

# CLASIFICACION PRECOZ DE CLONES DE *Eucalyptus globulus* Labill. POR SU COMPORTAMIENTO FRENTE AL ESTRES HIDRICO.

P. PITA ANDREU\*, I. CAÑAS\*\*, F. SORIA\*\*, J.A. PARDOS\*.

\* UNIDAD DE ANATOMÍA, FISIOLOGÍA Y GENÉTICA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES. MADRID.

\*\* CENTRO DE INVESTIGACIÓN. EMPRESA NACIONAL DE CELULOSAS. HUELVA.

## RESUMEN

A lo largo de tres años se ha estudiado la posibilidad de clasificar de forma precoz la respuesta de distintos clones de *Eucalyptus globulus* a condiciones de estrés hídrico. Se utilizan clones selectos de *E. globulus*, *E. camaldulensis* x *E. globulus* y *E. camaldulensis* x *E. viminalis*. Las plantas se someten a distintos regímenes de riego y fertilización en condiciones controladas. Se encuentran diferencias entre clones tanto en parámetros de crecimiento como en parámetros de intercambio gaseoso. Se discute el valor adaptativo frente a la sequía de las diferencias encontradas.

## SUMMARY

Drought response of *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus viminalis* clones is analyzed. Plants are submitted to different water and fertilization regimes under controlled conditions. Clonal differences are found in terms of growth and gas exchange parameters. The possibility of an early selection for drought tolerance is discussed.

## INTRODUCCION

Las condiciones de sequía estival en el suroeste español limitan el crecimiento y la productividad de las plantaciones de *Eucalyptus globulus*.

La sensibilidad al estrés hídrico varía de forma inter e intraespecífica (PEREIRA y PALLARDY, 1989), por lo tanto se puede aumentar la resistencia al estrés mediante una adecuada selección del material vegetal.

Sin embargo la selección de genotipos para la producción bajo condiciones de estrés hídrico resulta problemática ya que aquellos genotipos seleccionados de forma natural en ambientes áridos muestran en general caracteres ligados a bajas productividades (SANCHEZ-DIAZ, 1993).

Por lo tanto la selección de clones de *E. globulus* capaces de producir más bajo condiciones de estrés debe atender a dos exigencias frecuentemente consideradas contradictorias: la capacidad de mantener un buen crecimiento en el periodo propicio (primavera) y la capacidad de sobrevivir a la sequía estival.

El estudio del comportamiento de los distintos clones de *E. globulus* bajo condiciones de campo presenta varios inconvenientes, como son la duración de los ensayos y su dependencia de las condiciones ambientales peculiares de los años en los que se desarrolla el ensayo.

Las ventajas de un testado precoz bajo condiciones controladas son incuestionables, siempre que los resultados se contrasten con datos de campo. Ahora bien, una vez definido un test fiable se puede aplicar con facilidad a gran número de genotipos.

La bondad de un test para clasificar la respuesta clonal a condiciones de estrés dependerá fundamentalmente del diseño experimental y de los parámetros analizados.

Entre las condiciones de diseño experimental se ha incidido especialmente en el régimen de riegos. Se ha considerado también el efecto de la fertilización por varias razones: por una parte *E. globulus* es una especie de crecimiento rápido, objeto de una selvicultura intensiva, para la que la fertilización en campo es con frecuencia rentable; por otra parte la aplicación de fertilizantes en condiciones de sequía y sin riegos es cuestionable a priori, ya que la fertilización puede producir efectos, como un incremento de la relación parte aérea/raíz, que aumentan la susceptibilidad de la planta a condiciones de sequía. Se debe considerar, además, que el status nutricional afecta a la respuesta de las plantas al estrés (ERICSSON, 1994).

A lo largo de varios ensayos se han analizado parámetros morfológicos, parámetros hídricos y de intercambio gaseoso. Para el presente estudio se ha seleccionado una parte de aquellos resultados que muestran una mayor discriminación de la respuesta clonal al estrés.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En todos los ensayos realizados se han utilizado estaquillas enraizadas, con una altura inicial de 30-35 cm. Se han usado ocho clones diferentes de *E. globulus*, pertenecientes al programa de mejora de ENCE, un clon de *E. camaldulensis* x *E. globulus* y otro de *E. camaldulensis* x *E. viminalis*.

Las estaquillas se transplantaron a raíz desnuda a envases de 1.5 l de capacidad, llenos con una mezcla de arena y turba en proporción volumétrica 2:3.

