

VARIACIÓN ESTACIONAL DEL INCREMENTO DIAMETRAL DIARIO DE CUATRO CLONES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL. EN HUELVA MEDIDO CON DENDRÓMETROS DE PRECISIÓN

Manuel Fernández Martínez ¹, Raúl Tapias Martín ¹, Patricia Alesso Oviedo ², Federico Ruiz Fernández ³ y Gustavo López Scollo ³

¹ Universidad de Huelva, Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Campus de La Rábida. 21071-PALOS DE LA FRONTERA (Huelva, España). Correo electrónico: manuel.fernandez@dcaf.uhu.es

² Universidad de Huelva, CIDEU. Edificio del CIDERTA. Avda. del Jamón de Huelva s/n. Parque Huelva Empresarial. 21007-HUELVA (España)

³ Grupo Empresarial ENCE, S.A. Carretera Huelva-San Juan del Puerto A-5000, km 7,5. Apdo. 223. 21007-HUELVA (España)

Resumen

Eucalyptus globulus Labill. es una especie ampliamente utilizada en plantaciones comerciales y adaptada a vivir sobre suelos pobres y bajo clima mediterráneo. Durante 32 meses se estudió la evolución del crecimiento diametral diario de cuatro clones de la especie, tres de ellos de la generación de mejora F1 (C, O, T) y un clon de referencia de la F0 (A), en una parcela de secano de la provincia de Huelva, realizando lecturas cada 30 min. El crecimiento diametral medio de todo el período estudiado rondó los 4 cm, con diferencias entre clones $A < T < C = O$. Durante el verano se ralentizó bruscamente el crecimiento pero se mantuvo activo durante las otras tres estaciones, en concordancia con la humedad edáfica y la temperatura ambiente. Los árboles alcanzaban la máxima dilatación diaria del diámetro justo antes del amanecer y el valor mínimo sobre las 16 horas solares, pero dependía de las condiciones ambientales. Los clones más productivos, bien adelantaban dicho máximo (C), bien retrasaban el mínimo (O), aumentando con ello el tiempo diario con mejor estado hídrico utilizable para crecimiento. La especie manifestó variabilidad genética (a nivel clonal) en su grado de respuesta a factores ambientales, resultando útil para su uso en programas de selección y mejora.

Palabras clave: Selección clonal, Factores edafo-climáticos, Plantación comercial, Clima mediterráneo, Relaciones hídricas

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus globulus Labill. es una especie adaptada a vivir en suelos pobres en nutrientes, preferiblemente silíceos. Sus poblaciones naturales las encontramos desde el nivel del mar hasta 450 m de altitud (ELDRIDGE et al., 1994), con precipitaciones anuales de 500 a 1.500 mm, preferiblemente distribuidas a lo largo del año,

temperatura media anual en torno a 11°C, máxima absoluta que llega a 38°C y los pocos días de heladas al año no sobrepasan la mínima de -5°C (PARDOS, 2007). Es la especie frondosa más extendida en el mundo para producción comercial de madera, con algo más de 2,0 Mha plantadas, superando 1,0 Mha en la Península Ibérica (TOVAL, 2004; RUIZ et al., 2008; IGLESIAS, 2008). Es por ello que el estrés hídrico en vera-

no y las temperaturas bajo cero restringen la ampliación de las zonas de cultivo de esta especie (WHITEHEAD & BEADLE, 2004). En este contexto, las condiciones climáticas de la provincia de Huelva cumplen con los requisitos exigidos por la especie, encontrándose en el límite superior de temperatura y siendo la sequía estival, propia del clima mediterráneo, que ronda los 4 meses de duración, el principal factor limitante para el crecimiento de las plantaciones.

