

Roque Rodríguez Soalleiro

Condiciones de las masas forestales y su relación con las propiedades de los suelos I

Recibido: 4 Septiembre 2004/ Aceptado: 16 Octubre 2004
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2004

Introducción

Las propiedades de los suelos condicionan de forma directa a las masas forestales existentes, tanto en el caso de masas naturales como en plantaciones. Se ha considerado que las propiedades que tienen una incidencia directa son en particular: profundidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, fertilidad, y determinadas propiedades que informan de la posible presencia de disfunciones por la presencia de sustancias tóxicas o inhibitoras de la nutrición o absorción de agua: salinidad, presencia de caliza activa y reacción del suelo (Serrada, 1997).

Profundidad del suelo

La profundidad del suelo, definida en el sentido de profundidad efectiva, resulta un buen indicador del volumen de suelo disponible por los sistemas radicales. En masas naturales puede indicarse que la profundidad afecta directamente el grado de desarrollo del arbolado, de forma que resulta clásica la consideración de la exigencia en profundidad de muchas especies frondosas para desarrollarse en altura plenamente (Lanier, 1994).

En plantaciones, la profundidad del suelo resulta una variable de primera importancia en los modelos explicativos y predictivos del crecimiento. Se han obtenido resultados en este sentido para numerosas especies, en particular en Galicia con pino pinaster (Bará y Toval, 1983; Sánchez et al, 2001; Merino et al, 2003).

Es importante considerar que además de la profundidad, el volumen de suelo disponible para las raíces viene condicionado por la presencia de tierra fina, por lo que el porcentaje de elementos gruesos (gravas y gravilla), se relaciona de forma inversa con el crecimiento de plantaciones, aspecto que se ha estudiado en choperas o eucaliptares. La pedregosidad elevada reduce por tanto el volumen de suelo disponible.

Se han citado con frecuencia casos de plantaciones de crecimiento muy limitado debido a la presencia de suelos esqueléticos, como es el caso de *Pinus sylvestris* plantado en lomas pedregosas en la provincia de Ourense (Martínez, 2004). Resulta por tanto importante en este sentido tener un conocimiento general de los valores mínimos de profundidad requeridos y del objetivo concreto de la repoblación que se está realizando. Cabe mencionar en este sentido que muchos terrenos que soportan pastos de montaña no podrían plantarse con un objetivo económico con especies que requieran cierta profundidad del suelo. En plantaciones con objetivo netamente productivo, debe contarse con un suelo de profundidad suficientemente grande como para obtener crecimientos que permitan rentabilizar las inversiones.

El método de preparación más efectivo para incrementar la profundidad efectiva del suelo es el subsolado, posible cuando la roca es disgregable o cuando un horizonte compacto natural o artificialmente limita esa profundidad efectiva. Es importante en este caso aplicar el trabajo a suficiente profundidad, lo que condiciona la maquinaria, el apero y la dirección del trabajo.

Permeabilidad y capacidad de retención de agua

La permeabilidad evalúa la posibilidad de respiración de las raíces de las plantas, y viene condicionada directamente por la textura y estructura del suelo. La abundancia de limo favorece la presencia de microporos por los que el agua no drena al quedar retenida por capilaridad. La riqueza en

Profundidad	Calificación	<i>Pino pinaster</i>	<i>Pino radiata</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
< 90 cm	Muy alta	Sin limitación	Posible uso	Posible uso
60 a 90 cm	Alta	Sin limitación	Posible uso	Posible uso
30 a 60 cm	Mediana	Calidades medias	Bajas calidades	Posible uso menor crecimiento
< 30 cm	escasa	Peores calidades	No plantar	Mayor incidencia de plagas

Tabla 1.- La profundidad resulta limitante en muchos suelos forestales, pudiendo emplearse la siguiente clasificación

arcilla, particularmente en suelos pobres en materia orgánica, favorece la compactación, especialmente si el suelo es muy pedregoso. Pueden emplearse para la cuantificación de la permeabilidad los coeficientes CCC y CIL, capacidad de cementación y coeficiente de impermeabilidad debida al limo (Gandullo, 1994), a partir de los cuales se cuantifica en una escala de 1 a 5.

