica relativa y el potencial de crecimiento radicular.

Palabras claves: conductividad electrolítica relativa, potencial de crecimiento radicular, carbohidratos totales, fotoperíodo.

INTRODUCCION

El éxito de una plantación forestal es fuertemente dependiente de la calidad de las plantas que se utilicen. La calidad de una planta está definida por su comportamiento final en terreno, el que está regulado por los atributos morfológicos y fisiológicos de ella, y por su interacción con el ambiente del sitio de plantación ([Duryea y MacClain 1984](#)).

Los viveristas evalúan diversos atributos del comportamiento de las plantas, tales como frío-resistencia y potencial de crecimiento radicular (RGP). Además, evalúan atributos fisiológicos, entre los que destacan reservas de carbohidratos y estatus nutricional de la planta.

Para el caso de *Eucalyptus* sp., las prácticas utilizadas tradicionalmente en vivero incluyen, entre otras, manejo radicular (poda de raíces y descalce), manejo de tallo (poda de ramas laterales y apicales), manejo de fertilización, que en conjunto influyen en el endurecimiento de la planta, el RGP y su incremento en la resistencia a las heladas ([Arévalo 1994](#)).

Diversos investigadores han establecido que la frío-resistencia constituye una de las respuestas fisiológicas de la planta controlada por fotoperíodo, concepto que comprende la regulación de distintos procesos del desarrollo de los vegetales según la duración relativa del día y la noche ([Landis et al. 1992](#), [Arévalo 1994](#), [Barceló et al. 1995](#)).

No obstante, el desarrollo de la frío-resistencia depende de varios procesos y la suma de ellos

determina el grado de resistencia. Algunos son dependientes de niveles hormonales e inducidos por fotoperíodos cortos; otros, dependen de la actividad de distintos sistemas enzimáticos relacionados a bajas temperaturas ([Christersson 1978](#)). Generalmente, ambos factores están ligados y junto a las prácticas culturales de vivero deben ser considerados en la etapa de aclimatación de las plantas ([Alden y Hermann 1971](#), [Heide 1974](#), [Aronsson et al. 1976](#), [Christersson 1975](#), [Landis et al. 1992](#)).

Al evaluar la calidad de una planta se debe determinar su viabilidad después de someterla a un determinado proceso de aclimatación, a través de métodos de prueba, tales como la conductividad electrolítica, el contenido de carbohidratos solubles, además de cuantificar el vigor de las plantas por medio del potencial de crecimiento radicular ([Duryea y McClain 1984](#)).

La conductividad electrolítica relativa (CER) mide la cantidad de electrolitos presentes en el tejido y su porcentaje de difusión desde la célula hacia el exterior, proporcionando una inferencia del nivel de daño causado a las membranas celulares luego de ser efectuada la prueba fisiológica correspondiente ([Raymond et al. 1986](#)).

Los carbohidratos constituyen la principal fuente de reservas de energía en latifoliadas y coníferas ([Salisbury y Ross 1992](#), [Barceló et al. 1995](#)). En los árboles, los carbohidratos se almacenan cuando la tasa de producción fotosintética excede la tasa de uso de estos compuestos. En primera instancia, las plantas leñosas almacenan reservas en forma de almidón y sacarosa, pero también en la forma de hemicelulosa, proteínas y grasas (Kramer y Kozlowski 1979, citados por [Duryea y McClain 1984](#), [Salisbury y Ross 1992](#)).

Los carbohidratos solubles totales (CST) son aquellos que pueden ser acumulados y fácilmente traslocados a otras partes de la planta para su metabolismo. Ejemplos típicos incluyen a la glucosa, sacarosa, fructosa, rafinosa, y el polisacárido almidón ([Andrews et al. 1984](#), [Ríos 1985](#), [Barceló et al. 1995](#)).

Se postula que existe correlación entre incrementos de los niveles de ciertos carbohidratos con el endurecimiento de las plantas a bajas temperaturas, lo cual puede estar vinculado también a una acumulación de aminoácidos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos. También ocurre un incremento en el contenido de carbohidratos a causa de fotoperíodos reducidos ([Alden y Hermann 1971](#), [Aronsson et al. 1976](#)).

El Potencial de Crecimiento Radicular (RGP), entendido como la habilidad de la planta para producir nuevas raíces bajo condiciones ambientales óptimas, es un buen indicador del vigor de la planta y de su supervivencia después de la plantación, al reflejar su capacidad en relación al contacto raíz-suelo ([Ritchie y Dunlap 1980](#), [Ritchie y Tanaka 1990](#)).

