

CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIOGRAFICO-CLIMÁTICAS DEL REBOLLO (*QUERCUS PYRENAICA* WILLD.) EN LA RIOJA

Ricardo Ruiz-Peinado Gertrudix*, Gregorio Montero González y Otilio Sánchez Palomares

Dpto. Sistemas y Recursos Forestales. CIFOR-INIA. Ctra. A Coruña km 7'5. 28040 MADRID (España).

*Correo electrónico: ruizpein@inia.es

Resumen

El conocimiento de las condiciones ecológicas en que vegetan las masas forestales españolas es fundamental a la hora de diseñar diferentes modelos de gestión forestal, sobre todo en el caso de las masas de *Quercus pyrenaica*. Estas masas, muy intervenidas hace algunas décadas, se encuentran actualmente y por lo general, no tratadas y manifiestan fenómenos de estancamiento y puntisecado debido a la alta densidad de pies existente. Para el manejo de estas masas es necesario conocer sus necesidades ecológicas y sus territorios de posible expansión que permitan al gestor adoptar la medida óptima en sus tratamientos selvícolas. Con la utilización de modelos digitales de los parámetros ecológicos es posible realizar la cartografía de las áreas potenciales de expansión fisiográfico-climáticas, utilizando un indicador de potencialidad. En el presente trabajo se han identificado las áreas fisiográfico-climáticas de expansión del rebollo en La Rioja, utilizando 14 factores ecológicos, tras la delimitación del hábitat paramétrico en dicha región.

Palabras clave: *Autoecología, hábitat paramétrico, índice de potencialidad, Quercus pyrenaica, La Rioja*

INTRODUCCIÓN

Las masas de *Quercus pyrenaica* Willd. se presentan principalmente en la península Ibérica, alcanzando el suroeste de Francia y noroeste de Marruecos. Ocupan una superficie aproximada de 762.000 ha existiendo en España 660.000 ha (CARVALHO, 2005), formando extensos montes en la mitad occidental, siendo más esporádica su distribución en la mitad oriental, dada la naturaleza del suelo, por ser el rebollo una especie silicícola.

La facilidad para el rebrote de cepa y sobre todo de raíz, ha fomentado el aprovechamiento de los rebollares en monte bajo con cortas a matarrasa con turnos cortos. Hasta finales de los años 60 sus masas tenían gran importancia

por la utilización de leñas y de carbón vegetal como combustible para uso doméstico. Estos tratamientos han impedido el desarrollo de estas masas hasta estadios más maduros. Además, tras la sustitución de estos productos por combustibles fósiles, sus masas han sido abandonadas en su gestión por su escaso rendimiento económico. Actualmente, estas masas tienen densidad muy elevada, existiendo fenómenos de estancamiento en el crecimiento y puntisecado, presentando, en muchos casos, una gran acumulación de biomasa por hectárea, con altas posibilidades de un incendio forestal. No obstante, los rebollares presentan alto valor ecológico y un importante valor paisajístico, cumpliendo un notable papel en la protección de suelos contra la erosión, gracias a su extenso

y superficial sistema radical y su facilidad para el rebrote, e incluso presenta interés como productor de madera de calidad para tonelería. Por ello, el conocimiento del medio donde vegetan las especies es fundamental a la hora de realizar el manejo de los sistemas forestales. Por tanto, para realizar una gestión adecuada de los rebollares, es necesario realizar estudios autoecológicos que permitan conocer los requerimientos paramétricos y la delimitación de hábitats fisiográficos, climáticos y edáficos. Así, el INIA y la ETSI de Montes (UPM-Madrid) continúan realizando estudios autoecológicos para especies forestales, incluido el rebollo (GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES, 1994; GANDULLO et al., 2004; SÁNCHEZ PALOMARES et al., 2007). De igual manera otros grupos, con metodología muy similar, han realizado estudios ecológicos para el rebollo (DÍAZ-MAROTO et al., 2006) y para otras especies en Galicia. Así, esta definición del hábitat realizada en los trabajos autoecológicos es la base para la delimitación de las áreas potenciales de expansión de una especie, utilizando los parámetros obtenidos integrados en un SIG para la obtención de indicadores de potencialidad en las estaciones. Con esta metodología se han definido las áreas potenciales fisiográfico-climáticas para el haya (SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 2004; RUBIO & SÁNCHEZ-PALOMARES, 2006), para el alcornoque (SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 2001a; SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 2001b) y para el pino negro (RUBIO & SÁNCHEZ-PALOMARES, 2005).

