

# ENSAYO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE CULTIVO DE PLANTA DE ALCORNOQUE EN VIVERO Y SU SEGUIMIENTO EN CAMPO

**M. Pardos Mínguez & G. Montero González**

Área de Selvicultura y Mejora Forestal. CIFOR-INIA (MADRID)

## 1. INTRODUCCIÓN

El ensayo, durante la fase de vivero, de diferentes técnicas de cultivo permite la determinación de los tratamientos más adecuados para definir una calidad de planta. El empleo para la reforestación de planta de calidad asegurará en mayor medida el éxito de la misma, reduciéndose de esta forma el número de marras obtenidas. Dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar la planta en el momento de su plantación y que permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en campo.

En este trabajo se analiza el crecimiento en vivero de plantas de alcornoque cultivadas bajo dos tratamientos: envase y tipo de sustrato, y se comienza un seguimiento en campo de las mismas.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Material vegetal

Se emplearon bellotas de alcornoque de procedencia Cortes de la Frontera-Serranía de Ronda, recogidas en noviembre de 1994. La germinación se llevó a cabo en bandejas con perlita, en cámara a 21°C y 16 horas de

luz. Posteriormente se trasladaron a los envases definitivos en el invernadero, donde se mantuvieron hasta la segunda quincena de abril. La temperatura en el invernadero se mantuvo entre 15 y 25 °C mediante el empleo de aerotermos.

El diseño fue en bloques completos al azar, con seis bandejas por tratamiento, tomando cada bandeja como bloque. El número total de plántulas fue de 1.800.

La fase de vivero comenzó a mediados de abril y se prolongó hasta el traslado de las plantas a monte, en la tercera semana de diciembre de 1995. El lugar elegido para la plantación es un terreno arenoso, sin vegetación, a excepción de algunos ejemplares dispersos de encina; situado en la finca del Dehesón del Encinar en Torralba de Oropesa (Toledo). Alrededor del terreno elegido existen algunos alcornoque.

Se procedió al vallado de la zona para evitar la entrada del ganado presente en las fincas colindantes. Se emplearon dos tipos de malla, la inferior de tipo conejera para controlar la entrada de conejos, tan perjudiciales en las repoblaciones por el daño que ocasionan en las jóvenes plantas.

Previo a la plantación el terreno se aró. La plantación se realizó a marco real de 1m x 1m. Se consideraron un total de 468 plantas

distribuidas en 10 bloques incompletos al azar. La separación entre bloques es de dos metros, y de tres metros entre experimentos. La zona está atravesada por una cuadrícula de caminos de tres metros de ancho, que permitirá el paso de la bomba de agua en el caso de que sea necesario el riego manual. El acceso al lugar se realiza por una carretera vecinal, que se toma a la salida del pueblo.

## 2.2. Tratamientos

Se consideraron tres tratamientos, divididos en dos experimentos. El primer experimento incluye el tamaño del envase y el segundo el tipo de sustrato y la frecuencia de riego (Tabla 1).

En todos los casos el envase empleado fue el Forest Pot (FP).

### 2.2.1. Envases

- **E1:** FP-300 (Forest Pot ): 300 cc de volumen/alveolo. 50 alveolos/bandeja.
- **E2 :** FP 150 (Forest Pot): 150 cc de volumen/alveolo. 60 alveolos/bandeja.

### 2.2.2. Sustratos

- **S1:** sustrato base, mezcla de turba estéril Spagnum y vermiculita grado 2 (3:1, v:v).
- **S3 :** mezcla de corteza de pino y vermiculita grado 2 (1:1, v:v).
- **S5:** mezcla de tierra de alcornocal y turba (1:1, v:v).

### 2.2.3. Riegos:

- **R1:** Una vez cada semana hasta la prime-

ra quincena de junio; dos veces a la semana hasta primera quincena de julio; tres veces por semana hasta finales de agosto; dos veces por semana hasta finales de septiembre; y una vez a la semana hasta el momento de plantación.

- **R2:** frecuencia de riego la mitad que R1.

La dosis de riego es a capacidad de campo.

## 2.3. Mediciones realizadas

### 2.3.1. Fase de invernadero y vivero

Se tomaron tres fechas de medición, correspondientes a los meses de marzo, julio y octubre. El número de plantas por tratamiento fue de doce para la primera medición y de seis en las dos restantes. La selección de plantas fue al azar.