El RGP es afectado tanto por factores endógenos (estado de dormancia, reservas de carbohidratos), como por factores exógenos dadas las prácticas en vivero tales como manejo radicular, fecha de extracción, almacenamiento en frío y determinados esquemas de riego, aireación y fertilización. Adicionalmente, la expresión del RGP en plantación se regula principalmente por la temperatura ([Ritchie y Dunlap 1980](#), [Ritchie y Tanaka 1990](#), [Peña 1996](#), [Mendoza 1997](#)).

En este trabajo se analiza el efecto del fotoperíodo sobre algunos atributos fisiológicos y del comportamiento en plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* producidas a raíz cubierta.

MATERIAL Y METODOS

El estudio contempló una fase experimental de terreno realizada en vivero y una experimental en laboratorio.

Se utilizaron plantas producidas a raíz cubierta en bandejas de poliestireno de alto impacto constituidas por 98 tubetes en cavidades individuales cónicas, denominado comercialmente "Ray Leach Single Cell System" ([Coopman 2001](#)). Las plantas usadas en este estudio tenían 25 cm de altura y 8 mm de diámetro de cuello, a los 4 meses de cultivo.

En vivero se evaluó el efecto de tres tratamientos de día corto. Para ello se redujo el fotoperíodo durante 7 y 15 días, utilizando una estructura paralelepípeda de madera forrada herméticamente con polietileno negro, bajo la cual se ubicaron 3 bandejas con 80 plantas cada una, por 16 h, durante 7 días. Transcurrido este tiempo, se añadieron otras 3 bandejas de iguales características, completando 15 días en total. Fuera de la estructura se ubicaron 3 bandejas del mismo tipo, las cuales constituyeron el tratamiento control. La unidad muestral fue la bandeja, repetida 3 veces.

En la fase de laboratorio se procedió a evaluar CER y CST. Para la CER se utilizó la metodología descrita por [Raymond et al. \(1986, 1992\)](#) para plantas de *Eucalyptus* sp. Según los autores, un valor de CER equivalente a 50% corresponde al nivel crítico para discriminar supervivencia o muerte del tejido foliar. Las plantas con valores de CER inferiores a 50% presentan daño celular mínimo y, por lo tanto, una alta tasa de supervivencia, mientras que plantas con valores de CER mayores a 50% evidencian daño de membranas celulares.

Para el análisis de CST se utilizó el método fenol-sulfúrico descrito por [Ríos \(1985\)](#). El resultado fue expresado como mgCST/gpt y mgCST/ planta, relacionando el peso fresco y peso total de las hojas de una planta, respectivamente.

El RGP fue expresado al final del ensayo en 2 valores: cantidad de raíces nuevas y promedio de la longitud de las 3 raíces más largas (cm), según la metodología descrita por [Mendoza \(1997\)](#).

Las interacciones entre las variables independientes (tiempo de reducción del fotoperíodo y cantidad de horas luz), y las variables respuestas (CER, CST y RGP) se presentan en el [cuadro 1](#).

CUADRO 1

Tratamientos de fotoperíodo y tiempo de aplicación en plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill. cultivadas a raíz cubierta.
Photoperiod treatments and time of application of *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings cultured in containers.

Tratamiento	Fotoperíodo (horas de luz)	Duración del fotoperíodo aplicado (días)
T1*	10	15
T2	8	7
T3	8	15

* Condición normal durante la época del ensayo, para vivero productor de plantas a raíz cubierta y a la intemperie.

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente aleatorio, considerando a la planta como unidad muestral en el estudio de RGP y a la hoja como unidad muestral en el

caso de CER y CST.

El test de significancia correspondió a la Prueba de Fisher y la homogeneidad de las varianzas se verificó aplicando la prueba de Bartlett ([Steel y Torrie 1995](#)).

RESULTADOS Y DISCUSION

Conductividad electrolítica relativa (CER): Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en la CER de los tratamientos analizados ([cuadro 2](#)).

CUADRO 2

Capacidad electrolítica relativa (CER) en plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill. con diferente duración de la reducción de fotoperíodo.
Relative Electrolytic Capacity (CER) in *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings with different time of reduction of photoperiod.

Tiempo de reducción del fotoperíodo (días)	CER (%)
0	27,2 a
7	25,2 a
15	27,2 a

Valores de CER seguidos de igual letra, no difieren estadísticamente ($\alpha = 0,05$).

Al comparar los valores obtenidos con los parámetros indicadores de daño descritos para *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden, *Eucalyptus regnans* F. Muell. y *Eucalyptus delegatensis* ([Raymond et al. 1986, 1992](#)), se observa que todas las plantas están por debajo del nivel crítico que discrimina supervivencia o muerte del tejido foliar, por lo que el hecho de reducir la cantidad de horas luz y el tiempo de duración de los tratamientos no alteró la estabilidad y permeabilidad de la membrana celular.

