

**Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta.<sup>1</sup>**

**Rafael M Navarro, Antonio D del Campo, y Jordi Cortina**

7.432 palabras

2 Tablas

---

<sup>1</sup> Navarro, R.M., del Campo, A.D. and Cortina, J. (2006). Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. Cap. 2. In *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Cortina, J., Peñuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A., and Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

## **Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta.**

**Rafael M Navarro, Antonio D del Campo, y Jordi Cortina**

### **1. Introducción**

A corto plazo, el propósito de cualquier lote de planta cultivado en vivero y destinado a repoblación es superar satisfactoriamente la fase de establecimiento. Sobre esta idea tan sencilla de adecuación al uso, se ha desarrollado el concepto de calidad de planta durante las últimas décadas (Mattsson, 1997). El periodo de establecimiento es variable, aunque generalmente se acepta que tiene una duración básica de dos años, con una mayor importancia del primero. En este periodo inicial, puede distinguirse una primera fase, especialmente crítica, en la cual el brinzal debe recuperarse del posible estrés sufrido durante su manejo y establecer el contacto entre sus raíces y el suelo, a fin de retomar las funciones vitales de absorción de agua y nutrientes en el nuevo ambiente (Margolis y Brand, 1990). Esto hace que los factores que afectan al estado hídrico de la planta en el momento de la plantación tengan una influencia decisiva en la supervivencia inicial (Burdet, 1990; Heiskanen y Rikala, 2000). En una segunda fase, tras el reestablecimiento de las funciones fisiológicas de la planta, lo deseable es que ésta exhiba unos patrones de crecimiento y desarrollo adecuados a las condiciones de la estación, así como a la capacidad de la especie (este desarrollo morfológico cobra especial importancia en climas mediterráneos, donde la planta debe garantizarse el suministro hídrico antes de que llegue el primer verano). El mayor o menor éxito en la consecución de estos objetivos es lo que constituye la respuesta en plantación, tradicionalmente cuantificada en términos de supervivencia y crecimiento.

La respuesta en plantación o al establecimiento se ve afectada por multitud de factores que, en conjunto, son los que deben condicionar la elección de la calidad de planta y de la técnica repobladora. Según South (2000), estos factores son, en orden de importancia, las condiciones ambientales, el manejo de la planta, su morfología y su fisiología, a lo que habría que añadir los factores genéticos. La influencia de estos factores en el establecimiento ha recibido considerable atención de cara a una mejor predicción y/o interpretación de la supervivencia (Tesch *et al.*, 1993; Elliot y Vose, 1995; McTague y

Tinus, 1996; McKay, 1997; Scheneider *et al.*, 1998; Navarro y Palacios, 2004). En bastantes casos se menciona la predominancia de los factores ambientales y de estación sobre el factor calidad de planta como principales responsables de la respuesta en plantación, aunque cuando se trabaja en unas mismas condiciones ambientales, la influencia del último suele ser definitiva. En cualquier caso, cada uno de estos factores afecta a otros, por lo que el estudio de la respuesta debe hacerse en un contexto que considere las posibles interacciones entre ellos (Roth y Newton, 1996; Ketchum y Rose, 2000; Navarro y Palacios, 2004).

En este apartado se revisan los diferentes factores que influyen en el éxito de una repoblación, a partir de las experiencias publicadas (Tabla 1), y se indican aquellas variables que presentan una mayor correlación con la supervivencia y el crecimiento, y su importancia relativa con respecto a la calidad de planta cuando existen estudios comparativos.

## **2. Factores que afectan a la respuesta en plantación**

### *2.1. La calidad de la planta en la respuesta en plantación*

La información presentada en las secciones siguientes y en la amplia bibliografía mencionada permite responder, en términos generales, de manera afirmativa a la pregunta de si existe una relación positiva entre la calidad de la planta y su comportamiento en el campo. En muchos casos esto ha permitido el desarrollo de estándares de calidad morfológicos y/o fisiológicos para numerosas especies en condiciones ecológicas muy diferentes (Dunsworth, 1997; Kooistra y Brazier, 1999; South, 2000; Menzies *et al.*, 2001; Stape *et al.*, 2001, del Campo y Navarro, 2004a, 2004b). En particular, las experiencias realizadas con especies mediterráneas son ampliamente desarrolladas y analizadas en las secciones posteriores, las cuales aportan datos concretos sobre estos aspectos.

### *2.2. Condiciones meteorológicas*

La supervivencia de las plantas viene determinada por la evolución de las condiciones climáticas después de la plantación y durante todo el establecimiento, y esta dependencia, en el ámbito mediterráneo, se concreta en la existencia, en primer lugar, de precipitaciones que aseguren un arraigo inicial de la planta, y en segundo lugar, de un periodo vegetativo suficientemente largo, previo a la llegada del periodo estival seco. Gómez y Elena-Roselló (1997) sugieren estudiar las causas abióticas relacionadas con la

pérdida de supervivencia en repoblaciones forestales, y recomiendan dos niveles de aproximación: causas meteorológicas directas y condiciones de estación que matizan las causas meteorológicas. Entre las primeras, estos autores proponen un conjunto de variables termo-pluviométricas para evaluar el grado de riesgo meteorológico para el éxito de una repoblación, así como un modelo de análisis de la variabilidad meteorológica respecto a la incidencia de marras. Más recientemente Alloza y Vallejo (1999), estudiaron la correlación entre los porcentajes de marras y algunas variables climáticas. Aunque los resultados no fueron concluyentes, se observó una correlación positiva entre la duración del periodo seco (máximo número de días consecutivos con precipitación menor o igual a 5 mm) del año de plantación y el porcentaje de marras ( $R^2 = 0,67$ ;  $P < 0,001$ ).

Varios autores (Vilagrosa *et al.*, 1997b; Alloza y Vallejo, 1999; del Campo, 2002; Alloza, 2003) han relacionado la supervivencia inicial con el régimen de precipitaciones. Así, la escasez de precipitaciones en el periodo inmediatamente posterior a la plantación es el factor que produce mayor riesgo para la supervivencia de la planta en zonas mediterráneas (Alloza y Vallejo, 1999), en particular en aquellas en que es posible el inicio de la actividad vegetativa durante el invierno. Los resultados obtenidos por del Campo (2002) con encina, alcornoque, algarrobo y acebuche indican que, dependiendo de la precipitación del año de plantación (año hidrológico), la respuesta en campo como función de la diferente calidad de varios lotes de planta se hace más acusada, siendo generalmente más contrastada la supervivencia en el año más seco. En esto coinciden con la propuesta de Simpson y Ritchie (1997) en el sentido de que la calidad de planta tiene una mayor influencia en la respuesta post-transplante cuando las condiciones son más limitantes.