Los parámetros considerados son los siguientes:

#### 1) PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

*A) Parámetros de intercambio gaseoso:* Son todos ellos parámetros obtenidos mediante el Analizador de Imágenes por Infrarrojo (IRGA) portátil modelo ADC-LCA 3 sistema abierto y diferencial. De todos los parámetros recogidos en el ordenador del IRGA sólo nos interesan fotosíntesis ( $\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ), transpiración ( $\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ), concentración interna de  $\text{CO}_2$  [ $C_i$ , ( $\text{mol}/\text{mol}$ )], relación entre la concentración interna de  $\text{CO}_2$  y la concentración  $\text{CO}_2$  en el aire ( $C_i/C_a$ ), conductancia estomática total al vapor de agua ( $\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ), EUA (eficiencia en el uso del agua: Fotosíntesis/Transpiración) y EUIA (eficiencia intrínseca en el uso del agua: [(Fotosíntesis/Conductancia estomática)\* $10^3$ ]).

*B) Parámetro hídrico:* El parámetro termodinámico más comúnmente empleado para determinar el estado energético del agua en las plantas es el potencial hídrico ( $\Psi$ , MPa).

Todas las mediciones se realizaron al mediodía, tomando una muestra por

*Tabla 1. Tratamientos considerados según el experimento*

EXPERIMENTO	TRATAMIENTOS CONSIDERADOS
EXP (1)	E1S1R1, E2S1R1
WXP (2)	E1S1R1, E1S1R2, E1S3R1, ES3R2, E1S5R1

plántula. Se intentó que las mediciones realizadas en días sucesivos pero correspondientes a un mismo momento de medición se realizaran en las condiciones más homogéneas posibles -en lo que a clima se refiere-.

## II) PARÁMETROS MORFOLÓGICOS.

Se han considerado los siguientes parámetros morfológicos: altura del tallo (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>) -medido si se considera el volumen troncocónico de la raíz principal-, relación entre los pesos secos de la parte aérea (T) y la radical (R) -T/R-, pesos secos raíz, parte aérea y bellota (g), área foliar (cm<sup>2</sup>), área foliar específica [SLA, superficie foliar / peso foliar (m<sup>2</sup>/Kg)], tasa de peso foliar [LWR, peso foliar / peso total (g/g)] y tasa de área foliar [LAR, superficie foliar / peso total (m<sup>2</sup>/Kg)].

### 2.3.2. Fase en campo

Las mediciones en campo incluyen parámetros de intercambio gaseoso, potencial de base y altura y diámetro de las plantas, que se realizan una vez al mes. El seguimiento del número de marras se lleva a cabo después de la plantación, antes de verano y después de esta estación, durante el primer año de las plantas en monte.

Las mediciones se prolongarán durante los dos próximos años.

El número de plantas consideradas es 5 por tratamiento.

## 3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 3.1 Fase de vivero

#### • Envase

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos para los distintos parámetros morfológicos y fisiológicos según el envase empleado.

Como se observa en el Gráfico 1 el tamaño del envase es determinante en el volumen de raíz producido por la planta para la medición de octubre, de tal forma que el más pequeño da lugar a menor masa radical. Este resultado se encuentra íntimamente relacionado con la relación de pesos secos de tallo y raíz y con el peso seco de la raíz. Así, en el Gráfico 2 se muestra como el envase de menor volumen produce plantas con menos masa radical, lo que se traduce en menor peso seco de la raíz. Además, un valor mayor de la relación T/R para el envase E2 (Gráfico 3) supone que las plantas cultivadas en estos envases invierten más en desarrollar su parte aérea en detrimento de la raíz, cuyo crecimiento se ve limitado por el propio tamaño del envase.

Para LWR y SLA sólo aparecen diferencias significativas entre los dos tipos de envase tras la medición de octubre. Con esto se trata de justificar las gráficas tan diferentes y sin una tendencia clara, que se han obtenido para estos parámetros en las sucesivas mediciones. Los resultados de LWR en octubre -mayor para el envase pequeño- corroboran lo mencionado anteriormente, es decir, que las plantas cultivadas en E2 invierten más en hojas que en raíz, otra vez como consecuencia de la limitación del volumen disponible (Gráfico 4). En cuanto al parámetro SLA (Gráfico 5) las diferencias encontradas en octubre demuestran que a igualdad de superficie foliar existe mayor número de hojas que pesan más, lo que puede hacer pensar en la

Tabla 2. Resultados en octubre según el tipo de envase (\*significativo al 5%)

ENVASE	VOLUMEN RADICAL (cm <sup>3</sup> )	PESO SECO RAÍZ (g)	T/R (g/g)	SLA (m <sup>2</sup> /Kg)	LWR (G/G)
FP-150 (E2)	1,505*	2,035*	0,637*	7,788*	0,2167*
FP-300 (E1)	5,075*	3,484*	0,404*	8,484*	0,1592*