Una vez transcurridas unas semanas de aclimatación las plantas se sometieron a cuatro tratamientos combinados de riego y fertilización:

- 1.1. Riegos a capacidad de campo y fertilización reducida.
- 1.2. Riegos a capacidad de campo y fertilización completa.
- 2.1. Estrés hídrico y fertilización reducida.
- 2.2. Estrés hídrico y fertilización completa.

El fertilizante se aplicó con el agua de riego de forma periódica y siguiendo la dosificación un modelo exponencial. La composición del fertilizante se realizó aceptando la hipótesis de Ingestad:  $N/100=K/65=P/13=Ca/7=Mg/8.5$ .

Los riegos se realizaron con una periodicidad que variaba (de días alternos a una vez por semana) en función de las condiciones de luz y temperatura en el invernadero y del tamaño de las plantas.

Las plantas sometidas a estrés recibieron una fracción de la cantidad de agua añadida a las plantas control (40%-50%). En estas condiciones el nivel de estrés alcanzado se puede considerar moderado.

En los dos primeros ensayos (A,B) las plantas de un mismo régimen de riegos recibieron la misma cantidad de agua. En el tercero (C), la cantidad de agua añadida a cada planta se ajustó al contenido hídrico del sustrato estimado por pesada.

Los ensayos se llevaron a cabo en invernadero y tuvieron una duración de 4 meses. Se realizaron 4 cosechas periódicas de 5 a 6 plantas por clon y tratamiento para determinar los pesos fresco y seco de tallos, raíz y hojas y la superficie foliar.

Se realizó un análisis de varianza de los datos para determinar el valor estadístico de las diferencias obtenidas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se han obtenido diferencias significativas entre clones tanto en crecimiento como en parámetros hídricos y de intercambio gaseoso.

El estrés moderado afecta de distinta manera a los clones estudiados. Normalmente aquellos clones que desarrollan mayores crecimientos en ausencia de estrés también muestran mayores reducciones porcentuales del crecimiento bajo estrés. Sin embargo, tal como se puede ver en la fig.1. el clon 115.18 reduce más su crecimiento que los clones 334.1 y 161.3; que alcanzan un desarrollo parecido bajo condiciones control. En el segundo ensayo es el clon 413.7 el que reduce más su crecimiento bajo estrés entre los clones con mejor crecimiento bajo condiciones óptimas(control) (ver fig. 2). En este ensayo las diferencias entre clones en peso seco total no llegan a ser significativas para el tratamiento control; la reducción porcentual en crecimiento bajo estrés del clon 413.7 se debe por tanto fundamentalmente a una mala respuesta de este clon a las condiciones de estrés hídrico moderado.

En la última semana del tercer ensayo (C) las plantas se sometieron a un nivel de estrés hídrico severo; con temperaturas máximas de 40°C. Como consecuencia algunas plantas perdieron parte o la totalidad de las hojas (ver Tabla 1.). La figura 3 muestra la evolución del peso total de planta más envase antes de regar para los cinco clones estudiados en este ensayo. Las diferencias en peso total reflejan las diferencias en el contenido en humedad del sustrato, ya que las diferencias en peso verde de las plantas son de un orden de magnitud inferior. El día número 7 se realiza la imposición del estrés severo: las plantas no se riegan a lo largo de tres días; después se continúa con el mismo régimen de riegos pero con temperaturas elevadas. Como se puede ver en la figura 3, el clon c.v.; (híbrido *E. camaldulensis* x *E. viminalis*) es capaz de soportar sin daño mayores niveles de estrés hídrico. Los clones de *E. globulus* reducen su transpiración de modo que no llegan a secar tanto el sustrato como c.v. El clon c.g. (híbrido de *E. camaldulensis* x *E. globulus*) resulta el más afectado por el estrés: su mayor tamaño le hace gastar más agua y responde perdiendo las hojas(Tabla 1), lo que hace que se reduzca de forma drástica la transpiración. Este mecanismo de evitación del estrés hídrico no parece el más indicado para alcanzar buenas producciones en medios áridos, así PEREIRA (1989) sugiere la selección de genotipos contra este carácter para producir en medios con suministro hídrico insuficiente.

Es interesante destacar el distinto comportamiento del clon 413.7 y el clon 334.1 (ambos de *E. globulus*): con plantas de un tamaño semejante el clon 413.7 mantiene mayores pérdidas de agua bajo estrés severo, pero después no es capaz de recuperar los niveles de transpiración anteriores a la imposición del estrés.

En las figuras 4 y 5, correspondientes al segundo ensayo (B) se aprecia cómo una vez más el clon 413.7 mantiene niveles de transpiración superior a otros clones de *E. globulus* de tamaño semejante en condiciones de estrés hídrico. En un cuarto ensayo (no mostrado) se repitió también este resultado.