En caso de padecer períodos de sequía, la especie es capaz de responder a éstos combinando estrategias de evitación y tolerancia del estrés hídrico, modificando distintos parámetros morfo-fisiológicos (PITA & PARDOS, 2001; FERNÁNDEZ et al., 2010). Estas estrategias, unido a las diferencias genéticas a nivel de clon, resultan de gran interés para su aplicación a programas de selección y mejora de la especie. Este estudio pretende analizar la variabilidad a nivel clonal de la respuesta en crecimiento a factores ambientales (humedad edáfica, precipitación y temperatura del aire) a lo largo del año. Para ello, se estudió la evolución del crecimiento diametral de cuatro clones de la especie (tres de la generación de mejora F1 y uno de la F0) durante más de 2 años y medio, en una parcela de secano de la provincia de Huelva, analizando el comportamiento diferencial de ellos a escala estacional y diaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó dentro de un ensayo clonal en la finca "El Mingallete" en Rociana del Condado, Huelva (37° 17' 10" N; 06° 38' 32" W; 112 m.s.n.m.). Para realizar el ensayo se compararon tres clones comerciales de la generación de mejora F1 (C, O y T) y el clon de referencia de la F0 (A). Las parcelas se instalaron sobre terreno de ligera pendiente, sobre suelo arenoso con un pH máximo de 6,5. La zona de estudio se caracteriza por estar bajo clima mediterráneo, con precipitación media anual de 550 mm y temperatura media anual de 17,5°C. En el ensayo clonal, cada clon estaba dispuesto en parcelas elementales de 25 plantas (5 x 5 plantas), en un marco de 3 x 4 m² (833 pies·ha⁻¹), cuatro parcelas elementales por clon dispuestas en bloques aleatorios. La plantación tuvo lugar

en abril de 2003. En mayo de 2006 se colocaron dendrómetros electrónicos de desplazamiento lineal (RS®, de 4 µm de precisión) en dieciséis eucaliptos, cuatro por clon, a 1,30 m de altura. Para la instalación de los dendrómetros se seleccionaron dos puntos de confluencia (1 y 2) dentro del diseño de todo el ensayo clonal. En dichos puntos colindaban los vértices de una parcela elemental de cada clon. En cada uno de los dos puntos se escogieron los dos árboles más cercanos de cada clon para la instalación de los dendrómetros (ocho dendrómetros en el punto 1 y otros ocho en el 2). De esta forma se minimizaba la distancia entre los árboles y la sonda de humedad (ECH₂O® EC-20), colocada en el centro del punto de confluencia y enterrada en posición vertical desde 10 hasta 30 cm de profundidad. Los dendrómetros tomaban datos cada 30 minutos que se almacenaban en registradores HOBO®. La altura y el diámetro medio de los árboles seleccionados para los dendrómetros, en el momento de la instalación de los sensores era, respectivamente: 11,7±0,24 m y 10,2±0,27 cm (clon T), 10,8±0,32 m y 10,2±0,30 cm (clon A), 11,9±0,26 m y 9,9±0,27 cm (clon O), 12,1±0,30 m y 11,1±0,31 cm (clon C), sin diferencias significativas entre clones.

Con los datos registrados se determinó el valor máximo y mínimo diario del diámetro (D_{max} y D_{min}, respectivamente) para cada árbol. Con estos valores se pudo estimar: el incremento diario ($Id_{max} = D_{max_n} - D_{max_{n-1}}$, o bien, $Id_{min} = D_{min_n} - D_{min_{n-1}}$), siendo n una fecha concreta dentro del período de estudio (mayo-06 a enero-09) y n-1 el día anterior a esa fecha; el crecimiento acumulado, como suma de todos los incrementos diarios consecutivos; la oscilación diaria de la dilatación o contracción del tronco ($D_{max_n} - D_{min_n}$); y la hora a la que se alcanzó el valor máximo y mínimo diario (hora solar). Los datos climáticos usados para la realización del estudio se tomaron de una estación de la red agroclimática de la Junta de Andalucía situada en el término municipal de Almonte (37° 09' 06" N; 06° 28' 14" W; 18 m.s.n.m.).