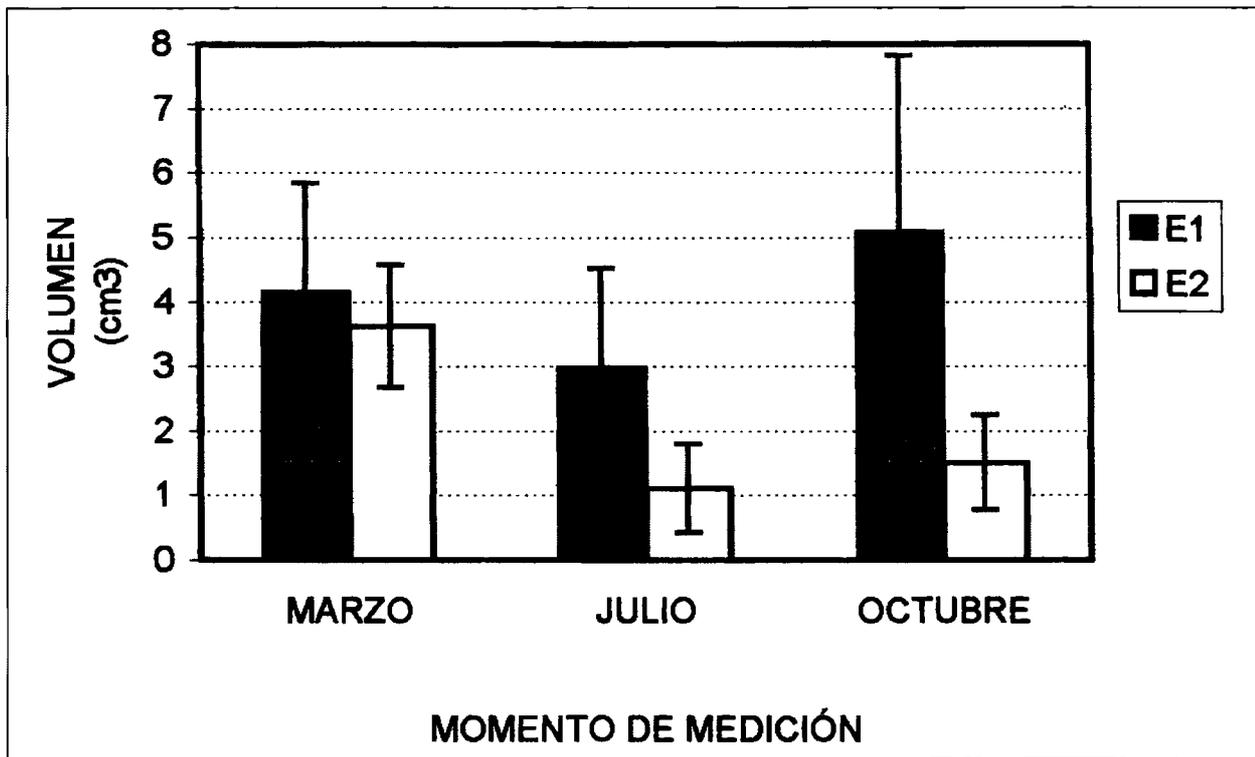


Gráfico 1. Relación entre tamaño de envases y volumen radical

presencia de una pared celular más gruesa.

En la comparación de los resultados de los diferentes parámetros en julio y octubre se observa que la influencia del envase en la

raíz resulta más limitante en otoño, cuando todas las plantas se encuentran en las mismas condiciones y la bellota no les puede proporcionar más reservas.

