

Control de calidad de planta forestal

UNAI ORTEGA LASUEN. Programa Forestal. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. SERIDA. uortega@serida.org

ANGELO KINDELMAN DANTAS DE OLIVEIRA. Programa Forestal. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. SERIDA. kindelman@serida.org

ANDREA HEVIA CABAL. Universidad de Oviedo. aheviacabal@yahoo.es

ELOY ÁLVAREZ RÓN. Sociedad de Servicios del Principado de Asturias, S.A. (SERPA). vflamata@telefonica.net

JUAN MAJADA GUIJO. Programa Forestal. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. SERIDA. jmajada@serida.org

La calidad de la planta forestal (Materiales Forestales de Reproducción) que se utiliza en los programas de repoblación tiene un efecto crítico en el establecimiento y posterior supervivencia de los árboles en el monte.

El objetivo de esta línea de trabajo del Programa de Investigación Forestal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), es desarrollar herramientas que faciliten la planificación y gestión de la producción, la comercialización y transporte de los Materiales Forestales de Reproducción (MFR).

Un aspecto previo e importante en la producción de los MFR es la calidad genética, cuya adaptabilidad al lugar de plantación debe ser garantizada por la elección de una procedencia adecuada de las semillas. En este sentido, se considera semilla de calidad a aquella que tiene una pureza y una capacidad germinativa alta, una buena calidad genética y unas características adecuadas para la zona donde se va a utilizar. La recientemente aprobada normativa sobre materiales forestales de reproducción (REAL DECRETO 289/2003, de 7 de Marzo) regula a nivel nacional la producción, comercialización y utilización de estos materiales, estableciendo diferentes categorías (identificado, seleccionado, cualificado y controlado) en función de su nivel de mejora. Los materiales a propagar de cada categoría (fuentes semilleras, rodales selectos, huertos semilleros, progenitores de familia, clones y mezcla de clones) deben ser registrados por cada Comunidad Autónoma en el Catálogo



Nacional de Materiales de Base. El objetivo final es proporcionar al usuario una garantía sobre el origen, utilización y calidad de los materiales forestales de reproducción.

En cuanto a la producción propiamente dicha, el cultivo en envase ha implicado la posibilidad de tecnificar la producción en viveros forestales, lo que posibilita la mecanización de todo el sistema de producción y el control de todos los factores que determinan el desarrollo del cultivo (Landis, 1990). El grado de tecnificación aplicable vendrá determinado por el tipo de cultivo (especie, tiempo de permanencia, destino forestal u ornamental, etc.), el nivel de control deseado sobre los factores determinantes del desarrollo, y las exigencias del propio mercado. Asimismo, este tipo de cultivo permite producir más rápidamente y obtener un tamaño de planta más uniforme, reduce la crisis posterior al trasplante, gracias a la protección del propio cepellón, incrementa el rendimiento de planta por unidad de superficie, y permite la extensión de la época de plantación y la reforestación en condiciones medioambientales adversas.

En definitiva, la planta producida en contenedor presenta una tasa de supervivencia más elevada en épocas más desfavorables, es más fácil de plantar, tiene



↑
Deformaciones radicales encontradas durante los primeros años tras el trasplante a campo (1, 2 y 4 años, respectivamente).

una respuesta inmediata en crecimiento y es más barata de producir que la planta a raíz desnuda. Además, el cultivo en contenedor tiene la ventaja de permitir modular el desarrollo de las plantas y ajustar la producción de planta a la demanda. Ello posibilita la producción de plantas que se ajusten a los requerimientos exigidos por las condiciones del sitio a repoblar, o que se ajusten a una calidad determinada, de una manera más homogénea y estandarizada que la que se puede conseguir mediante la producción a raíz desnuda.