Partiendo de algunas de las variables meteorológicas seleccionadas por del Campo (2002) para describir la influencia del clima en el establecimiento, se ha confeccionado una matriz de correlación compilando trabajos de diversos autores con información meteorológica y de establecimiento (Tabla 2). También se ha incluido en la matriz otras variables relevantes de la plantación a fin de aportar información para el desarrollo de los puntos siguientes de este capítulo. En esta matriz, las correlaciones entre variables cuantitativas se establecieron mediante el coeficiente de correlación de Pearson, y a través del coeficiente de correlación de Spearman para las no paramétricas (todas con  $P < 0,05$ ). Los resultados para el caso de la meteorología indican que la supervivencia aparece correlacionada negativamente con la evapotranspiración acumulada hasta el mes de junio, y

positivamente con la precipitación estival (junio-julio-agosto) (Tabla 2). Ambas variables presentan, igualmente, similares correlaciones con el crecimiento en diámetro, y en el caso de la precipitación estival, también con el crecimiento en altura. El resto de las variables no parece mostrar correlaciones de interés ni con la supervivencia ni con el crecimiento. La influencia observada de la evapotranspiración en la respuesta indica que el papel de los factores meteorológicos en la supervivencia normalmente va más allá de la simple precipitación, siendo necesario considerar otras variables climáticas como la temperatura, la humedad relativa o la radiación.

### 2.3. Condiciones edáficas

La respuesta inicial al establecimiento parece estar también relacionada con las características edáficas de la estación. En particular, muchos de los modelos de potencialidad del terreno para repoblaciones forestales dan una gran importancia a estas variables (Bonffils, 1978). En condiciones mediterráneas se ha encontrado que la proporción de partículas finas del suelo (limos finos + arcillas) se correlaciona negativamente con la supervivencia en varias especies mediterráneas entre las que se encuentra la carrasca (*Quercus ilex* L. subs. *ballota* (Desf.) Samp) (Vilagrosa *et al.*, 1997a; Vilagrosa *et al.*, 2001). Alloza (2003) obtuvo bajo una amplia variedad de condiciones experimentales (especies, calidades de planta, tipos de preparación del terreno, distintos años, etc.) una mayor mortalidad para plantaciones realizadas sobre calizas respecto de aquellas sobre otras litologías de la Comunidad Valenciana. También en Valencia, del Campo *et al.* (2005a) encontraron importantes variaciones de la supervivencia de pino rodeno (*Pinus pinaster* Aiton.) según la textura del suelo, aunque en cada localización se mantuvo el orden relativo entre los distintos lotes de pino ensayados, indicando que la calidad de planta se mantenía constante para distintas estaciones. Otras variables edáficas, como el porcentaje de gravas o la profundidad del suelo (especialmente profundidades cercanas a 30 cm.) pueden afectar al comportamiento de los brinzales introducidos y de las posteriores masas forestales, incluso a partir de variaciones relativamente modestas (Olarieta *et al.*, 2000; Maestre *et al.*, 2003a).

Los terrenos objeto de repoblación sobre los que se realizaron los distintos trabajos seleccionados en la Tabla 2 pueden dividirse en dos tipos de uso previo del suelo: agrícolas (normalmente con condiciones edáficas menos limitantes), y forestales (con condiciones

edáficas más limitantes). En los suelos agrícolas se observó una supervivencia significativamente mayor que en los suelos forestales ( $N=56$ ,  $P<0,001$ ), mientras que el crecimiento no presentó una correlación significativa con el tipo de uso.

#### 2.4. Procedimientos de preparación del terreno

Otro aspecto que influye en la supervivencia es el tipo de preparación del terreno, en particular en climas mediterráneos, donde éste influye directamente en el volumen de agua infiltrado en la zona radical del plantón (Querejeta *et al.*, 2001; Castillo *et al.*, 2001; Ruiz *et al.*, 2001a; Bocio *et al.*, 2001; Barberá *et al.*, 2005). En un trabajo de revisión, South *et al.* (2001) proponen una serie de modelos teóricos del efecto combinado de la calidad de planta y el tipo de preparación.

Las preparaciones superficiales, como los ahoyados manuales remueven poco volumen de suelo y ello puede obstaculizar el desarrollo radical (Serrada, 1993), aunque en ocasiones son la única alternativa (Fig. 1). Del análisis de los trabajos estudiados, que incluyen entre sus tratamientos preparaciones manuales y mecanizadas, se observó que los valores mayores de supervivencia se obtienen con las labores más intensas de preparación del suelo (Querejeta *et al.*, 2001; Alloza, 2003; Barberá *et al.*, 2005). Para los casos estudiados en este trabajo (Tablas 1 y 2), se han encontrado relaciones significativas entre la supervivencia y el procedimiento de preparación, siendo mayor la supervivencia para las preparaciones del terreno de mayor intensidad (retroexcavadora y subsolados) ( $N=56$ ;  $P=0,048$ ) (Tabla 2). Esta variable, sin embargo, no presentó una correlación significativa con el crecimiento.

La interacción entre la fecha de plantación y el procedimiento de preparación parece indicar que las limitaciones impuestas por la irregularidad de la precipitación después de la plantación pueden verse compensadas por la intensidad de la labor (Navarro y Palacios, 2004). En todas las fechas de plantación estudiadas, estos autores encontraron que el subsolado obtuvo valores de supervivencia muy superiores al ahoyado manual. En esas condiciones de preparación, parece que la escasa modificación de las variables ambientales que inducen los ahoyados manuales (Pemán y Navarro, 1996), y el efecto positivo de las preparaciones de cierta intensidad (Querejeta *et al.*, 2001; Ruiz *et al.*, 2001a), influyen positivamente y de forma significativa en la supervivencia, con valores superiores al 75% en las fechas de plantación más tempranas (noviembre-enero) en clima meso-mediterráneo

(Fig. 2). Sin embargo, se observa claramente que la preparación no es capaz de corregir los errores de plantación derivados de una fecha muy tardía, ya que la mayor disponibilidad de agua en preparaciones intensas no compensa la reducción en la duración del periodo vegetativo pre-estival.

### 2.5. Fecha de plantación

La fecha de plantación ha sido considerado uno de los factores de mayor importancia en la supervivencia al final del primer año (Royo *et al.*, 2000; Navarro y Palacios, 2004). En trabajos realizados con especies mediterráneas se ha encontrado que las plantaciones realizadas durante el periodo entre noviembre y enero, parecen asegurar el éxito de la repoblación, pero un retraso excesivo en la fecha de plantación, compromete la supervivencia final, independientemente de la calidad del resto de las labores, y en particular independientemente del procedimiento de preparación (Navarro y Palacios, 2004). Los resultados de estos autores coinciden parcialmente con los obtenidos por Royo *et al.* (2000), que encontraron que la época de plantación con elevadas posibilidades de supervivencia (>90 %) para pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.), se extiende desde primeros de noviembre a primeros de marzo en condiciones meso-mediterráneas (Valencia), periodo que puede ser excesivo en condiciones termo-mediterráneas con elevada demanda evapotranspirativa en primavera. No obstante, estos resultados pueden variar con la especie; así, Pardos *et al.* (2003) obtuvieron resultados para pino carrasco similares a los trabajos anteriores (mayor supervivencia en plantaciones tempranas) pero no encontraron dependencia entre la supervivencia de encina y la fecha de plantación, aunque sí entre ésta y el crecimiento en altura a los dos años, siendo éste mayor en los tratamientos con plantación más tardía.