MATERIAL Y METODOS

Área de estudio

La zona de estudio considerada es la Comunidad Autónoma de La Rioja. Según el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) (DGB, no publicado), en esta comunidad las masas de *Q. pyrenaica* ocupan una superficie estimada de 34.177 ha, el 21,3%, del total arbolado de La Rioja, siendo la especie que más superficie ocupa en esta comunidad autónoma. Estos rebollares se asientan fundamentalmente sobre materiales silíceos, y en algunos casos sobre calizas descarbonatadas (montes Obarenes y Toloño) (GOBIERNO DE LA RIOJA, 2004).

Datos

Los datos ecológicos se obtienen de las localizaciones de las parcelas del IFN3 en las cuales *Q. pyrenaica* es la especie principal, utilizando el criterio de existencia de pies mayores de la especie, área basimétrica (G) superior a $1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ y mayor G que cualquier otra especie. Con este criterio se han encontrado 375 parcelas de rebollo en La Rioja, según los datos del IFN3 (DGB, no publicado). Para todas estas estaciones se han realizado los cálculos de los siguientes parámetros ecológicos: altitud de la parcela en metros, pendiente de la parcela en grados, insolación calculada en función de la pendiente y la orientación (GANDULLO, 1974), todos ellos calculados a partir de un sistema de información geográfica (SIG); los parámetros climáticos precipitación total anual, precipitación de primavera, precipitación de verano, precipitación de otoño, precipitación de invierno, medidas en milímetros; temperatura media anual, oscilación térmica (GOSRZINSKY, 1920), medidas en grados; la evapotranspiración potencial anual (THORNTHWAITE, 1948), superávits, déficits, medidos en milímetros e índice hídrico anual (THORNTHWAITE & MATHER, 1957). Estos parámetros climáticos han sido calculados a partir de los modelos de estimaciones termopluviométricas publicados (SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 1999) en función de la localización de la parcela (altitud, coordenadas X e Y en UTM y cuenca hidrográfica de pertenencia).

Hábitat paramétrico

En la delimitación de los hábitats paramétricos óptimos y marginales para la especie se ha realizado un análisis univariable de cada parámetro para la identificación de los valores mínimo (límite inferior, LI) y máximo (límite superior, LS) absolutos, el valor medio del parámetro (M); los puntos definidos por los percentiles 10 y 90 denominados umbral inferior (UI) y umbral superior (US) respectivamente, de igual manera que se ha realizado en estudios autoecológicos citados anteriormente. De esta manera se identifica el tramo central (intervalo de valores de los parámetros entre UI y US) y los tramos marginales (intervalo entre LI y UI e intervalo entre US y LS). Así, para la considera-

ción de un biotopo como hábitat óptimo para la especie, todos y cada uno de los parámetros deben situarse en el tramo central. Aquellos biotopos en los que algún parámetro se sitúe en un tramo marginal se consideran como hábitats marginales, siendo esa marginalidad mayor cuanto mayor número de parámetros estén en ese tramo. Los biotopos en que algunos de los parámetros se sitúen fuera de los intervalos mínimo y máximo (LI y LS) se definen como hábitats extramarginales.

Definición y cartografía de áreas potenciales

En la identificación de las áreas potenciales de expansión de la especie, se ha de clasificar cada estación según su aptitud, para cada parámetro ecológico respecto a *Q. pyrenaica*. Así calculados los valores del hábitat para los parámetros (LI, UI, M_i -valor medio-, US, y LS_i) se determina si en dicha estación entra dentro o fuera del hábitat central o marginal, y para cada valor del parámetro x_i , se estima, primero, un índice de aptitud p_i , y después un indicador de potencialidad (IPot) para cada punto según la metodología definida en (SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 2004; RUBIO & SÁNCHEZ-PALOMARES, 2005, 2006). Con este indicador integrado en un SIG es posible realizar la cartografía del área de expansión potencial de una especie.