La eficiencia en el uso del agua (EUA,EIUA) es un parámetro muy utilizado en el estudio de la respuesta de distintos genotipos al estrés hídrico, aunque el control genético de la EUA es objeto de controversia.

La eficiencia intrínseca en el uso del agua (instantánea) se calcula como el cociente de la tasa de fotosíntesis neta por el valor de la conductancia; ambos medidos con un IRGA al mediodía, en una única hoja del tercio superior por planta. La figura 6 muestra el distinto comportamiento de los clones de *E. globulus* y los clones de híbridos (*E. camaldulensis* x *E. globulus* y *E. camaldulensis* x *E. viminalis*) sometidos a estrés moderado. Los clones de *E. globulus* son más eficientes bajo estrés. Parece por tanto que los clones de *E. globulus*

son más sensibles a un nivel de estrés moderado, y responden incrementando su eficiencia antes que los clones de híbridos de *E. camaldulensis*, especie considerada más tolerante a la sequía que *E. globulus*. Este resultado concuerda con el obtenido por PEREIRA (1994) para tres clones de *E. globulus*, donde el clon con mejor comportamiento en el campo bajo estrés hídrico apenas incrementa la EUA bajo estrés moderado. LE ROUX (1996) obtiene también resultados similares.

## CONCLUSIONES

El estudio del comportamiento de clones de *E. globulus* bajo condiciones de estrés hídrico pone de manifiesto que se pueden encontrar diferencias entre clones al someter las plantas a estrés durante cortos periodos de tiempo.

Entre los clones de *E. globulus* de parecido desarrollo bajo condiciones óptimas se encuentran clones con muy distintos niveles de reducción del crecimiento por efecto del estrés. Este resultado parece indicar que no es imposible encontrar genotipos con un nivel bueno de crecimiento y una cierta tolerancia al estrés hídrico.

Se observan diferencias entre clones en los niveles de humedad del sustrato bajo los que se produce una reducción en la transpiración. Los clones de *E. globulus* reducen antes las pérdidas de agua que los clones de *E. camaldulensis* x *E. globulus* y *E. camaldulensis* x *E. viminalis*. Este resultado corrobora una mayor adaptación a la sequía de los clones de híbridos; como cabía esperar, ya que *E. camaldulensis* y *E. viminalis* son conocidos como más tolerantes a la sequía que *E. globulus*. Sin embargo esta capacidad de alcanzar mayores niveles de estrés provoca en último lugar una pérdida de hojas, más acusada en *E. camaldulensis* x *E. globulus*, mecanismo de evitación bastante frecuente en *Eucalyptus* y que no parece conveniente para conseguir incrementar la productividad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ERICSSON, T. 1994 *Nutrient requirement of Eucalyptus globulus seedlings*. In: J.S. PEREIRA & H. PEREIRA (Eds). *Eucalyptus for biomass production*. 224-234. Lisbon 10-13 February 1992, Commission of the European Communities.

LE ROUX, D. STOCK, W. BOND, W.J. MAPHANGA, D. 1996. *Dry mass allocation, water use efficiency and  $\delta^{13}$  in clones of Eucalyptus grandis, E. grandis x camaldulensis and E. grandis x nitens grown under two irrigation regimes*. *Tree Physiology* 16, 497-502.

OSORIO, J. & PEREIRA, J.S. 1994. *Genotypic differences in water use efficiency and  $^{13}C$  discrimination in E. globulus*. *Tree Physiology* 14, 871-882.

PEREIRA, J.S. & PALLARDY, S. 1989. *Water stress limitations to tree productivity* In J.S. PEREIRA & J.J. LANDSBERG (Eds), *Biomass Production by Fast-Growing Trees*, 37-56. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

SANCHEZ-DIAZ, M. AGUIRREOLEA, J. 1993. *Relaciones hídricas*. In AZCON BIETO, J. & TALON, M. (coords). *Fisiología y Bioquímica vegetal*. 49-90. Mc Graw Hill-Interamericana.