### 2.6. Control de la vegetación herbácea

Las plantaciones forestales en terrenos agrícolas se caracterizan por la presencia de un importante banco de semillas en el suelo, lo que unido a su distribución espacial y la periodicidad de las labores, favorece la colonización de vegetación herbácea. La competencia ejercida por esta vegetación suele ser la primera causa de pérdida de planta en terrenos agrícolas, con el consiguiente gasto en reposición de marras, y el deficiente desarrollo vegetativo de las que sobreviven (Navarro y Saavedra, 1997; Navarro *et al.*, 2005a) (Fig. 3). Los procedimientos básicos que pueden utilizarse para controlar la vegetación en

plantaciones forestales son el laboreo (o escardas manuales), la aplicación de herbicidas (según diferentes técnicas) y el uso de protectores horizontales (acolchados o *mulches*). Todos ellos permiten, en mayor o menor medida, manejar la vegetación, seleccionando y favoreciendo el desarrollo de las especies más interesantes para defender el suelo de la erosión, o reducir las poblaciones de las especies más competitivas, agresivas o de escaso valor ambiental. Actualmente el laboreo es el método más utilizado en forestación de explotaciones agrarias, lo cual no supone más que una generalización de lo que ocurre en los terrenos agrícolas (Navarro y Zaragoza, 2001).

El uso de herbicidas, localizado y/o combinado con otras técnicas, se ofrece como una alternativa de notable interés, ya que en la mayor parte de las repoblaciones forestales no es necesario ni conveniente eliminar totalmente la vegetación espontánea. La experiencia en el uso de herbicidas en plantaciones forestales es relativamente reducida en comparación con la que existe para cultivos agrícolas (Fernández-Cavada *et al.*, 1995; Jiménez y Cabezuelo, 1995; Peñuelas *et al.*, 1997; Jiménez, 1999; Jiménez y Saavedra, 1999; Ortega *et al.*, 1999; Ruiz *et al.*, 2001b; Navarro *et al.*, 2005a).

Los protectores horizontales representan una técnica alternativa para el establecimiento de repoblaciones. Pueden producir efectos beneficiosos relacionados con la mejora de las condiciones de humedad del suelo, la reducción de la competencia por vegetación arvense, la disminución de la transpiración de la planta, así como la regulación de la temperatura del suelo (van Lerberghe y Gallois, 1997). Sin embargo, no está muy claro su efecto en todos los casos, presentando algunas limitaciones en suelos pesados, y en climas con fuertes restricciones hídricas (Navarro *et al.*, 2005b). En términos de supervivencia, los resultados no son concluyentes, en algunos casos se logra una mejora considerable (Haywood, 2000), mientras que en otros la supervivencia no se diferencia significativamente del control (Oliet *et al.*, 1997; Navarro *et al.*, 2005b), debido posiblemente a que en condiciones climáticas con tendencia a la aridez se reduce considerablemente el efecto beneficioso del tratamiento por la escasa competencia y la evolución de la humedad del suelo.

Cabe tener en cuenta, no obstante, que las interacciones entre la vegetación pre-existente y la vegetación introducida no necesariamente han de ser negativas. En el balance de interacciones positivas y negativas, a menudo prevalecen las primeras en terrenos de



mayor vocación forestal, y con vegetación menos competitiva que las herbáceas (propias de suelos agrícolas), al menos a corto plazo y en medios áridos. En esta situación, existen ejemplos de fenómenos de facilitación, especialmente relacionados con modificaciones climáticas (como la reducción de la radiación solar recibida) (Maestre *et al.*, 2001; Castro *et al.*, 2002; Maestre *et al.*, 2003b; Castro *et al.*, 2004). Estas interacciones son dinámicas y complejas, por lo que pueden depender de la especie y de las condiciones edáficas y climáticas, variando de un año a otro y de una repoblación a otra (Maestre *et al.*, 2004).

## 2.6. Heterogeneidad espacial

Las condiciones ambientales (topografía, edafología, climatología,...) pueden llegar a ser extraordinariamente variables no sólo entre localizaciones o rodales, escala tradicionalmente empleada en las decisiones de restauración, sino también a escalas inferiores (Maestre *et al.*, 2003a), lo que hace conveniente considerar el concepto de microsítio como un factor más que afecta al establecimiento. Así, algunos trabajos evidencian que dentro de un mismo rodal de plantación puede existir incluso mayor variación ambiental que entre diferentes rodales (Alloza, 2003, del Campo *et al.*, 2005b), lo que a su vez origina que la respuesta en plantación muestre notables diferencias cuando se analiza dentro del rodal. Determinados microsítios juegan un papel muy importante en la regeneración, supervivencia y crecimiento de plantas individualmente (Maestre y Cortina, 2002; Elmarsdottir *et al.*, 2003), siendo las propiedades físicas e hídricas del suelo, las que normalmente presentan mayor variabilidad, aunque también las condiciones de luz y nutrientes son determinantes (Setterfield, 2001).

La identificación de estos microsítios o puntos de plantación donde se presenta una conjunción favorable de factores ambientales (luminosidad, infiltración de escorrentías superficiales, microtopografía, etc.) podría suponer una importante mejora del establecimiento de plantaciones; especialmente en estaciones desfavorables con abundancia de afloramientos rocosos y presencia de suelo embolsado, donde las preparaciones del terreno mecanizadas no son viables. Sin embargo, los estudios sobre el efecto de la variabilidad espacial en el establecimiento de repoblaciones forestales mediterráneas no son muy abundantes y su aplicación práctica es muy limitada, aunque sí son suficientes como para constatar su importancia.

## Conclusiones

En general, para comprender el establecimiento de brinzales forestales es necesario conocer mejor la expresión y la dependencia de las distintas características de la planta, su evolución en el tiempo y la capacidad del brinzal para ajustarlas ante situaciones cambiantes como las que impone la plantación (sección 1). Los resultados obtenidos hasta el momento evidencian la complejidad del problema debido a las interacciones múltiples entre los atributos de calidad de planta (capítulo 4), unido a los restantes factores ambientales que condicionan el establecimiento (capítulo 2), lo que hace que las indicaciones sobre la importancia de cada uno de los factores considerados individualmente puedan ser contradictorias. No obstante, parece confirmarse la hipótesis de South (2000) relativa a la mayor importancia de los factores de estación, en particular el procedimiento de preparación y la fecha de plantación (y su modificación mediante la técnica repobladora) sobre los valores absolutos de supervivencia y crecimiento frente a la calidad de planta, que tiene un peso mayor cuando se mantienen constantes los factores anteriores. En cualquier caso, es preciso profundizar en el conocimiento de estas interrelaciones, de forma que se pueda contribuir a mejorar el establecimiento de las repoblaciones.