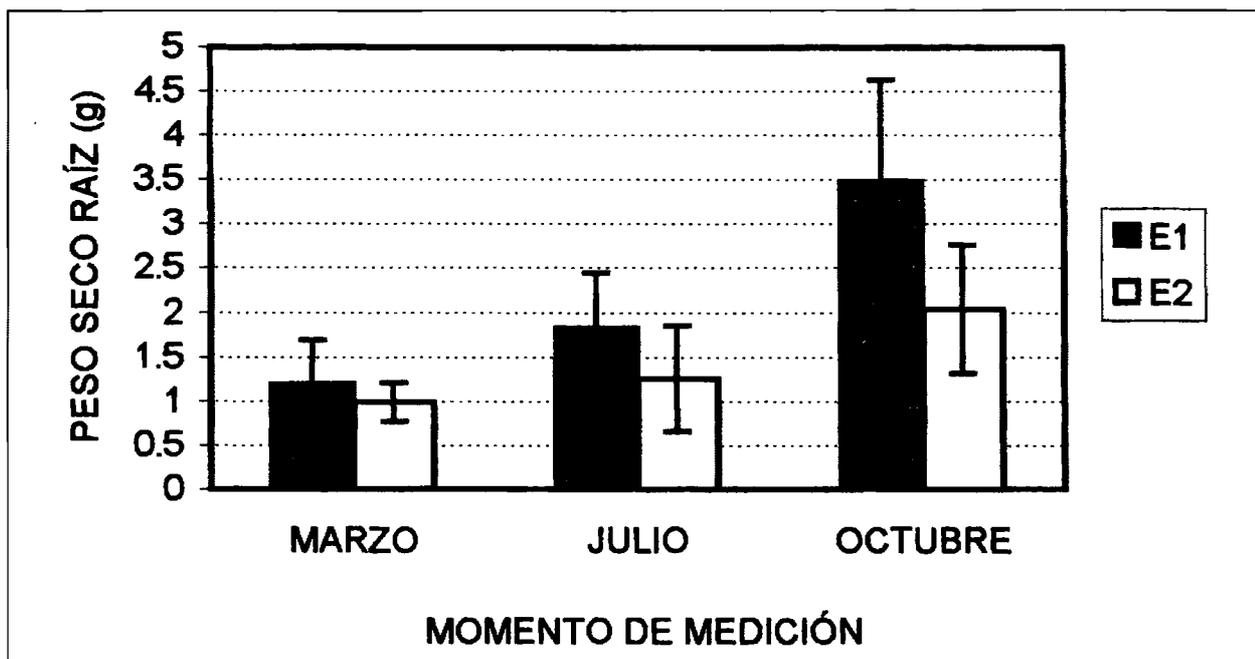


Gráfico 2. Peso seco de la raíz para cada tipo de envase según el momento de medición

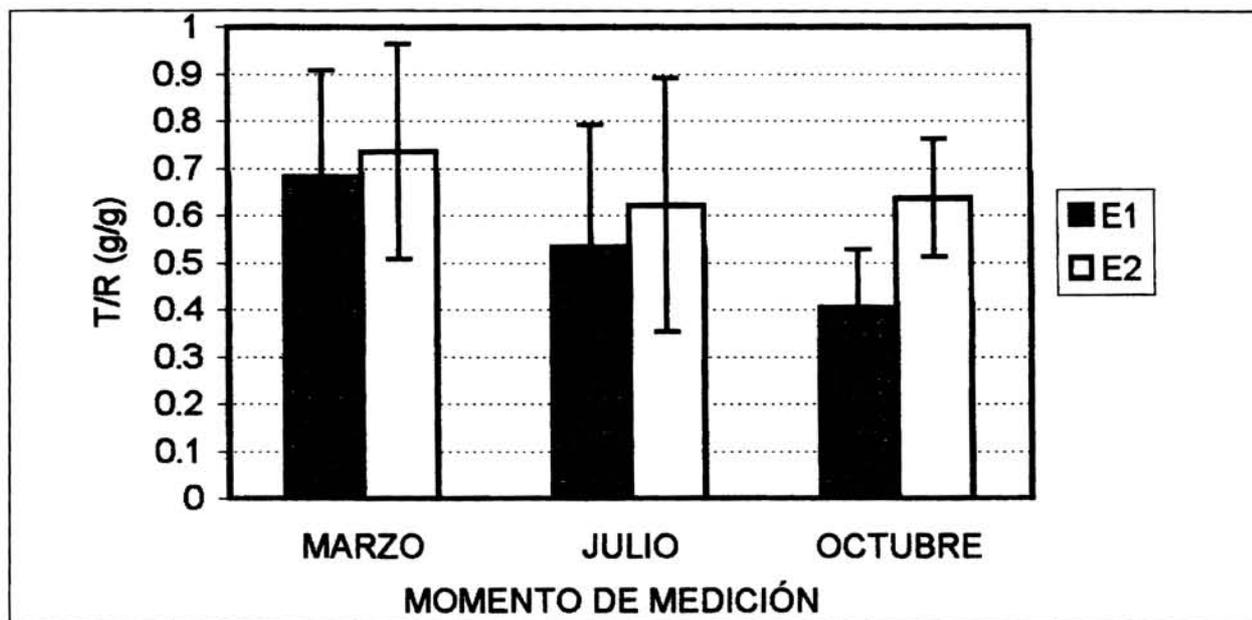


Gráfico 3. Relación entre el tamaño del envase y el cociente de pesos secos de tallo y raíz