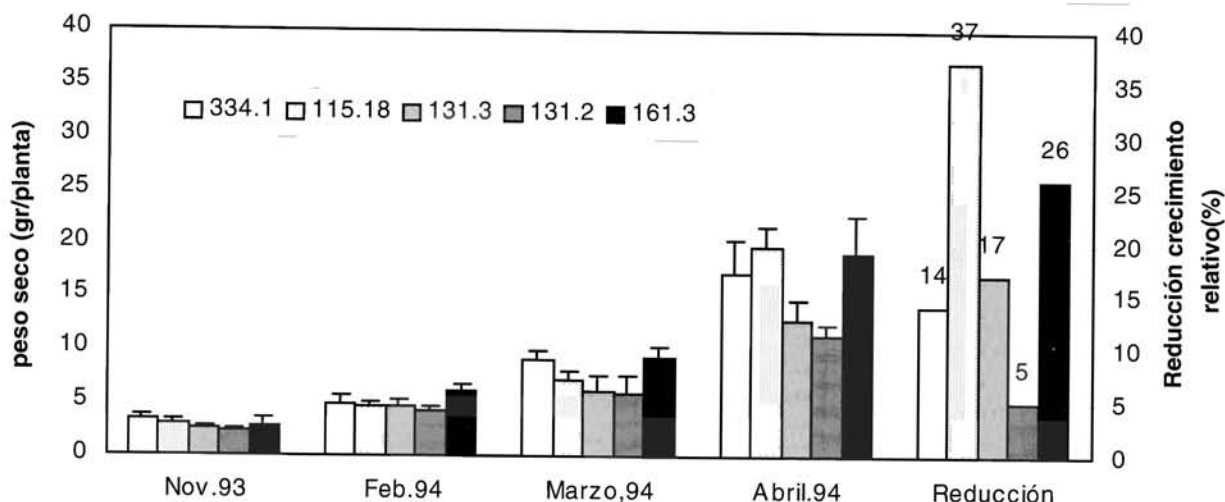


Figura 1. Evolución del peso seco total/planta para las cuatro cosechas realizadas(exp.A). Los datos son medias de 5 plantas/clon, para el tratamiento óptimo de riegos y fertilización(control). Los valores de la reducción reflejan la reducción porcentual del crecimiento relativo en peso seco de plantas sometidas a estrés hídrico respecto a controles. Se dan los valores medios para la reducción en los periodos entre cosechas de Febrero a Abril.

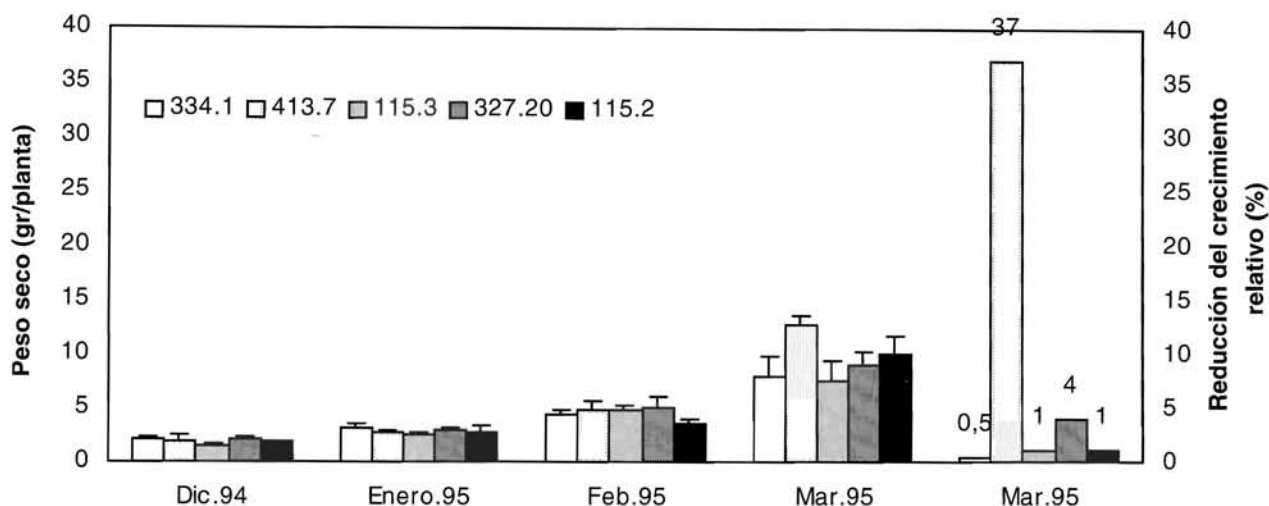


Figura 2. Evolución del peso seco total para las cuatro cosechas realizadas(exp.B). Los datos son medias de 6 plantas/clon, para el tratamiento óptimo de riegos y fertilización. Los valores de la reducción reflejan la reducción porcentual del crecimiento relativo en peso seco de plantas sometidas a estrés hídrico respecto a controles. Se dan los valores medios para la reducción en los periodos entre cosechas de Enero a Marzo.