### Agradecimientos.

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de ASOCIAFLOR, y de los viveros Paisajes del Sur (Granada), Andarax (Almería), Sierra Norte (Sevilla), Ponce Lajara, Zulaime (Granada), la Red de Viveros de Andalucía de la Consejería de Medio Ambiente y los viveros públicos de Alicante (Conselleria de Territorio y Vivienda, Generalitat Valenciana), por su generosidad a la hora de compartir con nosotros su experiencia, su ilusión por producir planta de la mejor calidad posible, y sobre todo por su amistad. El trabajo de JC ha sido financiado por el proyecto CREOAK (UE DGXII 5º PM, QLRT-2001-01594) y el proyecto VARQUS (Ministerio de Ciencia y Tecnología, CGL2004-04325/BOS).

## Referencias

- Alloza, J.A. 2003. Análisis de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Desarrollo de criterios y procedimientos de evaluación. Tesis Doctoral. 301 pp. Univ. Politécnica de Valencia. Valencia.
- Alloza J.A.; Vallejo, R. 1999. Relación entre las características meteorológicas del año de plantación y los resultados de las repoblaciones. *Ecología* 13: 173-187.

- Barberá, G.G.; Martínez-Fernández, F.; Alvarez-Rogel, J. ; Albaladejo, J. y Castillo, V. 2005. Short and intermediate-term effects of site and plant preparation techniques on reforestation of a Mediterranean semiarid ecosystem with *Pinus halepensis* Mill. *New Forest*, 29:177–198
- Bonfils, P. 1978. Le classement des sols en vue de la reforestation en zone méditerranéenne. *Rev. Forest. Fr.*, vol. 30, n° 4, 271-282.
- Bocio Peralta, I.; De Simón Navarrete, E.; Navarro Reyes, F. B.; Ripoll Morales, M. A. 2001. Efectos de diferentes procedimientos de preparación del suelo en la forestación de tierras agrarias. III Congreso Forestal Español. Mesa 3: 317-322.
- Burdett, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 415-427.
- Castillo, V.; Querejeta, J, Albadalejo, J. 2001. Disponibilidad hídrica en repoblaciones de *Pinus halepensis* Mill. en medios semiáridos: efectos de los métodos de preparación del suelo. III Congreso Forestal Español. Mesa 3: 94-99.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., y Gómez, J.M. 2002. The use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation, in Mediterranean mountains. *Rest. Ecol.* 10: 297-305.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., Gómez, J.M. y Gómez-Aparicio, L. 2004. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. *Rest. Ecol.* 12: 352-358.
- del Campo, A.D. 2002. Régimen de cultivo, desarrollo en vivero, calidad de planta y respuesta al establecimiento en cuatro especies de frondosas mediterráneas. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, 310 pp.
- del Campo, A.D.; Navarro, R.M. 2004a. Calidad de lotes comerciales de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.). Evaluación de su respuesta en campo. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 35-42
- del Campo, A.D.; Navarro, R.M. 2004b. Calidad de lotes comerciales de acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris* Brot.). Evaluación de su respuesta en campo. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 43-49
- del Campo, A.D.; Hermoso, J.; Ibáñez, A.; Navarro, R.M. 2005a. Respuesta postrasplante y evolución del potencial hídrico en plantación de *Pinus pinaster* Ait. en varias localizaciones de Valencia. En: IV Congreso Forestal Español, Mesa 2. Zaragoza 26-30 Sep. Vol Resúmenes + CD. pg 214 (8 pp).
- del Campo, A.D.; Hermoso, J.; Cabrera, A.M.; Ibáñez, A.J.; Navarro, R.M. 2005b. Influencia de la variación local de la estación en la restauración forestal. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 20: 79-85
- Domínguez-Lerena, S.; Murrias, G.; Herrero, N. y Peñuelas, J.L. 2001. Comparación del desarrollo de ocho especies mediterráneas durante su primer año en campo y su relación con los parámetros funcionales de las plantas. Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 3: 75-81.
- Dunsworth, G.B. 1997. Plant quality assessment: an industrial perspective. *New Forests*, 13: 439-448.

- Elliott, K.J.; Vose, J.M. 1995. Evaluation of the competitive environment for white pine (*Pinus strobus* L.) seedlings planted on prescribed burn sites in the southern Appalachians. *Forest Science* 41(3): 513-530.
- Elmarsdottir, A.; Aradottir, A.L. & Trlica, M.J. 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology*, 40: 815-.
- Fernández-Cavada S., Coscolluela J., Sopena J.M., Zaragoza C. 1995. Primeros resultados de un ensayo de herbicidas en vivero de *Pinus halepensis* y *P. pinaster*. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología. Huesca. 297-301.
- Gómez, V.; Elena-Rosseló, R. 1997. Investigación de las marras causadas por factores ecológicos de naturaleza meteorológica. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 4: 13-25.
- Haywood, J.D. 2000. Mulch and hexazinone herbicide shorten the time longlife pine seedlings are in the grass stage and increase height growth. *New Forests*, 19: 279-290.
- Heiskanen, J.; Rikala, R. 2000. Effects of peat-based container media on establishment of scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings after transplanting in contrasting water conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15: 49-57.
- Jiménez, M. 1999. Selectividad de plantones de forestales. XIII reunión Grupo de Trabajo Fitosanitario de Malas Hierbas y Herbicidas de las CCAA. Gerona. 68-70.
- Jiménez, M. y Cabezuelo, P. 1995. Evaluación de la fitotoxicidad de herbicidas sobre plantones de *Quercus rotundifolia* Lam. (Encina). Actas Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología. Huesca. (225-228).
- Jiménez, M. y Saavedra, M. 1999. Selectividad de herbicidas en nuevas plantaciones de *Quercus ilex* y *Pinus halepensis*. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología. Logroño. 347-352.
- Ketchum, J.S.; Rose, R. 2000. Interaction of initial seedling size, fertilization and vegetation control. En: 21 st Forest Vegetation management conference. Redding, Jan 18-20, 2000. CA. pp: 63-69.
- Kooistra, C.; Brazier, D. 1999. Seedling standards and the need for them. En: Landis, T.D. y Barnett, J.P. (tech. coords.). National proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. GTR-SRS- 25. Ashville, NC: USDA Forest Service Southern Research Station: 111-115 pp.
- Maestre, F. T. & J. Cortina. 2002. Spatial patterns of surface soil properties and vegetation in a Mediterranean semi-arid steppe. *Plant and Soil* 241: 279-291.
- Maestre, F.T., Bautista, S., Cortina, J., y Bellot, J. 2001. Potential for using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. *Ecol. Appl.* 11 (6): 1641-165.
- Maestre, F.T., Cortina, J., Bautista, S., Bellot, J. y Vallejo, V.R. 2003a. Small-scale environmental heterogeneity and spatial-temporal dynamics of seedling establishment in a semiarid degraded ecosystem. *Ecosystems* 6: 630-643.