Sin embargo, este sistema de cultivo tiene también sus inconvenientes, ya que los envases limitan el espacio del sistema radical, interfiriendo en su crecimiento y produciendo deformaciones en las raíces. Estas deformaciones pueden hacerse patentes al año de cultivo, o bien durante los primeros años tras el trasplante, produciendo una inclinación excesiva e incluso la caída de árboles en condiciones climatológicas adversas. Además, este sistema de cultivo implica el crecimiento confinado de la planta, por lo que es necesario ajustar la nutrición y adecuar las propiedades físico-químicas del medio de

cultivo, y realizar una buena planificación del calendario de producción respecto a las necesidades de repoblación.

Hoy en día, se sabe que la reforestación requiere de la provisión de plantas de calidad que garanticen el éxito de las repoblaciones. Por lo tanto, para cumplir con éxito los objetivos marcados en cualquier repoblación, es necesario que se tenga en cuenta la calidad de la planta que se vaya a utilizar, ya que una mala calidad de planta incrementa las marras debido a la falta de arraigo, produce una respuesta deficiente en el crecimiento de la planta (Luis *et al.*, 2004), y puede comprometer la estabilidad de la repoblación a lo largo del tiempo (Ortega *et al.*, 2001).

El comportamiento en campo de las plantas forestales dependerá de su potencial de crecimiento, así como del grado en el que las condiciones ambientales del lugar de plantación afecten a la expresión de este potencial. El grado de pre-adaptación de las plantas a las condiciones del sitio será el factor con mayor influencia en el comportamiento de las plantas durante el periodo inicial de desarrollo tras su trasplante. Por ello, la calidad ideal de una planta forestal producida en vivero podría resumirse en su "adecuación para cada propósito" (Willen y Sutton, 1980; Ritchie, 1984), la cual incluiría su capacidad para sobrevivir a estreses ambientales prolongados y producir un crecimiento vigoroso tras su trasplante. Asimismo, este concepto de calidad implicaría la consecución de los objetivos al final de la rotación a un coste mínimo. La selección de una calidad de planta adecuada puede ayudar a minimizar los efectos en el establecimiento y crecimiento inicial por parte de los factores limitantes del lugar de plantación, los cuales, con el tiempo, irán asumiendo un papel más importante en la determinación del comportamiento y desarrollo de la masa.

Hay que tener en cuenta que la calidad no es un concepto absoluto, y que factores como la especie arbórea y el lugar de plantación modulan fuertemente este concepto. Por ello, es difícil establecer métodos sencillos para determinar la

calidad de la planta forestal, ya que, en general, no son decisivos por sí mismos y además, los diversos parámetros o índices de calidad descritos para algunas especies presentan diversos grados de exigencia en función de las condiciones de la plantación. Entre los múltiples parámetros y ensayos que se han definido en los últimos años con el fin de caracterizar la calidad de las plantas producidas en vivero y predecir su comportamiento en campo, cabe destacar la propuesta realizada por Grossnickle *et al.* (1991). Estos autores proponen la utilización de índices que expresen el comportamiento potencial intrínseco del material producido inmediatamente tras su trasplante. Estos índices se determinan mediante la realización de una serie de ensayos que simulen el comportamiento de las plantas en el ambiente de plantación, identificando las características morfológicas y fisiológicas de importancia para el establecimiento de las plantas en un determinado sitio a reforestar.

La determinación periódica de diferentes parámetros indicadores del estado morfológico y fisiológico de la planta en las diferentes plantaciones establecidas en zonas con condiciones edafoclimáticas diferentes, nos permitirá disponer de un banco de datos a partir del cual podremos establecer qué parámetros pueden ser indicadores de la calidad de planta forestal producida en contenedor. No existe, hasta el momento, una metodología efectiva por sí sola que determine el vigor de las plantas utilizadas en una repoblación. Teniendo en cuenta los numerosos atributos morfológicos y fisiológicos que afectan al comportamiento en campo resulta difícil determinar qué es lo que se tiene que medir, pero una vez identificados estos caracteres, permitirán definir la "planta ideal", adscribiendo las características morfológicas y fisiológicas al éxito de la plantación.