La falta de permeabilidad actúa como limitante en el área de distribución natural de distintos pinos españoles, particularmente *Pinus pinaster* ssp *atlantica*, que es relativamente estenótico, *Pinus pinaster* ssp *mediterránea* y *Pinus pinea*, si bien estos últimos son más eurióticos, de forma que otros factores edáficos pueden compensar en parte la falta de permeabilidad (Gandullo y Sánchez, 1994).

El encharcamiento del suelo derivado de su permeabilidad y de la fisiografía es una circunstancia en general negativa para el crecimiento y supervivencia de las plantaciones forestales, habiéndose establecido con claridad la escasa resistencia de especies como *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus radiata* o *Eucalyptus globulus*. La reducción de la aireación del suelo limita el crecimiento radical y resulta coincidente con una elevada disponibilidad de N en el suelo (Sánchez et al, 2001). En las condiciones gallegas *Pinus pinaster* puede aceptar un cierto encharcamiento, al menos con mayor facilidad que otros pinos de crecimiento rápido. El castaño del país presenta una mayor incidencia de tinta en suelos con exceso de humedad. Puede destacarse la concepción equivocada de los chopos como especies de plantación en terrenos que se encharcan de modo prolongado. De cara a la elección de especie para plantación es importante determinar cuánto se prolonga el encharcamiento y la proximidad de la zona afectada a cursos de agua (posible uso de especies ripícolas).

La capacidad de retención de agua depende de la textura (mejor en las más arcillosas y limosas), la materia orgánica, la pedregosidad, la pendiente, y la presencia de capas inferiores impermeables (Serrada, 1997). Este parámetro determina de forma fundamental la composición y crecimiento de la vegetación, en combinación con el régimen de precipitaciones. Una elevada CRA compensa la existencia de una sequía estival marcada, de forma que la duración del periodo seco puede calcularse a partir de balances hídricos. CRA es calculable para cada horizonte del suelo, y toma valores variables en general entre 0 y 200 mm.

Se ha demostrado la reducción del crecimiento de las plantaciones incluso en condiciones de clima relativamente húmedo del norte de España, como en el caso del eucalipto (Merino et al, 2003). La mayoría de los pinos españoles presentan un crecimiento muy afectado por este parámetro del suelo (Gandullo y Sánchez, 1994). Un ejemplo de la compensación de deficiencias hídricas estivales en suelos profundos de adecuada CRA puede ser el elevado crecimiento de algunas plantaciones de *Pinus radiata* en Cataluña y Andalucía (Romanyà y Vallejo, 2004). Para las plantaciones de chopo fuera de valle (*Populus trichocarpa* y *Populus x interamericana*) en áreas atlánticas se recomienda seleccionar suelos con CRA > 100 mm (Souleres, 1992).

Numerosos procesos de preparación del suelo se encaminan fundamentalmente a incrementar la capacidad de retención de agua, ya sea aumentando la profundidad útil del perfil (subsolados) o bien afectando a la pendiente y reduciendo la escorrentía (acaballonados, aterrazados).

Fertilidad

Indica la mayor o menor existencia de elementos minerales, distinguiéndose 10 macronutrientes (C, H, O, P, K, N, S, Ca, Fe, Mg) y numerosos micronutrientes (Cu, Zn, B, Mo, Mn, Cl). De los macronutrientes, C, H y O se toman por fotosíntesis, N, P y K son a menudo deficientes (formulaciones típicas de los fertilizantes), un tercer grupo es abundante en unos suelos y escaso en otros (Ca y Mg) y un cuarto grupo incluye nutrientes que suelen ser suficientes (S y Fe). La calificación de la fertilidad debe referirse al uso del suelo.