- Maestre, F.T., Bautista, S., y Cortina, J. 2003b. Positive, negative and net effects in grass-shrub interactions in Mediterranean semiarid grasslands. *Ecology* 84(12): 3186-3197
- Margolis, H.A, y Brand, D.G. 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Can. J. For. Res.* 20:375–390.
- McKay, H.M. 1997. A review of effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. *New Forests*, 13: 369-399.
- McTague, J.P.; Tinus, R.W. 1996. The effects of seedling quality and forest site weather on field survival of ponderosa pine. *Tree planters' notes* 47: 16-23.
- Menzies, M.I.; Holden, D.G.; Klomp, B.K. 2001. Recent trends in nursery practice in New Zealand. *New Forests*, 22: 3-17.
- Navarro, R.M. y Saveedra, M. 1997. El laboreo de conservación en la forestación de tierras agrarias. En: García Torres L. y González Fernández P. (Eds.). Agricultura de Conservación. Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. Proyecto Life. AELC/SV. 327-346 pp.
- Navarro, R.M.; Zaragoza, C. 2001. Uso de herbicidas en el mantenimiento del suelo en repoblaciones forestales. En: De Prado, R L. y Jorrián, J. (Eds.). Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI. Universidad de Córdoba. 197-218 pp.
- Navarro, R. M.; Palacios, G. 2004. Efecto de la calidad de planta, el procedimiento de preparación y la fecha de plantación en la supervivencia de una repoblación de *Pinus pinea* L. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 199-204.
- Navarro Cerrillo, R.M., Frageiro, B.; Ceaceros, C.; Del Campo, A.; De Prado, R. 2005a. Establishment of *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* Desf. Samp. Using different weed control strategies in Southern Spain. *Ecological Engineering*, 25: 332-342.
- Navarro Cerrillo, R M; Moreno, J.; Parra, M.A.; Guzmán Álvarez, J.R. 2005b Utilización de tubos invernaderos, mulch plásticos y polímeros en el establecimiento de encina y alcornoque en el semiárido almeriense. *ITEA* 101: 129-134.
- Ocaña, L.; Domínguez, S.; Carrasco, I.; Peñuelas, J.; Herrero, N. 1997. Influencia del tamaño de la semilla y diferentes dosis de fertilización sobre el crecimiento y supervivencia en campo de cuatro especies forestales. En: Actas del II Congreso Forestal Español. Mesa 3: 461-466.
- Olarieta, J.R.; Usón, A. ; Rodriguez, R; Rosa, M.; Blanco, R. y Antúnez, M. 2000. Land requirements for *Pinus halepensis* Mill. growth in a plantation in Huesca, Spain. *Soil Use and Management*. 16: 88-92.
- Oliet, J.; Planelles, R.; Lopez, M.; Artero, F. 1997. Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis*. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 4: 69-79
- Oliet, J.; Planelles, R.; Lopez Arias M. y Artero, F. 2002. Soil water content and water relations in planted and naturally regenerated *Pinus halepensis* Mill. seedlings during the first year in semiarid conditions. *New Forests*, 23: 31-44.

- Ortega, J.C.; Peñuelas, J.; Montero, G.; García-Baudin, J.M. 1999. Respuesta de *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*, a herbicidas: resultados preliminares. *Montes* 53: 83-87.
- Palacios, G. y Navarro, R. M.; 2001. Caracterización de la calidad de planta en vivero de siete procedencias de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Actas III Congreso Forestal Español, Mesa 3: 854-860.
- Pardos, M.; Royo, A.; Gil, L.; Pardos, J.A. 2003. Effect of nursery location and outplanting date on field performance of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* seedlings. *Forestry*, Vol. 76, 1: 67-81
- Peman, J.; Navarro, R.M. 1996. Repoblaciones Forestales. Universidad de Lérida y Universidad de Córdoba, 400 pp. Lérida.
- Peñuelas, J.; Ocaña, L.; Domínguez, S.; Renilles, I.; 1997. Experiencias sobre el control de la competencia herbácea en repoblaciones en terrenos agrícolas abandonados. Resultados de tres años de campo. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 4: 113-118.
- Planelles, R.; Oliet, J.A.; Artero, F.; Lopez, M. 2001. Efecto de distintas dosis N-P-K sobre la calidad funcional de planta de *Ceratonia siliqua*. Respuesta en plantación. Actas III Congreso Forestal Español, Mesa 3: 599-605.
- Querejeta, J.; Roldán, A.; Albaladejo, J. Castillo, V. 2001. Soil water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. *Forest Ecology and Management* 149: 115-128
- Roth, B.E.; Newton, M. 1996. Survival and growth of Douglas-fir relating to weeding, fertilization and seed source. *Western Journal of Applied Forestry*, 11: 62-69.
- Royo, A.; Gil, L.; Pardos, J.A., 2000. Efecto de la fecha de plantación sobre la supervivencia y el crecimiento del pino carrasco. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 10: 57-62.
- Ruiz, F.; Soria, F.; Toval, G. 2001a. Ensayos de preparación del terreno para el establecimiento de masas clonales de *Eucaliptus globulus* (Labill.) en distintos suelos de la provincia de Huelva. III Congreso Forestal Español. Mesa 3: 117-124.
- Scagel, R.; Bowden, R.; Madill, M.; Kooistra, C. 1993b. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. British Columbia. Min. of Forests. SD404.P76. 76 pp.
- Ruiz, J.; Navarro, R.M.; De Prado, R. 2001b. Efecto del glifosato, oxifluorfen, simazina, paracuat+dicuat y tiazopir sobre plantaciones de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.). En: De Prado, R L. y Jorrin, J. (Eds.). Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI. Universidad de Córdoba. 497-502 pp.
- Schneider, W.G.; Knowe, S.A.; Harrington, T.B. 1998. Predicting survival of planted douglas-fir and ponderosa pine on dry, low-elevation sites in southwestern Oregon. *New Forests*, 15: 139-159.
- Serrada Hierro, R. 1993. Apuntes de repoblaciones forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar. ETSIM, Madrid. 398 pp.
- Setterfield, S.A. 2001. Seedling establishment in an Australian tropical savanna: effects of seed supply, soil disturbance and fire. *Journal of Applied Ecology*, 39: 949-959

- Simpson, D.G., Ritchie, G.A.. 1997. Does RGP predict field performance? A debate. *New For.* 13:253-277.
- South, D.B. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. Forestry and Wildlife Research Series N° 1. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. 12 pp.
- South, D.B.; Rose, R.W.; McNabb, K.L. 2001. Nursery and site preparation interaction research in the United States. *New Forests* 22: 43-58.
- Stape, J.L.; Moraes Gonçalves, J.L.; Gonçalves, A.N. 2001. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil. *New Forests*, 22: 19-41.
- Tesch, S.D.; Korpela, E.J.; Hobbs, S.D. 1993. Effects of sclerophyllous shrub competition on root and shoot development and biomass partitioning of Douglas-fir seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 1415-1426.
- van Lerberghe y Gallois, 1997. Les objectifs culturaux du paillage et ses conséquences. *Fôret Enterprise*, 116: 26-30.
- Vilagrosa, A.; Seva, J.P.; Valdecantos, A.; Cortina, J.; Alloza, J.A.; Serrasolsas, I.; Diego, V.; Abril, M.; Ferrán, A.; Bellot, J.; Vallejo, V.R. 1997a. Plantaciones para la restauración forestal en la Comunidad Valenciana. En: Vallejo, V.R. (ed.). La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana. CEAM, Valencia. pp: 435-556.
- Vilagrosa, A.; Seva, J.P.; Valdecantos, A.; Hernández, N.; Cortina, J.; Bellot, J.; Vallejo, V.R. 1997b. Una nueva técnica viverística para la introducción de plantones de *Quercus* spp. en clima seco y semiárido. Actas del II Congreso Forestal Español. Mesa 3: 667-672.
- Vilagrosa, A.; Caturla, R.N.; Hernandez, N.; Cortina, J.; Bellot, J.; Vallejo, V.R. 2001. Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular. Resultados de las investigaciones desarrolladas para optimizar la supervivencia y el crecimiento de especies autóctonas. Actas del III Congreso Forestal Español, Mesa 3: 213-219.
- Villar, P.; Planelles, R.; Enríquez, E.; Peñuelas, J.; Zazo, J. 2001. Influencia de la fertilización y el sombreo en el vivero sobre la calidad de la planta de *Quercus ilex* L. y su desarrollo en campo. Actas III Congreso Forestal Español, Mesa 3: 770-776.
- Zazo, J.; Pinazo, O.; Planelles, R.; Vivar, A.; Cornejo, L.; Lopez, M. 2001. Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada e iluminación sobre atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de *Q. suber* L. cultivado en vivero. Resultados tras el primer año de campo. Actas III Congreso Forestal Español, Mesa 3: 777-783.