Los datos se trataron estadísticamente (SPSS® 17.0) mediante un modelo lineal general univariante donde las variables dependientes fueron los parámetros de crecimiento antes señalados y los factores de variación el clon (A,

C, O, T), el punto de confluencia dentro del ensayo clonal (1,2), el período vegetativo (junio06/mayo07 y junio07/mayo08), la estación del año (primavera, verano, otoño, invierno) y todas las interacciones posibles entre ellos. Cuando las diferencias entre niveles de cada factor resultaron significativas ($p < 0,05$), se realizó la prueba de Tukey HSD con el fin de discriminar entre ellos. A efectos del análisis estadístico, en el caso de Id_{max} e Id_{min} y la hora a la que se alcanzaron D_{max} y D_{min} , solo se utilizó una muestra de los quince días centrales de cada estación, debido a la pérdida de datos en algunos períodos. Se hizo el test DMS cuando Tukey no diferenciaba entre clones aun habiendo resultado un nivel de significación menor de 0,05.

Las variables climáticas consideradas fueron temperatura máxima (T_{max}), mínima (T_{min}) y media diaria (T_{med}), precipitación diaria (P), humedad edáfica máxima (H_{max}) y mínima (H_{min}) diaria. A partir de ellas se realizó un análisis de regresión con el incremento diario (Id_{max} , Id_{min}). Dichas regresiones se hicieron detalladamente por período vegetativo y época del año. Se llevó a cabo una regresión lineal múltiple, paso a paso, donde el paquete estadístico iba introduciendo las variables independientes citadas más arriba. Para la selección de los mejores ajustes se tuvieron en cuenta el valor de R^2 corregida y el de F con su nivel de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos manejados en este estudio, el crecimiento acumulado de los árboles a lo largo del período de estudio se vio fuertemente condi-

cionado por las condiciones ambientales de temperatura y, especialmente, de humedad edáfica (Tabla 1). Durante el período estival apenas se produjo crecimiento y este también se resentía durante otras épocas no veraniegas pero con escasas precipitaciones. El crecimiento diametral se iniciaba con las primeras lluvias de otoño y continuaba hasta la primavera, incluso durante el invierno, a pesar de las temperaturas más bajas (Figura 1). Las diferencias entre estaciones del año resultaron significativas ($p < 0,001$), siendo los veranos los que se diferenciaron de las otras tres estaciones.

En vista los resultados del análisis de regresión global (Tabla 1), se optó por seleccionar para un análisis más detallado el modelo primero, por ser el más simple y que explicaba un 31% de la variabilidad de Id_{min} , así como el modelo tercero que aumentaba hasta un 36% dicha explicación de variabilidad. Los modelos cuarto a sexto solo incrementaban la R^2 en una centésima respecto al tercero. Si bien el modelo quinto pudiera ser preferible al tercero por tener, además de mayor R^2 , mayor F, no se seleccionó por el hecho de que su mejoría es muy pequeña y porque T_{med} no es una variable medida sino calculada a partir de T_{min} y T_{max} . Id_{min} y Id_{max} resultaron del mismo orden de magnitud y se correlacionaron positivamente ($r^2 > 0,98$). Por tanto sólo vamos a exponer de aquí en adelante uno de ellos, el de los mínimos (Id_{min})

El crecimiento total anual de los cuatro clones durante el período de estudio presentó diferencias significativas entre períodos vegetativos ($p < 0,001$), así como entre clones ($p = 0,009$) y para la interacción del clon x período vegetativo ($p = 0,007$). En el período 2006/07 el crecimiento

Modelo	R^2 (corregida)	F	significación
1º) $Id_{min} = a + b H_{min}$	0,309	352,18	< 0,0001
2º) $Id_{min} = a + b_1 H_{min} + b_2 T_{max}$	0,346	208,97	< 0,0001
3º) $Id_{min} = a + b_1 H_{min} + b_2 T_{max} + b_3 T_{min}$	0,357	146,54	< 0,0001
4º) $Id_{min} = a + b_1 H_{min} + b_2 T_{max} + b_3 T_{min} + b_4 T_{med}$	0,365	114,05	< 0,0001
5º) $Id_{min} = a + b_1 H_{min} + b_2 T_{min} + b_3 T_{med}$	0,365	151,89	< 0,0001
6º) $Id_{min} = a + b_1 H_{min} + b_2 T_{min} + b_3 T_{med} + b_4 P$	0,368	115,65	< 0,0001