En cuanto a concentraciones de elementos asimilables, y referido a plantaciones forestales, los límites que indican suelos pobres en nutrientes son 15 ppm de P (Mehlich), 50 ppm de K, 20 ppm de Mg y 60 ppm de Ca. En plantaciones jóvenes y segundas rotaciones se aprecian con frecuencia deficiencias nutritivas (Bará, 1998), derivadas normalmente de extracciones que no pueden reponerse con los aportes atmosféricos o la alteración de la roca. Problemática especial con P, Ca y Mg en Galicia. Esto es particularmente problemático en suelos pobres y bajo clima lluvioso. La importancia de la materia orgánica, y particularmente del mantillo y restos de corta como fuente de nutrientes

derivada de su descomposición es generalmente aceptada (González Prieto y Villar, 2003; Ouro et al, 2002).

Reacción del suelo

El valor del pH del suelo incide directamente en la descomposición de la materia orgánica y en la asimilabilidad de determinados nutrientes. En suelos muy ácidos la descomposición de restos orgánicos será muy lenta y la nutrición en P es problemática por la formación de fosfatos insolubles de Fe y Al. Lógicamente el pH se relaciona directamente con la fertilidad, ya que los suelos ácidos tienen desaturado el complejo adsorbente. Además, en los suelos gallegos el Al^{+3} resulta muy abundante y desplaza a los cationes alcalinos y alcalinotérreos. El pH de los suelos gallegos se encuentra con mucha frecuencia tamponado en valores de 4 a 5. Niveles inferiores a 4 serían de extrema acidez. Los mejores crecimientos y desarrollo de las plantaciones forestales del norte de España se encuentran en general en valores próximos a 6.

Este parámetro químico es el que mejor permite discriminar los hábitats naturales de los pino españoles, de forma que Gandullo y Sánchez (1994) agrupan las especies de la siguiente forma: *Pinus pinaster atlantica* y *Pinus radiata*, umbral inferior menor de 5 y superior menor de 6, grupo de especies de mayor eurioicidad, que incluye a *P. canariensis*, *P. pinaster mediterránea*, *P. pinea* y *P. sylvestris*, con UI<6, medias entre 6,5 y 7 y Us entre 7,3 y 8,3. *Pinus nigra hispánica* sería especie basófila, pero ese carácter estaría todavía mas marcado en *P. halepensis* y *P. nigra* (UI>7,5 y US>8). El pH es una de las variables que con mayor frecuencia se emplean en ecuaciones predictivas de la productividad, como las plantaciones de *Pinus radiata* en Galicia (Sánchez et al, 2002).

No ha sido frecuente en plantaciones forestales aplicar tratamientos de corrección de pH como los encalados, ue si se han aplicado de forma generalizada para establecer pastizales de monte. Recientemente sin embargo se han establecido ensayos y algunas plantaciones con ese tipo de tratamiento. Resulta en este sentido de interés el posible uso de cenizas de corteza arbórea procedente de las industrias forestales, que tienen capacidad para incrementar el pH, además de aportar cantidades considerables de K, Ca, Mg y otros nutrientes (Solla et al, 2004).

Abundancia de caliza activa

Puede dar lugar a disfunciones, debido al antagonismo entre Ca y K y también entre Ca y Fe. El primero es especialmente fuerte en las especies denominadas calcifugas, mientras que en otras el antagonismo es casi nulo (Serrada, 1997). Se valúa mediante la concentración de carbonato cálcico finamente dividido, evaluando en cada horizonte. Se considera el suelo totalmente descarboxado si el % de caliza activa es inferior a 2,5, bastante descarboxado con 2,5 a 10%, algo descarboxado de 10 a 20, poco de 20 a 40 y nada si >40%.

Para las especies de pino españolas se definen claramente

dos grandes grupos, siendo el segundo el que agrupa especies no calcifugas (*P. halepensis*, *P. nigra hispanica* y *P. nigra pyrenaica*). Es destacable el hecho de que en áreas de clima lluvioso incluso en suelos asentados sobre calizas la descarboxación es muy fuerte, por lo este parámetro no resulta de gran relevancia.