**Tabla 1.-** Rangos de variación de las características morfológicas de varias especies y valores de supervivencia y crecimiento en campo. Las celdas vacías indican carácter no estudiado o dato desconocido.

Referencias	Cortina <i>et al.</i> , 1997	Cortina <i>et al.</i> , 1997	Oliet <i>et al.</i> , 1997	Puértolas <i>et al.</i> , 2004	Puértolas <i>et al.</i> , 2004	Cortina <i>et al.</i> , 1997	Del Campo <i>et al.</i> , 2005	Luis <i>et al.</i> 2004
<b>Condiciones del ensayo</b>								
Especie	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus canariensis</i>
Localización			Almería (Llanos del Alquíán)	Valencia (Zarra)	Madrid (Arganda del Rey)		1: Valencia: Ayora 2: Valencia: Enguera 3: Valencia: Tous	Tenerife (Fasnia-Arico)
P. media (mm)	Ombroclima seco	Ombroclima semiárido	200		400		1: 512; 2: 455; 3: 483	
P. primer año ensayo (mm)	350-600	200-350	122	475	359	Ombroclima seco 200-350		300
Procedimiento de preparación del suelo	Suelo forestal	Suelo forestal	Suelo forestal	Subsolado Suelo forestal	Laboreo Suelo agrícola	Suelo forestal	Ahoyado manual 1: Agríc; 2-3: Frstal	Ahoyado 40 cm Suelo forestal
Fecha de plantación			Febrero 1995	Enero 2001	Enero 2001		1: ene-04; 2-3: mar-04	
<b>Atributos morfológicos<sup>1</sup></b>								
Altura (cm)	7,4 – 13,8	7,7 – 15,1	7,7 - 27,2	7,8 – 14,3	6,4 - 13,7	5,1 – 9,7	9,1-13,2	7,7 – 25,5
Diámetro (mm)	1,7 – 2,9	2,1 – 3,7	2,0 - 3,7	2,06 – 3,29	1,64 – 2,59	1,5 – 2,5	2,27-3,20	
Peso seco aéreo (g)			0,71 - 2,91	0,53 – 2,16	0,35 – 1,43		0,87-1,82	
Peso seco aéreo / peso seco radical (g/g)			0,96 - 2,16	1,00 – 1,44	0,93 – 1,66		0,92-1,66	
Esbeltez (cm/mm)			3,8 - 7,6	3,93 – 5,40	3,21 – 5,35		3,99-4,86	
<b>Respuesta al establecimiento</b>								
Supervivencia (%)	95,5	65,5	25	93,3	85	90,5	1: 90; 2: 2; 3: 55	100
Crecimiento altura (cm)							<sup>2</sup> 1: 0,63; 2:-; 3: 1,17	
Crec. Diámetro (mm)							<sup>2</sup> 1: 0,85; 2:-; 3: 0,59	



<sup>1</sup> Atributos morfológicos correspondientes al momento de <sup>2</sup> Expresado como tasas de crecimiento relativo para todo el periodo

**Tabla 1.-** Rangos de variación de las características morfológicas de varias especies y valores de supervivencia y crecimiento en campo. Las celdas vacías indican carácter no estudiado o dato desconocido.

Referencias	Villar-Salvador <i>et al.</i> , 2000	Villar-Salvador <i>et al.</i> , 2000	Villar-Salvador <i>et al.</i> , 2000	Palacios y Navarro, 2001	Trubat <i>et al.</i> , 2004	Navarro <i>et al.</i> , 2006
<b>Condiciones del ensayo</b>						
Especie	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Tetraclinis</i>	<i>Abies pinsapo</i>
Localización	Guadalajara (El Serranillo)	Guadalajara (El Serranillo)	Guadalajara (El Serranillo)	Córdoba	Alicante (Albatera)	Málaga (Yunquera)
Precipit. media (mm)				618		
Precipit. primer año del ensayo	400	400	400	470	Semiárido	
Procedimiento de preparación	Subsolado Suelo agrícola	Subsolado Suelo agrícola	Subsolado Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Ahoyado 40 cm Suelo forestal	Laboreo Suelo forestal
Fecha de plantación	Enero 1998	Enero 1997	Noviembre 1997	Diciembre 1998	Febrero 2003	Diciembre 1998
<b>Atributos morfológicos</b>						
Altura (cm)	16,4 – 24	7 – 16	18,2 – 24,9	7,2 – 9,4	3,8 – 16,1	5,85 - 8,7
Diámetro (mm)	2,96 – 4,05	2,3 – 4,2	2,7 – 3,6	3,1 - 3,4	1,4 – 4,1	2,7 - 4,7
Peso seco aéreo (g)	1,76 – 3,71	1,77 – 3,99	2,14 – 3,50	1,1 - 1,4		0,5 - 1,8
Peso seco aéreo / peso seco radical (g/g)	1,62 – 2,32	2,07 – 3,25	1,43 – 2,03			0,5 – 0,7
Esbeltez (cm/mm)	5,08 – 6,77	2 – 5,1	5,63 – 7,23	2,1 - 2,8		1,8 – 2,3
<b>Respuesta al establecimiento</b>						
Supervivencia (%)	>85	>85	>85	90	19	80-91
Crecimiento en altura <sup>1</sup> (cm)				0,5-1,65		21,1-26,9
Crecimiento en diámetro <sup>1</sup> (mm)				0,15-0,49		9,5-10,8

<sup>1</sup> Crecimiento absoluto

**Tabla 1.-** Rangos de variación de las características morfológicas de varias especies y valores de supervivencia y crecimiento en campo. Las celdas vacías indican carácter no estudiado o dato desconocido. .