Los resultados obtenidos no permiten establecer una relación con la variable fotoperíodo, puesto que para el T₂ (8 hrs luz/16 hrs oscuridad durante 7 días) se obtiene el menor valor de CER, indicando que plantas con menor cantidad de luz presentan la menor alteración a nivel de membranas celulares respecto a las plantas del tratamiento control (10 hrs luz/14 hrs oscuridad) y a T₃ (8 hrs luz/15 días).

Contenido de carbohidratos solubles totales (CST): El [cuadro 3](#) muestra que los contenidos de carbohidratos totales registrados difieren significativamente entre los tratamientos y superan a los obtenidos por [Aronsson et al. \(1976\)](#), en *Pinus sylvestris* L. y *Picea abies* (L.) Karst. Las diferencias podrían estar explicadas por la tasa fotosintética, lo que explicaría una mayor concentración de carbohidratos solubles, en relación a la acículas de las coníferas mencionadas ([Salisbury y Ross 1992, Barceló et al. 1995](#)).

CUADRO 3

Contenido de carbohidratos solubles totales (CST) en plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill. con diferentes tiempos de reducción del fotoperíodo.

Total Soluble Carbohydrate contents (CST) in *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings with different time of reduction of photoperiod.

Tiempo de reducción del fotoperíodo (días)	CST (mg/gpf)	CST (mg/planta)
0	33,6 a	102,7 a
7	29,8 b	87,6 b
15	34,9 a	112,9 a

En las columnas, valores de CST seguido de igual letra, no difieren estadísticamente ($\alpha = 0,05$).

El efecto del fotoperíodo en el CST se debe a una reducción de la capacidad fotosintética del vegetal, resultando en una menor producción de carbohidratos, lo cual lleva a su vez a una disminución en la tasa de crecimiento ([Aronsson et al. 1976](#)).

La reducción del CST es temporal, dado que a los 15 días de tratamiento con día corto, la planta es capaz de regularizar su metabolismo a niveles mayores a los observados en las plantas del tratamiento control ([cuadro 3](#)). Esto probablemente se relaciona al proceso de acumulación de carbohidratos producto de la hidrólisis de sustancias de reserva ([Alden y Hermann 1971](#), [Aronsson et al. 1976](#)).

Potencial de crecimiento radicular (RGP): Una reducción de 8 h de luz por 7 días origina una menor producción de raíces nuevas y menor longitud de ellas en las plantas estudiadas ([cuadro 4](#)). Los valores obtenidos en este trabajo superan a los obtenidos por [Mendoza \(1997\)](#), aun dentro del rango de temperatura adecuado para la especie. No obstante, los resultados no difieren significativamente del control o de reducir a 8 h de luz el fotoperíodo durante 15 días.

CUADRO 4

Potencial de Crecimiento Radicular (RGP) en plántulas de *Eucalyptus globulus* Labill. con diferentes tiempos de reducción del fotoperíodo.
Root Growth Potential (RGP) in *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings with different time of reduction of photoperiod.

Tiempo de reducción del fotoperíodo (días)	RGP Formación de raíces nuevas (Nº)	RGP Longitud de raíces nuevas (cm)
0	23,8 a	17,0 a
7	22,2 a	17,5 a
15	25,0 a	20,1 a

Valores de RGP seguidos de igual letra, no difieren estadísticamente ($\alpha = 0,05$).

Los resultados obtenidos muestran una relación entre el potencial de crecimiento radicular y el fotoperíodo, puesto que al disminuir la cantidad de horas luz se induce un estado de receso en las yemas laterales y terminales. Este proceso conlleva una alteración hormonal, aumentando los niveles de ácido abscísico y disminuyendo los niveles de auxinas y giberelinas ([Ritchie y Tanaka 1990](#)). Tales cambios provocan un descenso en el estímulo para la formación de raíces nuevas y otros órganos, tales como brotes, tallos y hojas, efecto que tiene una duración temporal, regularizando el metabolismo, asemejándose a la normalidad con un incremento en la cantidad y la longitud de raíces.

CONCLUSIONES

El acortamiento del fotoperíodo y el tiempo de aplicación del tratamiento no altera fisiológicamente a las plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus*, obteniéndose valores CER similares entre los tratamientos analizados.

De los resultados analizados, se deduce que la variable CER no es un método adecuado para evaluar la calidad fisiológica de plantas cuando el fotoperíodo sea la variable de manejo, a menos que se adicione la variable temperatura, dado que ambas constituyen una causa de alteración real a la estabilidad de las membranas protoplasmáticas, efecto medible en su permeabilidad a través del flujo de electrolitos ([Aronsson et al. 1976](#)).

El manejo del fotoperíodo no indujo cambios en los valores finales de RGP, lo que podría estar asociado al comportamiento del contenido de carbohidratos solubles totales (CST), al final del período de evaluación.