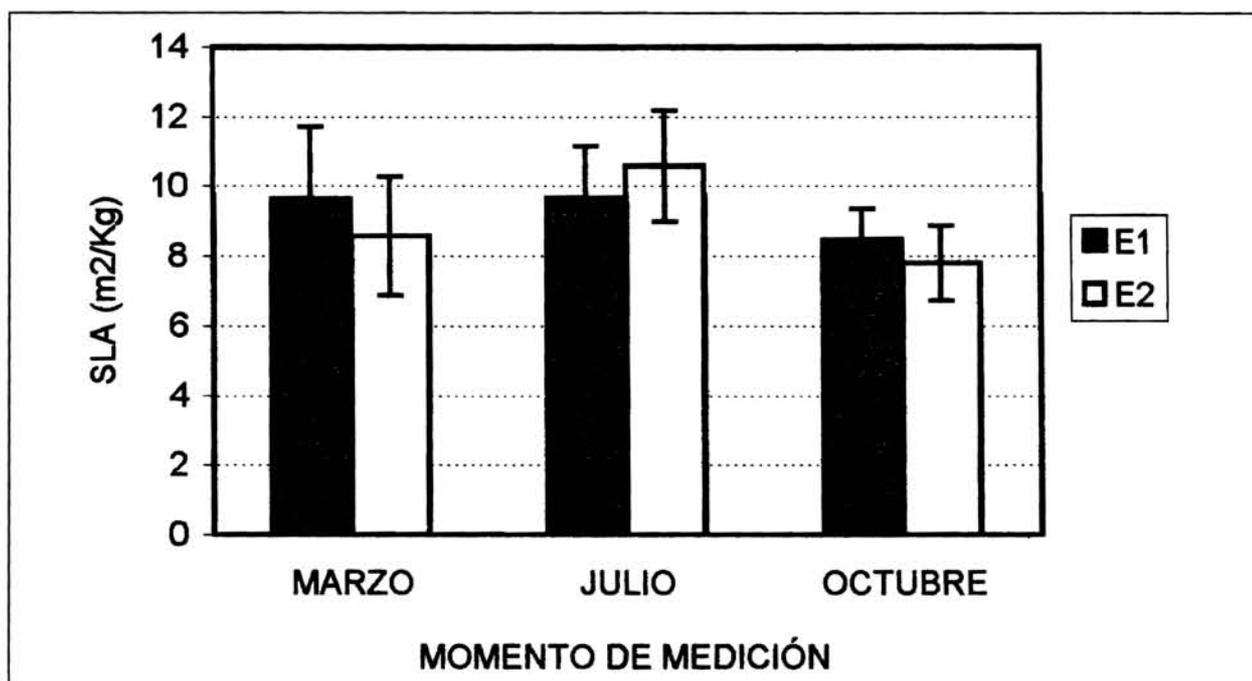


Gráfico 4. Relación entre el tamaño del envase y el área foliar específica

**Tabla 3.- Resultados en octubre según el sustrato (\*significativo al 5%)**

SUSTRATO	PESO SECO RAÍZ (g)	FOTOSÍNTESIS (μmol/m <sup>2</sup> *s)	CONDUCTANCIA (mol/m <sup>2</sup> *s)	POTENCIAL HÍDRICO (bar)
S1	3,179*	7,758*	67,807*	-17,6*
S3	2,808	9,190	85,11*	-19,7
S5	1,892*	5,563*	49,69*	-22,9*