Referencias	Del campo 2002	Del Campo, 2002	Navarro y Del Campo, 2004	Del Campo 2002	Del Campo 2002	Navarro y Del Campo, 2004
<b>Condiciones del ensayo</b>						
Especie	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Olea euroaepa</i>	<i>Olea euroaepa</i>	<i>Olea euroaepa</i>
Localización	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba
Precipitación media	618	618	618	618	618	618
Precipitación del primer año del ensayo	470	499	770	470	499	770
Procedimiento de preparación	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola
Fecha de plantación	Diciembre 1998	Diciembre 1999	Noviembre 2002	Diciembre 1998	Diciembre 1999	Nov 2002
<b>Atributos morfológicos</b>						
Altura (cm)	3,8 – 18,6	4,1 – 30,4	6,5 - 10,23	15,0 – 38,1	7,7 - 43,11	29,06 - 55,25
Diámetro (mm)	2,34 – 3,60	2,31 – 4,50	2,98 - 3,2	2,64 – 4,43	2,2 - 4,51	4,02 - 4,97
Peso seco aéreo (g)	0,18 – 2,34	0,10 – 4,93	0,78 - 1,15	0,38 – 3,07	0,3 - 3,10	1,84 – 5,88
Peso seco aéreo : peso seco radical (g/g)	1,19 – 3,33	1,09 – 3,22	1,23 - 2,17	1,39 – 2,43	1,02 - 2,6	1,38 - 4,06
Esbeltez (cm/mm)	1,57 – 5,79	2,07 – 7,23	2,21 - 3,22	5,03 – 9,71	3,53 - 2,61	7,19 - 12,61
<b>Respuesta al establecimiento</b>						
Supervivencia (%)	40	65	70	50	100	100
Crecimiento en altura (cm)	<sup>2</sup> 0,068	<sup>2</sup> 0,043	2,2	<sup>2</sup> 0,598	<sup>2</sup> 1,149	<sup>1</sup> 12,0
Crecimiento en diámetro (mm)	<sup>2</sup> 0,004	<sup>2</sup> 0,961	0,6	<sup>2</sup> 0,987	<sup>2</sup> 1,723	<sup>1</sup> 2,8

<sup>2</sup>Expresado como tasas de crecimiento relativo para todo el periodo, <sup>1</sup>Expresado como crecimiento absoluto

**Tabla 1.-** Rangos de variación de las características morfológicas de varias especies y valores de supervivencia y crecimiento en campo. Las celdas vacías indican carácter no estudiado o dato desconocido. .

Referencias	Del Campo 2002	Del Campo 2002	Villar-Salvador <i>et al.</i> , 2004	Navarro y Del Campo, 2004	Cortina <i>et al.</i> 1997	Cortina <i>et al.</i> 1997	Cortina <i>et al.</i> 1997
<b>Condiciones del ensayo</b>							
Especie	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Quercus coccifera</i>
Localización	Córdoba	Córdoba	Madrid (Santorcaz)	Córdoba			
Precipitación media	618	618	490	618	Ombroclima seco	Ombroclima seco	Ombroclima semiárido
Precipitación del primer año del ensayo	470	499	505	770	350-600	350-600	200 - 350
Procedimiento de preparación	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Laboreo Suelo agrícola	Suelo forestal	Suelo forestal	Suelo forestal
Fecha de plantación	Diciembre 1998	Diciembre 1999	Abril 1999	Noviembre 2002			
<b>Atributos morfológicos</b>							
Altura (cm)	11,1 - 22,6	8,5 - 17,5	9,7 - 19,6	11,8 - 33,4	4,0 - 20,0	13,6 - 29,6	11,5 - 25,1
Diámetro (mm)	3,21 - 5,02	2,83 - 4,49	4,07 - 5,97	3,56 - 4,45	1,5 - 4,6	2,2 - 3,8	2,2 - 3,6
Peso seco aéreo (g)	1,06 - 2,99	0,84 - 2,17	1,26 - 2,36	1,03 - 4,58			
Peso seco aéreo / peso seco radical (g/g)	0,34 - 0,70	0,32 - 0,59	0,39 - 0,71	0,37 - 1,04			
Esbeltez (cm/mm)	2,96 - 5,28	2,54 - 4,59	2,04 - 4,07	3,3 - 7,55			
<b>Respuesta al establecimiento</b>							
Supervivencia (5)	20	70	60 T; 80:F; 85 F+	66	85,5	68	31,5
Crecimiento altura (cm)	<sup>2</sup> 0,017	<sup>2</sup> 0,52		6,7			
Crecimiento diámetro (mm)	<sup>2</sup> 0,059	<sup>2</sup> 0,75		2,0			

<sup>2</sup> Expresado como tasas de crecimiento relativo para todo el periodo

**Tabla 1.-** Rangos de variación de las características morfológicas de varias especies y valores de supervivencia y crecimiento en campo. Las celdas vacías indican carácter no estudiado o dato desconocido.

Referencias	Trubat <i>et al.</i> 2004	Navarro y Del Campo 2004	Cortina <i>et al.</i> , 1997	Cortina <i>et al.</i> , 1997	Trubat <i>et al.</i> 2004	Ceacero <i>et al.</i> , 2005	Ceacero <i>et al.</i> , 2005
<b>Condiciones del ensayo</b>							
Especie	<i>Quercus coccifera.</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Lavandula stoechas</i> L.
Localización	Alicante (Albatera)	Córdoba			Alicante (Albatera)	Sevilla (Guadamar)	Sevilla (Guadamar)
Precip.. media (mm)		618				729	729
Precipit. del primer año del ensayo	Ombroclima semiárido	770	Ombroclima seco 350-600	Ombroclima semiárido 200 - 350	Semiárido	621	621
Procedimiento de preparación	Ahoyado 40 cm Suelo forestal	Laboreo Suelo agrícola	Suelo forestal	Suelo forestal	Ahoyado 40 cm Suelo forestal	Subsolado lineal Suelo agrícola	Subsolado lineal Suelo agrícola
Fecha de plantación	Febrero 2003	Noviembre 2002			Febrero 2003		
<b>Atributos morfológicos</b>							
Altura (cm)	8,2 – 17,3	19,4 - 21,5	25,1 - 45,3	22,9 - 37,1	7,7 – 19,5	16,3 - 27,3	26,2 – 55
Diámetro (mm)	3,0 – 4,1	2,6 - 4,7	5,1 - 7,3	4,9 - 7,3	1,6 – 4,2	3,4 - 4,6	1,7 - 3,4
Peso seco aéreo (g)		0,7 - 2,4				1,9 - 4,2	1,3 - 1,8
Peso seco aéreo:peso seco		0,5 - 0,9				0,9 - 5,3	0,7 - 1,8
Esbeltez (cm/mm)		4,7 - 5,0				0,8 - 4,2	6,3 - 18,5
<b>Respuesta al establecimiento</b>							
Supervivencia (%)	42	71	100	97	50	80	47
Crecimiento en altura (cm)		<sup>1</sup> 4,2					
Crecimiento en diámetro (mm)		<sup>1</sup> 1,4					

<sup>1</sup>Expresado como crecimiento absoluto

**Tabla 2.-** Matriz de correlación entre diferentes variables de establecimiento varias especies, y los valores de supervivencia y de crecimiento en campo. <sup>a</sup>Rho de Spearman, <sup>b</sup>Correlación de Pearson.