Salinidad

Resulta relevante por la importancia del potencial osmótico en los procesos de absorción de agua, así como el papel del Na como inhibidor de la absorción de otros nutrientes, particularmente el K. Se evalúa mediante la conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada. Las circunstancias mas problemáticas se derivan de la presencia de margas salinas, capas freáticas salobres o riego con aguas salobres. La presencia de yesos (sulfato cálcico) también se relaciona con la salinidad, aunque en menor medida. La salinidad del suelo es un problema de gran relevancia en casi toda España, salvo en climas húmedos. Para muchas especies forestales se ha destacado su presencia sobre yesos (*Quercus faginea*, *Pinus halepensis* en cierta medida) (Ceballos y Ruíz de la Torre, 1979).

Suelos intrazonales

Existen algunos casos concretos de suelos que dan lugar a problemas de arraigo de repoblaciones, particularmente en la España atlántica. Las turberas se producen en medios mal aireados, saturados en agua de forma permanente o casi permanente (Gley de anmoor). Los suelos en este caso están formados por restos orgánicos y determinan en general pobres resultados de crecimiento de las plantaciones (caso de *Pinus sylvestris* en la Sierra del Xistral), a lo que debe añadirse la importancia ecológica de estas formaciones. Los suelos sobre serpentinitas, rocas metamórficas ultrabásicas, si bien poco frecuentes, dan lugar a problemas de crecimiento derivados del antagonismo entre el Mg, muy abundante en estos casos, y el P. Las plantaciones de *P. radiata* presentan entonces pobres crecimientos.

Bibliografía

- Bará, S. , Toval, G. (1983). Calidad de estación del *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Comunicaciones INIA, nº 24, Madrid.
- Bará, S. (1998). Fertilización forestal. Consellería de Agricultura. Xunta de Galicia, 166 pp.
- Ceballos, L. , Ruíz de la Torre, J. (1979). Árboles y arbustos de la España Peninsular. Fundación Conde del Valle de Salazar. UPM, 512 pp.
- Gandullo, J.M., Sánchez Palomares, O. (1994). Estaciones ecológicas de los pinares españoles. ICONA. Madrid, 188 pp.
- González-Prieto, S., Villar, MC. (2003). Soil organic N dynamics and stand quality in *pinus radiata* pinewoods of

- the temperate humid region. *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 1395-1404.
- Lanier, L. (1994). *Précis de sylviculture*. ENGREF, Nancy.
- Martínez, E. (2004). Estudio del crecimiento, producción y gestión de masas forestales de *P. sylvestris* en Galicia. Tesis doctoral. EPS de Lugo. USC. Inédito.
- Merino, A., Rodríguez, A., Brañas, J. Rodríguez Soalleiro, R. (2003). Nutrition and growth in newly established plantations of *Eucalyptus globulus* in northwestern Spain. *Ann. For. Sci.* 60, 1-9.
- Ouro G., Pérez Batallón P., Merino A. (2001). Effect of silvicultural practices on nutrient status in a *Pinus radiata* plantation: Nutrient export by tree removal and nutrient dynamics in decomposing logging residues. *Ann. For. Sci.*, 58: 411-422.
- Romanyà, J., Vallejo, V.R. (2004). Productivity of *Pinus radiata* plantations in Spain in response to climate and soil. *For. Ec. Man.*, 195, 177-189.
- Sánchez, F., Rodríguez Soalleiro, R., Español, E., López, C., Merino, A. (2002). Influence of edaphic factors and tree nutritive status on the productivity of *Pinus radiata* D. Don plantations in northwestern Spain. *For. Ec. Man.*, 171, 181-189.
- Serrada, R. (1997). *Apuntes de selvicultura*. EUITF. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- Solla, F., Taboada, M.P., Rodríguez Soalleiro, R., Merino, A. (2004). Respuesta inicial del aporte de cenizas de biomasa arbórea en el estado nutricional de una plantación joven de *Pinus radiata* D. Don. *Inv. Agr.: Sist y Rec. For.* 13(2), en prensa.
- Souleres, G. (1992). *Les milieux de la populiculture*. IDF, Paris, 309 pp.