Tabla 1. Resultado del análisis de regresión lineal múltiple paso a paso aplicado a la variable dependiente Id_{min} y siendo las variables predictoras la temperatura máxima (T_{max}), mínima (T_{min}) y media (T_{med}) diaria, la precipitación diaria (P) y la humedad edáfica máxima (H_{max}) y mínima (H_{min}) diaria. $N = 787$. Id_{min} en cm, H_{max} y H_{min} en % (v/v), T_{max} y T_{min} en °C, P en mm

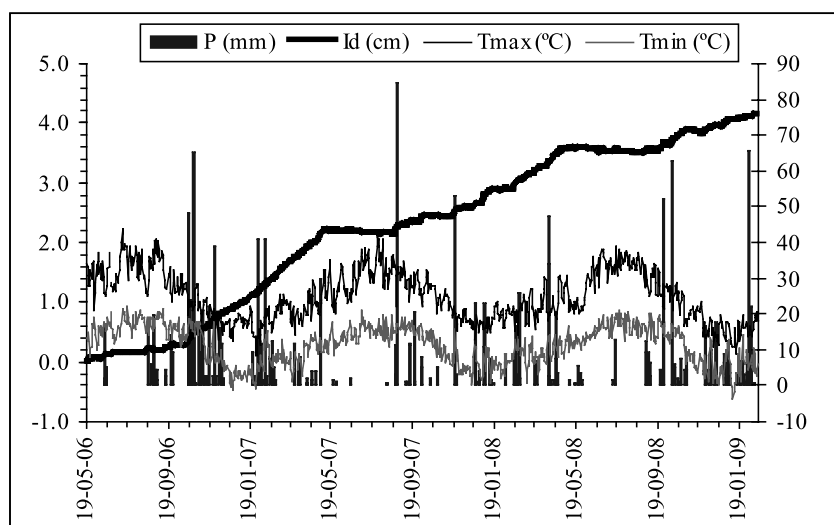


Figura 1. Crecimiento diametral medio de todos los clones (cm) en base al valor máximo diario (eje izdo.) y temperaturas y precipitación diarias observadas durante el estudio (eje dcho.)

fue mayor que en el 2007/08. Las únicas diferencias entre clones fueron que el clon A ($1,38 \pm 0,17$ cm por período) se diferenció de los clones C y O con crecimientos de $1,86 \pm 0,37$ y $1,92 \pm 0,20$ cm por período, respectivamente. La interacción clon x período fue debida al desigual comportamiento de los clones en cada período. En 2006/07, más lluvioso (726 mm) la discriminación entre clones fue más acusada ($C, O \not\cong A$), mientras que en el período 2007/08, un 27% menos lluvioso (530 mm), no se obtuvieron diferencias significativas entre clones. El efecto del clon supuso un 9,78% de la varianza total, mientras que el efecto del período vegetativo fue un 48,65%.

Analizando el crecimiento acumulado de cada estación del año por separado, durante los veranos en los que se realizó el estudio, los clones T y A se diferenciaron entre sí ($p=0,001$). El clon T tuvo un crecimiento medio de $0,19 \pm 0,05$ cm durante el verano mientras que el A tuvo un crecimiento medio de $0,04 \pm 0,02$ cm. Los otros dos clones tomaron valores intermedios (0,12 cm), no diferenciados significativamente de T y A. En esta estación el efecto del clon supuso el 46,7% de la varianza total y el del punto de confluencia, también significativo ($p=0,012$) el 14,2%, mientras que el período vegetativo no resultó significativo. Tampoco resultaron significativas las distintas interacciones entre los efectos principales. Durante los otoños solo se produjeron diferencias significativas de creci-