Bajo estos conceptos, la utilización de planta de calidad "ideal" dará lugar a plantaciones con menor coste por árbol superviviente o con mayor valor neto estimado. Estas características, que van a determinar la capacidad de una planta para establecerse y desarrollarse adecua-

damente una vez transplantada, estarán condicionadas por todas las fases de producción, que abarcan desde la germinación hasta el establecimiento de la planta en campo. Por tanto, la fase de vivero resulta esencial por ser el punto de partida, además de ser el único momento en el que es posible realizar un control sobre algunas variables del proceso que afectan a la producción de planta de calidad (Landis *et al.*, 1998).

El manejo de estas variables condiciona la calidad morfológica, fisiológica y sanitaria. El contenedor a utilizar, el tipo de sustrato, la fertilización, la micorrización controlada, el manejo del agua y de la luz o el preacondicionamiento al estrés hídrico son, entre otras, herramientas que bien utilizadas pueden proporcionar la calidad deseada (Luis *et al.*, 2004; Ortega *et al.*, 2004).

El contenedor a utilizar como soporte para el cultivo deberá tener un volumen mínimo que permita conseguir un desarrollo equilibrado de la planta, y al mismo tiempo presentar una densidad de cultivo adecuada para limitar la competencia y favorecer la lignificación del tallo, garanti-



Poda basal



Nerviaduras guiadoras



Poda lateral



Diversos diseños de contenedores forestales.



↑ Control de riego por minitensiómetros con transductor de presión en contenedores forestales.

Gráfico 1.-Número de ápices activos en dos modelos de contenedores con cuatro tratamientos para mejorar la estructura de la raíz; 54U y F250 son los contenedores del ensayo. El análisis morfológico y topológico del sistema radical permite comparar distintos sistemas de gestión.

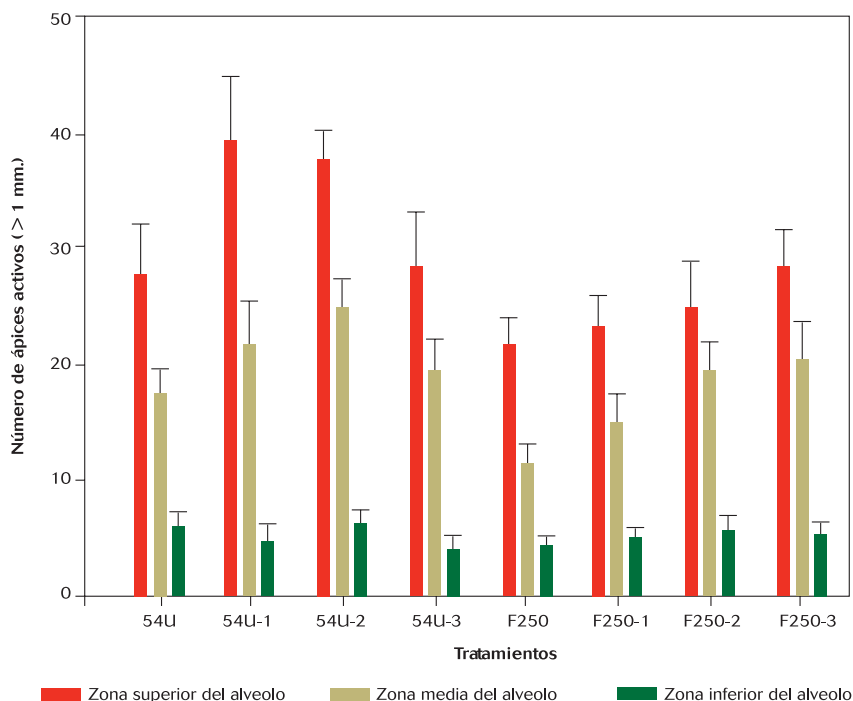
zar un adecuado grado de humedad a la vez que una buena aireación del sustrato, e impedir o reducir las deformaciones de las raíces (Marcelli, 1989). Partiendo de las indicaciones de Marcelli, hemos elaborado las siguientes recomendaciones para seleccionar las características que deben presentar los contenedores forestales:

- Volumen mínimo para el desarrollo de la planta para el tiempo de permanencia en el vivero.
- Adecuada densidad de cultivo.
- Diseño de contenedor que impida o reduzca en lo posible las deformaciones radicales y mantenga la humedad y aireación del sustrato.
- Posibilidad de mecanización de las distintas fases del proceso de producción.
- Contenedores resistentes a la manipulación y transporte. Se valora positivamente la utilización de productos reciclables para su construcción y su biodegradabilidad.
- Las bandejas deben ser manejables y facilitar la posterior extracción de la planta.
- Coste adecuado a su uso. En este aspecto es importante conocer la

vida útil de los contenedores que son reutilizables.

Igualmente, el sustrato de cultivo es el responsable de satisfacer los principales requerimientos funcionales de las plantas (agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico), resultando necesario ajustar las prácticas culturales a las propiedades del sustrato, principalmente las relativas al riego, fertilización, tipo de contenedor, duración del cultivo y endurecimiento. La correcta elección de un sustrato es el resultado de las necesidades que exige nuestro cultivo y todo ello condicionado por las prácticas y técnicas empleadas en cada vivero (riego, fertilización etc). No existe un sustrato ideal pues cada combinación de especie - lugar - contenedor-tipo de manejo - duración del cultivo, nos puede generar, en teoría, requerimientos diferentes al sustrato (Ansorena, 1994). Además, el hecho de que un sustrato pueda estar compuesto por un único material o una mezcla, hace necesario evaluar las propiedades físicas de los materiales utilizados, realizar ensayos de crecimiento o emplear modelos adecuados para asegurar las características deseadas en nuestro sustrato (Heiskanen, 1993).

El manejo de estas herramientas, que afectan a las condiciones físico-químicas del cultivo, va a ser determinante en la producción de un sistema radical funcional, con buen anclaje, y que proporcione una buena capacidad de almacenamiento de reservas y predisposición a la colonización. Las características morfológicas y fisiológicas del sistema radical de una determinada plantación están fuertemente influenciadas por diversos factores que afectan al desarrollo de la planta en el vivero (Krasowski, 2003), entre los que destacan el material forestal de reproducción utilizado (categoría, genotipo e interacción genotipo x ambiente), el contenedor, las características físicas del sustrato, el programa nutricional, la gestión fitosanitaria y de endurecimiento, el almacenamiento y transporte, así como el calendario anual de producción y la planificación y coordinación entre la producción y la ejecución de la obra (Landis *et al.*, 1998).



Actualmente, los problemas de estabilidad derivados de las deformaciones radicales, producidas tanto por la permanencia de las plantas durante un tiempo excesivo en el envase como por el empleo de contenedores demasiado pequeños, pueden ser minimizados, bien mediante la impregnación de las paredes interiores de los contenedores con sales de cobre (Krasowski, 2003; Cabal *et al.*, 2005), o bien mediante la utilización de contenedores que permitan el repicado aéreo lateral de las raíces.

Igualmente, la micorrización controlada en vivero es una herramienta que puede ser de gran ayuda en el establecimiento de repoblaciones debido a la mejora morfológica y fisiológica que puede generar en las plantas (Duñabeitia *et al.*, 2004). La micorrización permite superar las limitaciones del sitio de plantación (Ortega *et al.*, 2004; Parladé *et al.*, 2004), gracias a los mecanismos de protección para hacer frente a agentes patógenos, o a la mejora de las propiedades físico-químicas y biológicas de la rizosfera. Existe un considerable volumen de información acerca del efecto que los hongos ectomicorrícicos tienen sobre numerosas plantas huésped, disponiendo estos de una amplia diversidad estructural y funcional. Esta variabilidad natural hace necesario evaluar la aptitud de los hongos ectomicorrícicos para su aplicación en programas de inoculación controlada en vivero, en función de su competitividad, adaptabilidad y habilidad para colonizar las raíces de las plantas y aumentar así la capacidad de absorción del sistema radical. Un programa de inoculación controlada requiere de hongos micorrícicos que funcionen correctamente en el ambiente de crecimiento de las plantas, tanto en el vivero, como en la plantación. Por ello, además de seleccionar los hongos por su aptitud para mejorar la calidad de las plantas producidas, es preciso evaluar el efecto que la gestión del cultivo en vivero tiene sobre el proceso de micorrización, con el objetivo de definir prácticas culturales que garanticen el establecimiento de la relación simbiótica, y en consecuencia, se manifiesten los beneficios de dicha relación.