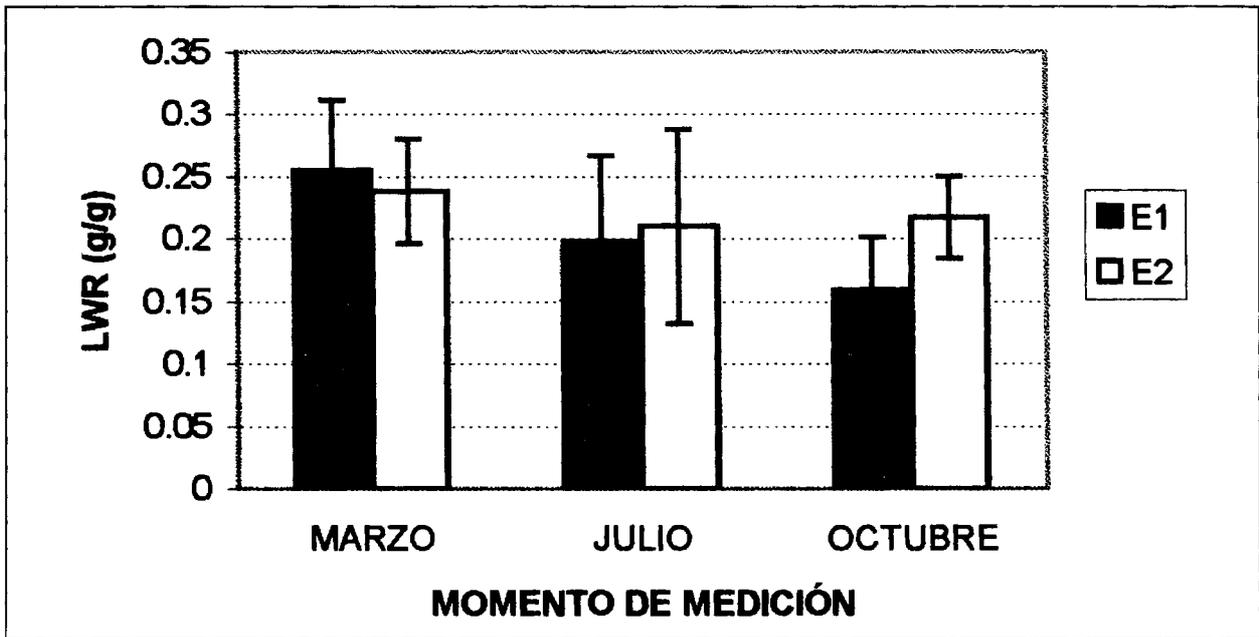


Gráfico 5. Valores de la tasa de peso foliar según el tamaño del envase y el momento de medición

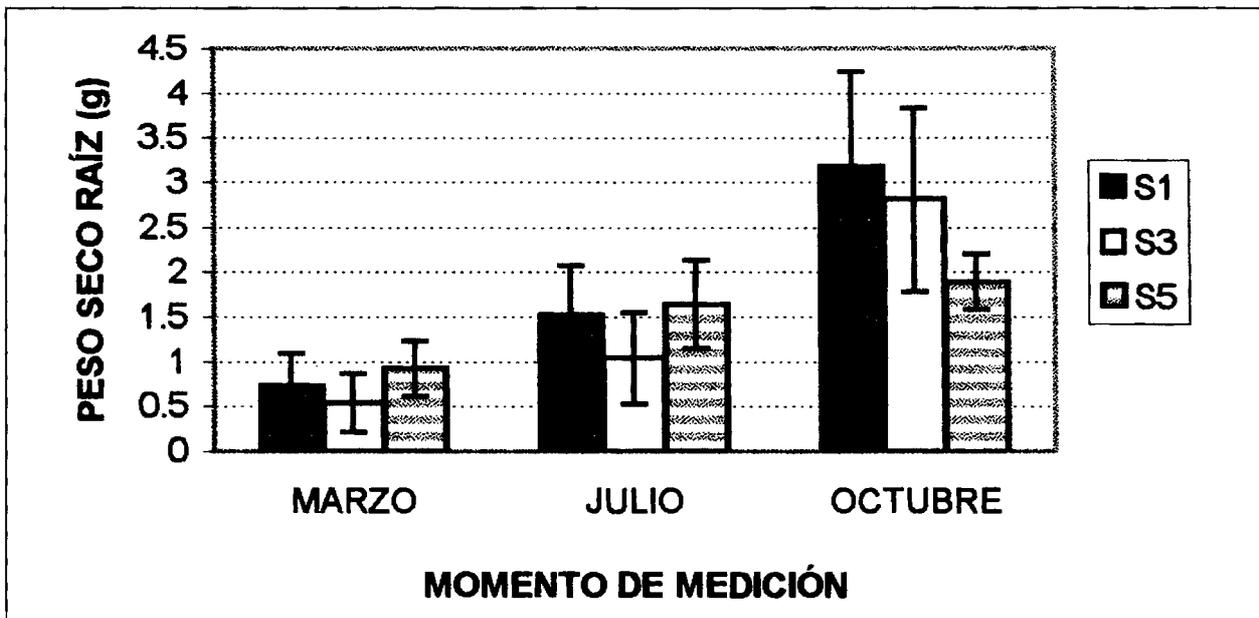


Gráfico 6. Peso de raíz para cada sustrato, según el momento de medición

De todos estos resultados en vivero se deduce un comportamiento diferente de las plantas en campo. Cabe esperar que aquellas con un sistema radical más desarrollado sean capaces de adaptarse mejor a las nuevas condiciones de campo, donde el agua será limitante y las raíces el único medio de alimentación pues la bellota está totalmente consumida.