miento entre los dos periodos vegetativos (2006/07 > 2007/08, $p<0,001$), así como entre clones ($p=0,009$). El clon C se diferenció de los clones T y A, el primero tuvo un crecimiento medio de $0,72 \pm 0,13$ cm, casi el doble que los otros dos, con $0,38 \pm 0,08$ cm de media. El clon O no se diferenció de los otros tres. El efecto del clon supuso un 11,38 % de la varianza total, mientras que el efecto del período vegetativo fue un 49,36%. Al igual que en los otoños, en los inviernos solo hubo diferencias significativas de crecimiento entre periodos vegetativos ($p<0,001$), así como entre clones ($p=0,009$). El clon A, de crecimiento medio $0,54 \pm 0,09$ cm, se diferenció de los clones C y O, con crecimientos de $0,71 \pm 0,09$ cm de media. El clon T no se diferenció de los otros tres. El efecto del clon supuso un 12,08% de la varianza total, mientras que el efecto del período vegetativo fue un 56,81%. Asimismo, en las primaveras solo se produjeron diferencias significativas entre periodos vegetativos (2006/07 > 2007/08, $p<0,001$), así como entre clones ($p=0,013$). Solamente el clon C se diferenció del clon O, con crecimientos de $0,42 \pm 0,06$ y $0,52 \pm 0,03$ cm respectivamente. Los clones A y T mostraron valores de 0,44 y 0,50 cm respectivamente. El efecto del clon supuso un 22,03% de la varianza total, mientras que el efecto el período vegetativo fue un 34,18%.

Igual que ocurriera con el crecimiento acumulado, el incremento diario (Id_{min}), calculado

con los 15 días centrales de cada estación del año, estuvo altamente influenciado por las condiciones ambientales, especialmente la humedad edáfica, ya que cuando se producían precipitaciones aumentaba considerablemente del crecimiento al día siguiente, en especial cuando estas eran abundantes. Solamente resultaron significativas las diferencias entre clones ($p=0,002$), estaciones del año ($p<0,001$) y la interacción clon x estación ($p<0,001$). Los clones se diferenciaron dos a dos, los clones T y A ($32,42\pm 2,89 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$ de media) se diferenciaron de los otros dos clones, O y C ($39,88\pm 3,18 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$ de media). Las estaciones del año se diferenciaron todas entre sí: en primavera Id_{min} fue de $88,32\pm 4,88 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, en verano $-4,55\pm 1,28 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$, en otoño $50,79\pm 2,53 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$ y en invierno $30,12\pm 2,30 \mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$. La interacción clon x estación fue debida a que durante los días centrales del verano no se obtuvieron diferencias entre clones, mientras que en las otras épocas del año sí.

Respecto a la relación del crecimiento con las variables ambientales consideradas en este estudio, para el primer modelo ($\text{Id}_{\text{min}} = a + b H_{\text{min}}$), la pendiente b tomó valores significativamente distintos entre estaciones ($p<0,001$), con la primavera y el verano ($0,30\pm 0,04$ y $0,24\pm 0,04$, respectivamente) diferenciados del otoño ($0,17\pm 0,02$) y este también del invierno ($0,09\pm 0,02$). La menor pendiente en invierno indicaría que las variaciones de humedad del suelo en esta época (fría y húmeda) repercuten en menor medida en el crecimiento diametral que las variaciones durante la primavera o el verano. En cuanto al coeficiente de regresión R , los valores obtenidos fueron $0,60\pm 0,02$; $0,37\pm 0,04$; $0,45\pm 0,03$ y $0,39\pm 0,03$ para primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. No resultaron significativas las diferencias entre clones para a ni para b . La constante a , tanto para el modelo 1° como para el 3°, presentó valores negativos muy cercanos a cero (entre $-0,02$ y $-0,12$ cm), aunque con diferencias significativas entre estaciones ($p < 0,001$).