CLON	334.1	413.7	c.g.	131.3	c.v.
Planta afectada(%)	0	17	67	0	17

Tabla 1. Porcentaje de plantas afectadas por la senescencia foliar bajo estrés hídrico severo (exp.C). Tamaño de la muestra: 6 plantas/clon.

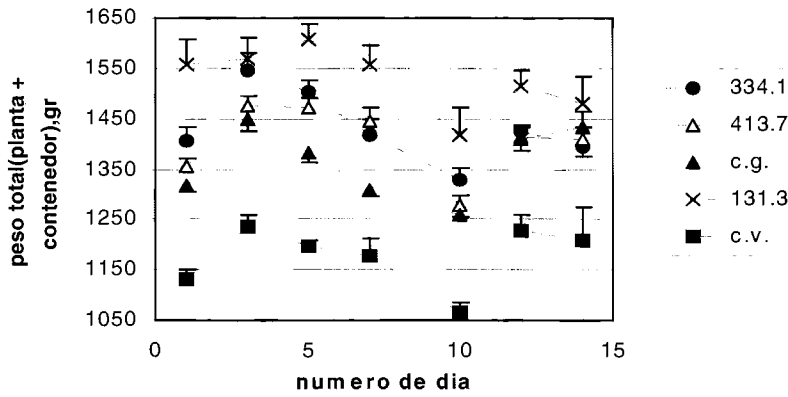


Figura 3. Evolución del peso total de planta + contenedor antes de regar para el tratamiento de estrés hídrico y fertilización reducida (exp. C). Valores medios para 6 plantas/clon y errores típicos.

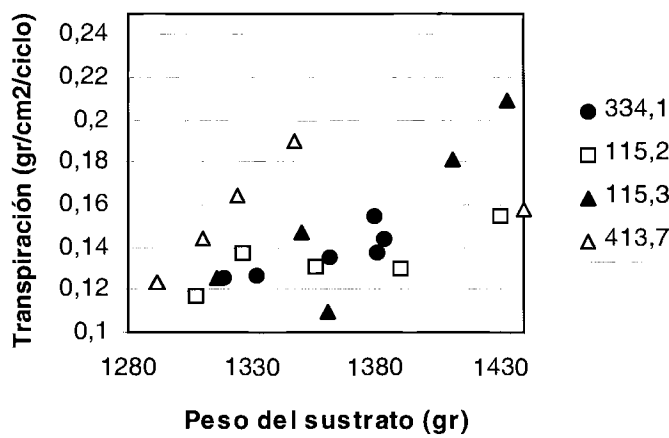


Figura 4. Valores de la transpiración (gr/cm<sup>2</sup>) total en un ciclo de riego de tres días para plantas sometidas a régimen de estrés hídrico (ambos regímenes de fertilización).

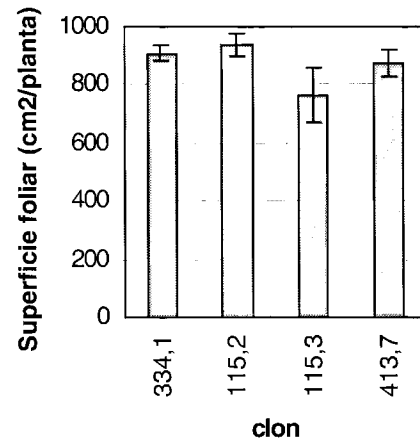


Figura 5. Valores medios de la superficie foliar (cm<sup>2</sup>/planta) y errores típicos para las plantas usadas en la determinación de la transpiración (fig.4).

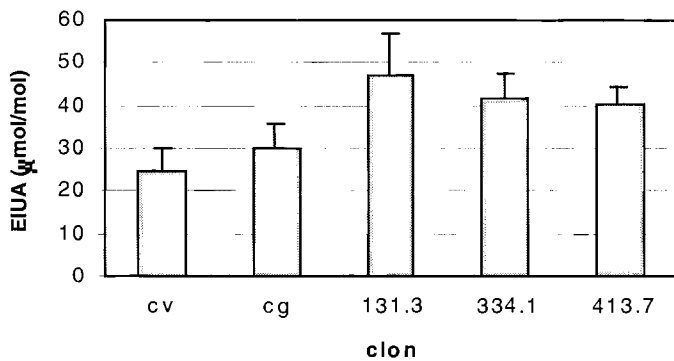


Figura 6. Valores medios de la eficiencia intrínseca en el uso del agua (EIUA), para una muestra de 3 plantas/clon. Los datos se refieren al tratamiento de estrés hídrico y fertilización completa, para el tercer ensayo realizado (exp.C)