• **Sustrato**

La Tabla 3 muestra los resultados para los distintos parámetros según el tipo de sustrato. De los mismos se deduce que son las plantas cultivadas con un sustrato que contiene tierra de alcornocal las que se diferencian de las demás. En los parámetros morfológicos sólo existen diferencias signifi-

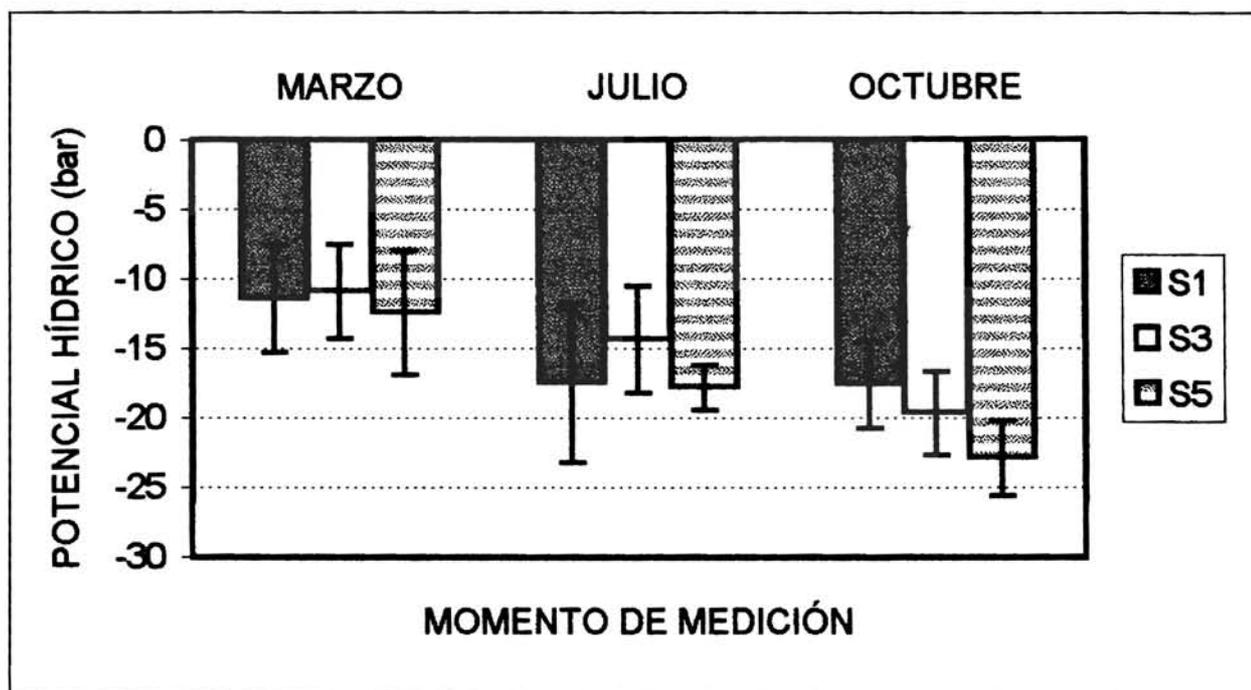


Gráfico 7. Potencial hídrico según el tipo de envase y el momento de medición

cativas entre S1 y S5 referido al peso seco de la raíz. Se trata S5 de un sustrato más compacto que el resto, lo que impide un desarrollo adecuado del sistema radical. Las diferencias fisiológicas se centran en el potencial hídrico (Gráfico 7) (establece diferencias significativas con el sustrato base), la fotosíntesis y la conductancia estomática (diferencias significativas con el sustrato que contiene corteza de pino). La excesiva compacidad del sustrato S5 causa una mayor sequedad del sustrato, que va a presentar los

potenciales más bajos, ya desde la medición de julio.

Las características particulares del sustrato S5 marcarán también su desarrollo en campo. El terreno de plantación es arenoso, fácilmente penetrable por las nuevas raíces que se formen; sin embargo, posiblemente, las plantas cultivadas en dichos sustrato presentarán más problemas en la colonización del suelo por la compacidad del cepellón formado en vivero.

Tabla 4. Altura y diámetro en campo en abril (\*significativo al 5%)

TRATAMIENTO	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (mm)
FP-150 (E2)	14,780*	2,733
FP-300 (E1)	18,824*	3,005
S1	16,545**	2,895
S3	21,000**	3,216
S5	16,820	2,852

### 3.2. Seguimiento en campo

De las mediciones de altura y diámetro en abril (Tabla 4) se deduce que las plantas han reiniciado su crecimiento tras la parada invernal, lo que viene corroborado por los datos de transpiración y fotosíntesis, que muestran que la planta está en plena actividad. Los datos de potencial de base (Tabla 5) muestran que se encuentran en buen estado hídrico, debido a las lluvias abundantes acaecidas durante los meses posteriores a su plantación y que se han prolongado hasta principios de la primavera.