Para el tercer modelo ($\text{Id}_{\text{min}} = a + b_1 H_{\text{min}} + b_2 T_{\text{max}} + b_3 T_{\text{min}}$), el coeficiente b_1 solo se diferenció significativamente entre las estaciones ($p<0,001$), presentando el mismo ranking que para el modelo de regresión anterior. El invierno ($0,065\pm 0,014$) se diferenció del

verano ($0,190\pm 0,047$), mientras que el otoño ($0,110\pm 0,025$) no se diferenció de los dos anteriores, pero la primavera se diferenció a su vez de las otras tres estaciones ($0,320\pm 0,050$). En cuanto al coeficiente b_2 , se obtuvieron diferencias significativas entre clones ($p=0,002$) y entre estaciones del año ($p=0,001$). El clon T con un valor de $-34,99\pm 9,47$ se diferenció de los otros tres clones, con valor medio de los tres es $-64,68\pm 9,70$. Asimismo, el otoño, con un valor de $-79,32\pm 11,49$ se diferenció del verano ($-53,41\pm 5,32$) y del invierno ($-40,88\pm 10,54$), pero no de la primavera ($-56,19\pm 4,66$) que presentó valores intermedios sin diferenciarse de los otros tres clones. Por último, para b_3 solo se produjeron diferencias significativas entre estaciones ($p=0,002$), diferenciándose el verano ($7,56\pm 2,55$) del invierno ($138,22\pm 47,81$). Primavera y otoño presentaron valores intermedios, con $52\pm 8,00$ y $85\pm 7,01$ respectivamente. El coeficiente de regresión R mejoró en este modelo, respecto del modelo anterior, especialmente para verano, otoño e invierno, cuyos valores fueron $0,71\pm 0,02$ (primavera), $0,59\pm 0,02$ (verano), $0,63\pm 0,02$ (otoño) y $0,67\pm 0,03$ (invierno). Todo ello, pone de manifiesto que el efecto de la humedad del suelo sobre el crecimiento es mayor en épocas calurosas que en las frías, por lo que en los modelos resulta de interés incluir la temperatura, además de humedad del suelo. Asimismo, durante las épocas más frías las temperaturas mínimas cobran un papel más importante a la hora de limitar el crecimiento diametral que durante las épocas más cálidas, debido posiblemente al rango de valores alcanzados por las temperaturas en cada estación del año. Además, el clon T fue el menos perjudicado por las temperaturas máximas a efectos de crecimiento diametral.

Todos los clones alcanzaron el máximo diario de diámetro justo antes del amanecer, instantes antes de que el árbol comience a transpirar y en un rango de 1-2 h antes de que el flujo de savia se active de forma apreciable (datos no presentados). En los días nublados y lluviosos el máximo diametral se podía llegar a retrasar en una hora. Por otro lado, el valor mínimo del diámetro se alcanzó por la tarde, hacia las 16 horas solares en los periodos más secos, mientras que en los días de lluvia o cuando había humedad en

el suelo el valor mínimo se podía adelantar hasta las 13-14 horas. Las horas a las que se producían los máximos de diámetro se diferenciaron significativamente entre clones ($p < 0,001$). El clon, C en el que se produjo el máximo diámetro a las 7:31±00:04 h, se diferenció de los otros tres (7:49±00:05 h como promedio de los tres). Asimismo, las horas a las que se produjeron los mínimos diarios se diferenciaron significativamente entre clones ($p < 0,001$). Los clones T y C presentaron su mínimo diametral a las 16:17±00:03 h y a las 16:21±00:03 h respectivamente, diferenciados del clon A (16:29±00:03 h) del clon O (16:39±00:03 h).

Observado todo lo anterior se puede concluir que el crecimiento diametral de los eucaliptos en Huelva está claramente influenciado por las condiciones climáticas, especialmente por humedad edáfica. No obstante el potencial limitante de cada variable ambiental varía en función de la estación del año (influido por el rango de valores que alcanza en cada estación). Los clones de la generación de mejora (F1) mostraron un potencial de crecimiento superior al clon de la F0, así como diferencias de comportamiento entre ellos. Asimismo, sería interesante ampliar el número de variables a considerar puesto que, si bien humedad edáfica y temperatura del aire pueden resultar muy predictoras (por su carácter limitante) en ambiente mediterráneo, juntas no explicaron más del 37 % de la variabilidad del crecimiento diametral diario. Sería conveniente la inclusión de otras variables edafoclimáticas y de árbol en los modelos, o su aproximación mediante modelos no lineales, para mejorar el grado de predicción de éstos (BATTAGLIA et al., 2004; SPREY et al., 2004), pero convendría no ampliar demasiado este número y reducirlo a unas cuantas variables de fácil y rápida medición. Asimismo, la elaboración de los modelos en la bibliografía consultada se suelen llevar a cabo a partir de valores medios de períodos largos de tiempo (generalmente anuales, p.ej. precipitación media anual), pero no hemos encontrado datos comparativos para *E. globulus* donde se use valores diarios y, además, diferenciados en estaciones del año. Por último añadir que, si la diferencia de crecimiento diametral, encontrada en este estudio (~0,5 cm·año⁻¹), entre los dos clones más productivos