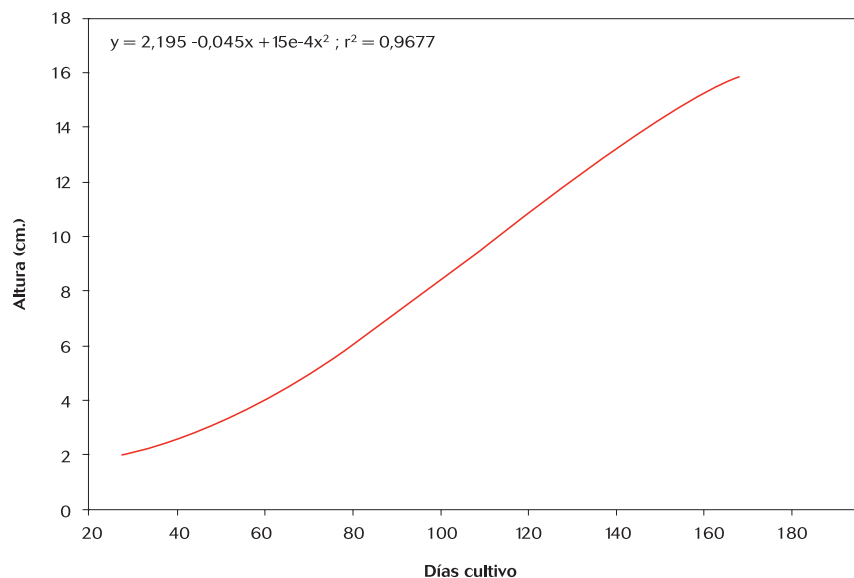


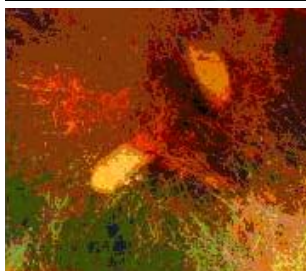
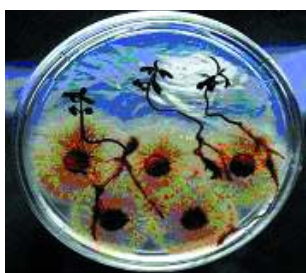
Gráfico 2.-Modelo de producción desarrollado para *Pinus pinaster* en el Vivero Forestal de "La Mata" mediante la aplicación controlada de fertirrigación.

Asimismo, el control de la calidad de planta no finaliza cuando ésta sale del vivero, ya que tanto el manejo de la planta en esta etapa, como la técnica de plantación utilizada son factores que pueden destruir la calidad conseguida en el vivero y afectar negativamente al desarrollo de la planta en campo.

Como conclusión final podríamos indicar que el desarrollo de las herramientas que faciliten la planificación y gestión de la producción debería permitir "fabricar plantas a la carta", siempre de acuerdo con los objetivos previamente establecidos para la repoblación, y esto sea cual sea su objetivo final: conservación, restauración, producción, etc. Lógicamente, también se deberán tener en cuenta las

↓
Efecto de la poda química sobre la morfología de la raíz en plantas de *Pinus pinaster* Ait. producidas en contenedor Forest Pot 250 a los 120 días de edad.





↑
Micorrización controlada de *Eucalyptus globulus* con *Pisolithus tinctorius*.