La disminución del fotoperíodo durante 7 días reduce el CST en plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* y, en períodos más largos, debido a la adaptación de la planta al fotoperíodo reducido, tanto RGP como CST comienzan a incrementarse, favoreciendo el proceso de aclimatización necesario para una mayor supervivencia en plantación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Vivero Forestal Los Quillayes (Quillón-Chile) el aporte de infraestructura y de las plantas para la realización de esta investigación, y al Proyecto Fondef D97-F1059, por el financiamiento.

BIBLIOGRAFIA

ALDEN, J. & R. K. HERMANN. 1971. "Aspects of the coldhardiness mechanism in plants", *The Botanical Review*. 37 (1): 37-116.

ANDREWS, C. J., W. L. SEAMAN & M. K. POMEROY. 1984. "Changes in cold hardiness, ice tolerance and total carbohydrates of winter wheat under various cutting regimes", *Canadian Journal of Plant Science*. 64: 547-558.

AREVALO, J. 1994. Efecto del manejo de raíces y tallo en plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. en vivero, en la resistencia a bajas temperaturas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 56 p.

ARONSSON, A., T. INGESTAD & L. LÖÖF. 1976. "Carbohydrate metabolism and frost hardiness in pine and spruce seedlings grown at different photoperiods and thermoperiods", *Physiologia Plantarum*. 36: 127-132.

BARCELO, J., G. NICOLAS, B. SABATER & R. SANCHEZ. 1995. Fisiología Vegetal, Ciencia y Técnica. Editorial Pirámide, S.A., Madrid, España. 566 p.

CHRISTERSSON, L. 1978. "The influence of photoperiod and temperature on the development of frost hardiness in seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*", *Physiologia Plantarum*. 44: 228-294.

COOPMAN, R. E. 2001. Efecto del tipo de contenedor en las porosidades del sustrato, variables morfofisiológicas y aspectos del manejo en vivero, de plantas de *Pinus radiata* D. Don propagadas a partir de estacas. Memoria de Título. Universidad de Concepción, Chile. 102 p.

DURYEA, M. L. & K. M. McCLAIN. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. En: Duryea, M. L. and G.N. Brown (eds.). *Seedling Physiology and Reforestation Manual Success I*. Proceedings of the Physiology Working Group Technical Session. Martinus Nijhoff/DR. W. Junk Publishers. The Hague/Boston Lancaster. Oregon State University. Corvallis, Oregon. U. S.A., p. 77-114.

HEIDE, O. L. 1974. "Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*). I. Interaction of photoperiod and temperature", *Physiologia Plantarum*. 30: 1-12.

LANDIS, T. D., R. W. TINUS, S. E. McDONALD & J. P. BARNETT. 1992. Atmospheric environment, Vol. 3. *The Container Tree Nursery Manual*. Agricultural Handbook. 674. Department of Agriculture. Forest Service. Washington, D. C., U.S.A., 144 p.

MENDOZA, A. 1997. Influencia de la temperatura en el potencial de crecimiento radicular de *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* Labill., y *Eucalyptus nitens* Deane et Maiden. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 49 p.

PEÑA, I. 1996. Potencial de crecimiento radicular de plantas de *Pinus radiata* D. Don con diferente potencial hídrico. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 37 p.

RAYMOND, C.A., C. E. HARWOOD & J.V. OWEN. 1986. "A conductivity method for screening populations of eucalypts for frost damage and frost tolerance", *Australian Journal of Botany*. 34: 377-393.

RAYMOND, C.A., J. V. OWEN & K. G. HARWOOD. 1992. "Screening eucalypts for frost tolerance in breeding programs", *Canadian Journal Forest Research*. 22: 1271- 1277.

RIOS, D. 1985. Resistencia al frío en hojas de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. y su relación con el contenido de carbohidratos. Tesis de Magíster. Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias, Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 64 p.

RITCHIE, G. A. & J. R. DUNLAP. 1980. "Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings", *New Zealand Journal of Forestry Science*. 10 (1): 218-248.

RITCHIE, G. & Y. TANAKA. 1990. Root growth potential and the target seedling. En: Rose, R; S. J. Campbell, y Th. D. Landis (eds.). *Target Seedling Symposium*: Proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations; August 13-17; Roseburg, Oregon. Gen. Tech. Rep. RM-200. FT. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture; Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. U.S.A., p. 37-51.

SALISBURY, F. & C. ROSS. 1992. *Plant Physiology*, 4th edition. Wadsworth Publishing, California, United States, 682 p.

STEEL, R. & J. TORRIE. 1995. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Editorial McGraw-Hill, Inc. México, D.F., México, 622 p.

Recibido: 19.07.02

Aceptado: 26.02.03

© 2011 • Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile
Teléfono/Fax: 56 63 221998 • Casilla 567 • Campus Isla Teja S/N • Valdivia • Chile
E-mail: revistabosque@uach.cl