de la F1 respecto del clon de la F0 se mantuviese al menos durante 8 años en un turno de corta, y la supervivencia afectase a todos por igual, la producción al final de un turno de 12 años se incrementaría en más de un 50%. Asimismo, las diferencias entre clones respecto a su tolerancia a temperaturas máximas, a su amplitud diaria ($D_{\max} - D_{\min}$) y a su comportamiento en distintas épocas del año, hacen posible el uso de estos parámetros en programas de selección y mejora de la especie (PITA & PARDOS, 2001; PARDOS, 2007; FERNÁNDEZ et al., 2010).

Agradecimientos

Al grupo ENCE por la ayuda prestada para la realización del proyecto, así como al Centro de Investigación y Documentación del Eucalipto (CIDEU). Asimismo se agradece al Ministerio de Educación y Ciencia por el apoyo económico a través del Plan Nacional de Investigación, proyecto AGL2006-07886/FOR.

BIBLIOGRAFÍA

- BATTAGLIA, M.; SANDS, P.; WHITE, D. & MUMMERY, D.; 2004. CABALA: a linked carbon, water and nitrogen model of forest growth for silvicultural decision support. *Forest Ecol. Manage.* 193: 251-282.
- ELDRIDGE, K.G.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C. & WYK, G.VAN; 1994. *Eucalypt Domestication and Breeding*. Oxford University Press. Oxford.
- ESPREY, L.J.; SANDS, P.J. & SMITH, C.W.; 2004. Understanding 3-PG using a sensitivity analysis. *Forest Ecol. Manage.* 193: 235-250.
- FERNÁNDEZ, M.; TAPIAS, R. & ALESSO, P.; 2010. Adaptación a la sequía y necesidades hídricas de *Eucalyptus globulus* Labill. en Huelva. *Boletín del CIDEU* 8-9: 31-41.
- IGLESIAS, G.; 2008. *Eucalyptus globulus*: cultivated forests world map. In: GIT Forestry Consulting. EUCALYPTOLOGICS. *Information resources on Eucalyptus globulus cultivation worldwide*. Consultado en (<http://git-forestry-blog.blogspot.com>)

- /2008/04/eucalyptus-globulus-global-timber.html) (4 de abril de 2012)
- PARDOS, J.A.; 2007. Perspectiva fisiológica en la producción y mejora del eucalipto (con énfasis en *Eucalyptus globulus* Labill.). *Boletín del CIDEU* 3: 7-55.
- PITA, P. & PARDOS, J.A.; 2001. Growth, leaf morphology, water use and tissue water relations of *Eucalyptus globulus* clones in response to water deficit. *Tree Physiology* 21: 599-607.
- RUIZ, F.; LÓPEZ, G. & ALEJANO, R.; 2008. Selvicultura de *Eucalyptus globulus* Labill. En: R. Serrada, G. Montero y J.A. Reque (eds.), *Compendio de selvicultura aplicada en España*: 117-154. INIA y Fundación del Conde Valle de Salazar. Madrid.
- TOVAL, G.; 2004. The *Eucalyptus globulus* clonal silviculture in Mediterranean climate. In: N. Borralho, J.S. Pereira, J. Coutinho, M. Madeira & M. Tomé (eds.), *Eucalyptus in a changing world. Proc. IUFRO Conf.*: 70-78. RAIZ, Instituto Investigaçãõ da Floresta e Papel. Portugal.
- WHITEHEAD, D. & BEADLE, C.L.; 2004. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. *Forest Ecol. Manage.* 193: 113-140.