↓
Una misma especie producida con diferentes edades y tipos de contenedores. Para cada modelo, la recomendación de uso final va a depender de las características edafoclimáticas de su lugar de implantación y del riesgo de factores bióticos.

características del lugar de implantación, así como los potenciales riesgos bióticos y abióticos a los que se debe enfrentar toda nueva repoblación (animales, riesgo de heladas, sequía estival, nieve, etc.).

Bibliografía citada

ANSORENA, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Editorial Mundi-Prensa. 172 pgs.

Boletín Oficial del Estado. 2003. Real Decreto 289/2003, de 7 de Marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. nº 58. 38 p.

CABAL A., KIDELMAN A., ORTEGA U., DUÑABEITIA M. & MAJADA J. 2005. Influencia de la poda química en la biomasa y desarrollo radical de *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata* D. Don. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.*, 14(1): 52-63.

DUÑABEITIA M. K., HORMILLA S., GARCÍA-PLAZAOLA J. I., TXARTERINA K., ARTECHE U. & BECERRIL J. M. 2004. Differential responses of three fungal species to environmental factors and their role in the mycorrhization of *Pinus radiata* D. Don. *Mycorrhiza*, 14: 11-18.

GROSSNICKLE S. C., ARNOTT J. T., MAJOR J. E. & TSCHAPLINSKI T. J. 1991. Influence of dormancy induction treatments on western hemlock seedlings. I. Seedling development and stock quality assessment. *Can. J. Forest Res.*, 21: 164-174.

HEISKANEN, J. 1993. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. *Scan. J. For. Res.* 8:337:358.

KRASOWSKI M. J. 2003. Root system modifications by nursery culture reflect on post-planting growth and development of coniferous seedlings. *Forest. Chron.*, 79(5): 882-891.

LANDIS T. D. 1990. Containers: Types and Functions. En: Landis T.D., Tinus R.W., McDonald S.E. & Barnett J.P. (eds.). *Containers and Growing Media. Vol.2. The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA Forest Service, pp. 1-40.

LANDIS T. D., TINUS R. W. & BARNETT J. P. 1998. Seedling propagation. En: Landis T. D., Tinus R. W., McDonald S. E. & Barnett J. P. (eds.). *Seedling propagation. Vol. 6. The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA Forest Service. 166 p.

LUIS V. C., PETERS J., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. M., JIMÉNEZ M. S. & MORALES D. 2004. Testing nursery plant quality of Canary Island Pine seedlings grown under different cultivation methods. *Phyton*, 44(2): 231-244.

MARCELLI A. R. 1989. Moderne tecnologie per la produzione vivaistica di specie forestali. SAF Istituto Sperimentale per la Pioppicoltura. Note Technique 7.

ORTEGA U., RODRÍGUEZ N., GONZÁLEZ-MURUA C., MAJADA J., AZPITARTE I., TXARTERINA K. & DUÑABEITIA M. 2001. Estudio de la calidad de planta de *Pinus radiata* en envase. En: *Montes para la sociedad del Nuevo Milenio. III Congreso Forestal Español. Vol.3*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. SE-2499-2001. pp. 354-359.

ORTEGA U., DUÑABEITIA M., MENÉNDEZ S., GONZÁLEZ-MURUA C. & MAJADA J. 2004. Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on growth and water relations of *Pinus radiata* in different water regimes. *Tree Physiol.*, 24: 65-73.

PARLADÉ J., LUQUE J., PERA J. & RINCÓN A. M. 2004. Field performance of *Pinus pinea* and *P. halepensis* seedlings inoculated with *Rhizopogon* spp. and outplanted in formerly arable land. *Ann. Forest Sci.*, 61: 507-514.

RITCHIE G. A. 1984. Evaluating seedling quality. En: Duryea M.L. & Landis T.D. (eds.). *Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings*. The Hague, The Netherlands. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. pp. 243-257.

WILLEN P. & SUTTON R.F. 1980. Evaluation of stock after planting. *New Zeal. J. For. Sci.*, 10(1): 297-299. ■