Variable <sup>0</sup>	<sup>a</sup> Especie <sup>1</sup>	<sup>a</sup> Fecha plantacion <sup>2</sup>	<sup>a</sup> Tipo de terreno <sup>3</sup>	<sup>a</sup> Tipo de preparacion <sup>4</sup>	<sup>b</sup> ETACJUN <sup>5</sup>	<sup>b</sup> PMEDIA <sup>6</sup>	<sup>b</sup> PAÑO <sup>7</sup>	<sup>b</sup> PEST <sup>8</sup>	<sup>b</sup> PJUN <sup>9</sup>	<sup>b</sup> P3SEM <sup>10</sup>
SUPERVIVENCIA	0,095	-0,711**	0,560**	0,266*	-0,400**	-0,420**	-0,032	0,472**	-0,098	-0,007
	N=56	N=56	N=56	N=56	N=44	N=51	N=46	N=46	N=46	N=44
INCR ALTURA	-0,330	-0,085	-0,155	0,202	-0,377	-0,195	0,090	0,441*	0,297	-0,375
	N=30	N=30	N=30	N=30	N=22	N=29	N=24	N=24	N=24	N=22
INCR DIAMETRO	-0,290	-0,397*	0,020	0,329	-0,625**	-0,403*	0,234	0,692**	0,427*	-0,315
	N=27	N=27	N=27	N=27	N=22	N=26	N=23	N=23	N=23	N=22

<sup>0</sup> Ocaña *et al.*, 1997; Domínguez Lerena *et al.*, 2001; Navarro y Palacios, 2004; Palacios y Navarro, 2001; Planelles *et al.*, 2001; Vilagrosa *et al.*, 2001; Villar-Salvador *et al.*, 2001; Zazo *et al.*, 2001; Del Campo, 2002.; Oliet *et al.*, 2002; <sup>1</sup> Algarrobo, alcornoque, acebuche, pino carrasco, pino negral, pino piñonero, lentisco y araar <sup>2</sup> Temprana (noviembre-diciembre), media (enero-febrero), tardía (marzo-abril) (termo-meso mediterráneo); <sup>3</sup> Agrícola-Forestal; <sup>4</sup> Laboreo, Ahoyado, Retroexcavadora y subsolado; <sup>4</sup> ETACJUN=Evapotranspiracion acumulada desde la fecha de plantación hasta el mes de junio del año de plantación; <sup>6</sup> PMEDIA= Precipitación media de la estación INM mas próxima; <sup>7</sup> PAÑO= precipitación del año hidrológico de plantación; <sup>8</sup> PEST= precipitación estival durante los meses de junio-julio y agosto del año de plantación; <sup>9</sup> PJUN= precipitación acumulada desde la fecha de plantación hasta el mes de junio del año de plantación; <sup>10</sup> P3SEM= precipitación acumulada de las tres semanas después de plantación. Todas las evopotranspiraciones son por el método Penman-Monteith-FAO (ETo)

## RESUMEN EJECUTIVO

La respuesta de la planta al establecimiento depende de varios factores relacionados, y cuya importancia relativa en el éxito final varía en función de las condiciones del lugar de plantación y de las técnicas empleadas. En este apartado se revisan los diferentes factores que influyen en el éxito de una repoblación, a partir de las experiencias publicadas, y se indican aquellas variables que presentan una mayor correlación con la supervivencia y el crecimiento, y su importancia relativa con respecto a la calidad de planta cuando existen estudios comparativos.

## ASPECTOS BIEN CONOCIDOS

1. El éxito temprano de una repoblación está relacionado directamente con la evolución de las condiciones meteorológicas inmediatamente después del establecimiento.
2. Los procedimientos de preparación de mayor intensidad tienden a mejorar el éxito de la plantación en clima mediterráneo.
3. La fecha de plantación puede ser un factor determinante en el éxito de una repoblación, en particular en climas con fuertes restricciones hídricas.
4. La importancia de la calidad de planta en el éxito de una repoblación está directamente relacionada con el cuidado que se presente a otros factores, en particular el procedimiento de preparación y la fecha de plantación.

## ASPECTOS POCO CONOCIDOS

1. Sería necesario mejorar los estudios de evolución de variables climáticas en parcelas de ensayo y con carácter regional para establecer valores de referencia mínimos para el éxito del establecimiento, en particular de precipitación.
2. Debería estudiarse el efecto de los procedimientos de preparación en la modificación del comportamiento hídrico del suelo, y en los cambios de las condiciones físicas, en particular la textura.
3. No se conoce suficientemente la influencia de las condiciones de micrositio en el éxito temprano de repoblaciones en clima mediterráneo.



**LECTURAS RECOMENDADAS**

- Alloza J.A.; Vallejo, R. 1999. Relación entre las características meteorológicas del año de plantación y los resultados de las repoblaciones. *Ecología* 13: 173-187.
- Castillo, V.; Querejeta, J, Albadalejo, J. 2001. Disponibilidad hídrica en repoblaciones de *Pinus halepensis* Mill. en medios semiáridos: efectos de los métodos de preparación del suelo. III Congreso Forestal Español. Mesa 3: 94-99.
- Gómez, V.; Elena-Rosseló, R. 1997. Investigación de las marras causadas por factores ecológicos de naturaleza meteorológica. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 4: 13-25.
- Maestre, F.T., Cortina, J., Bautista, S., Bellot, J. y Vallejo, V.R. 2003a. Small-scale environmental heterogeneity and spatial-temporal dynamics of seedling establishment in a semiarid degraded ecosystem. *Ecosystems* 6: 630-643.
- Navarro, R. M.; Palacios, G. 2004. Efecto de la calidad de planta, el procedimiento de preparación y la fecha de plantación en la supervivencia de una repoblación de *Pinus pinea* L. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 199-204.
- Royo, A.; Gil, L.; Pardos, J.A., 2000. Efecto de la fecha de plantación sobre la supervivencia y el crecimiento del pino carrasco. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 10: 57-62.
- South, D.B.; Rose, R.W.; McNabb, K.L. 2001. Nursery and site preparation interaction research in the United States. *New Forests* 22: 43-58.



Figura 1. Ahoyado manual en terrenos con fuertes limitaciones para las preparaciones mecanizadas por la presencia de afloramientos rocosos y pedregosidad superficial (Sierra de los Bosques, Chiva, Valencia). En estas situaciones es muy aconsejable cuidar las fechas de plantación, la calidad de la planta, la meteorología de la campaña (plantar con tempero) y la presencia de micrositiros favorecidos por una mayor profundidad del suelo y recepción de esorrentías..



Figura 2. Efecto duradero de la preparación del terreno en repoblaciones de pino silvestre en la Sierra del Pobo (Teruel).



Figura 3. Labores de mantenimiento del suelo y control de la vegetación en terrenos con fuerte competencia herbácea. Comparación entre dos forestaciones de pino salgareño en la Serranía de Cuenca realizada en las mismas condiciones ecológicas, pero con diferente intensidad de cuidados culturales.