Los resultados de supervivencia han sido altamente satisfactorios debido en gran parte a la lluvia y a las buenas condiciones del terreno en el momento de la plantación. Se puede observar que en numerosos casos la yema apical se ha secado -posiblemente por frío- pero las yemas laterales han retomado el crecimiento dando lugar a nuevos brotes.

La Tabla 6 muestra el número de plantas con la yema apical seca, pero cuyo creci-

miento ha sido retomado por alguna lateral. De la misma se deduce que el porcentaje más alto de plantas puntisecas se obtiene con el sustrato S5, que como se ha comentado anteriormente es muy compacto. A este le siguen las plantas cultivadas en envase pequeño y a continuación las cultivadas con sustrato que contiene corteza de pino. El seguimiento de estas plantas permitirá determinar las posibles marras que lleguen a producirse. Sin embargo, los resultados finales sobre el número de marras no se podrán obtener hasta transcurrido el verano, cuando las condiciones hídricas serán el factor limitante. A esto hay que añadir la gran capacidad de rebrote característica del alcornoque, que al igual que ha ocurrido en primavera, será capaz de rebrotar tras la sequía estival.

En cuanto a los resultados de campo correspondientes al mes de abril, se observan diferencias significativas en la altura para los dos tipos de envase y entre los sustratos S3 y S1, diferencias no presentes en el momento de la plantación. Respecto al potencial de base no existen diferencias significativas, con valores entre -2,5 y -4 bar según el tratamiento.

**Tabla 5. Potencial de base en campo según el sustrato en el mes de abril**

SUSTRATO	POTENCIAL DE BASE (bar)
S1	-3,2
S3	-2,8
S5	-2,3

**Tabla 6. % de plantas con la yema apical seca**

TRATAMIENTO	% POR TRATAMIENTO
S1	20,8
S3	22,7
S5	38,9
FP-150 (E2)	33,3
FP-300 (E1)	22,2

### 4. BIBLIOGRAFÍA

DURYEA, M.L. (de.); 1985. *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. Proceedings of the Workshop held in October 16-18, 1984. Forest Research Lab. Oregon State University. Corvallis.

HAWKINS, C.D.B. & BINDER, W.D.; 1990. *State of the art seedling stock quality tests based on seedling physiology*. En Target Seedling Symposium: Proceedings, combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. (ed. ROSE, R., CAMPBELL, S.J. & LANDIS, T.D.). August 13-17, Oregon. Gen. Tech. Rep. RM-200. Ft Collins, CO:USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

JOLY, R.J.; 1985. *Techniques for determining seedling water status and their effectiveness stress*. En Evaluating seedling quality: prin-

ciples, procedures and predicitive abilities of major tests.(ed. M.L. DURYEYEA). Proceedings of the Workshop held in October 16-18, 1984. Forest Research Lab. Oregon State University. Corvallis.

LANDIS, T.D. et al; 1990. *Containers and growing media*. En *The tree nursery manual*. Vol. 2.

MEXAL, J.G. & LANDIS, T.D.; 1990. *Target seedlings concepts: Height and diameter*. En *Target Seedling Symposium:Proceedings, combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations*.(ed. ROSE, R., CAMPBELL, S.J. & LANDIS, T.D.). August 13-17, Oregon. Gen. Tech. Rep. RM-200. Ft Collins, CO:USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

PEARCY, R.W., EHLERINGER, J.R., MOONEY,

H.A. & RUNDEL, P.W.; 1989. *Plant physiological ecology: field methods and instrumentation*. Chapman and Hall.

PEÑUELAS, J.A.; 1993. *Calidad de la planta forestal para el plan de reforestación de tierras agrícolas*. Montes 33:84-97.

ROSE, R., CARLSON, W.C. & MORGAN, P.; 1990. *The target seedling concept*. En *Target Seedling Symposium:Proceedings, combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations*.(ed. ROSE, R., CAMPBELL, S.J. & LANDIS, T.D.). August 13-17, Oregon. Gen. Tech. Rep. RM-200. Ft Collins, CO:USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

TIMMIS, R.; 1980. *Stress resistance and quality criteria for tree seedling: analysis, measurement and use*. N.Z.J. For. Sci. 10(1): 21-53.