La validación de la cartografía así obtenida puede realizarse usando fuentes externas, como la vegetación actual utilizando la propia información del IFN3 o la vegetación potencial teórica (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos de los parámetros ecológicos calculados se ha definido los valores que determinan el hábitat para el rebollo en La Rioja, cuyos valores se presentan en la tabla 1 y que posteriormente han sido utilizados para la delimitación y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas.

Se ha obtenido la cartografía fisiográfico-climática de las áreas potenciales para el rebollo en La Rioja (Figura 1), utilizando una delimitación de las potencialidades para una mejor representación de las superficies, clasificando potencialidad óptima, alta, media y baja y también territorios no potenciales.

De acuerdo con esta metodología, el rebollo tiene una superficie potencial de expansión en La Rioja de más de 391.000 ha, con un 14% de esa superficie en zonas de potencialidad óptima de acuerdo con los parámetros considerados, y un 33% de la superficie en potencialidades altas

| PARÁMETRO | LI | UI | Media | US | LS |
|-----------|------|------|--------|-------|-------|
| ALT (m) | 594 | 922 | 1148,6 | 1378 | 1618 |
| PND (%) | 3,5 | 15,0 | 34,0 | 54,5 | 86,6 |
| INS | 0,31 | 0,63 | 0,9 | 1,24 | 1,40 |
| PT (mm) | 523 | 635 | 897,0 | 11621 | 338 |
| PP (mm) | 154 | 182 | 260,4 | 332 | 384 |
| PV (mm) | 117 | 133 | 154,0 | 180 | 196 |
| PO (mm) | 109 | 158 | 212,9 | 274 | 338 |
| PI (mm) | 120 | 157 | 269,8 | 376 | 439 |
| TM (°C) | 6,5 | 8,7 | 9,7 | 10,7 | 12,3 |
| OSC (°C) | 25,1 | 26,5 | 27,3 | 27,9 | 28,6 |
| ETP (mm) | 518 | 595 | 625,0 | 653 | 705 |
| SUP (mm) | 133 | 221 | 467,9 | 719 | 892 |
| DEF (mm) | 115 | 155 | 196,0 | 232 | 313 |
| IH | -6,2 | 14,8 | 57,0 | 104,0 | 153,0 |

Tabla 1. Valores que definen el hábitat fisiográfico-climático de rebollo en La Rioja (n = 375). LI: Limite inferior, UI: umbral inferior, US: umbral superior; LS: limite superior

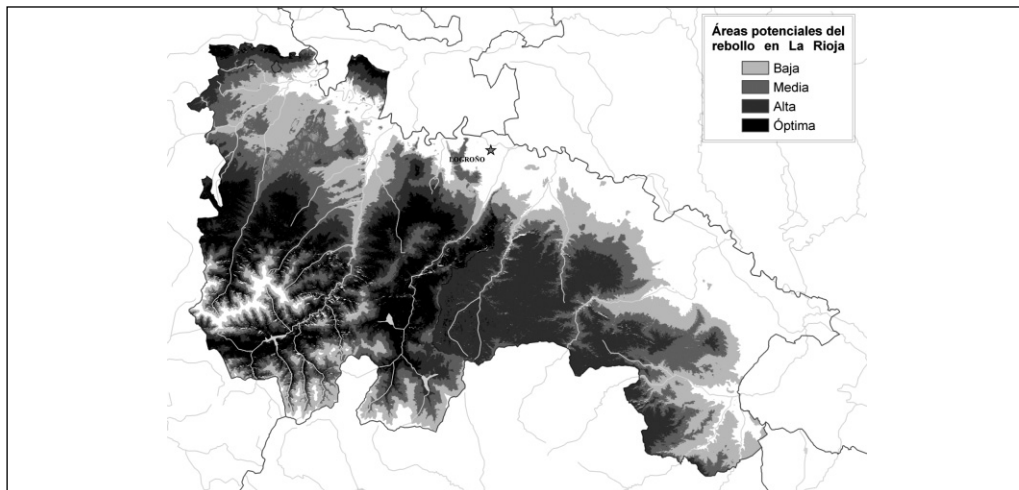


Figura 1. Áreas potenciales fisiográfico-climáticas según clase de potencialidad para *Quercus pyrenaica* Willd. en La Rioja

para el rebollo. La distribución potencial del rebollo abarca las laderas montañosas de la sierra de la Demanda y los Cameros, disminuyendo la potencialidad hacia la ribera del Ebro. Desde el valle del río Leza hacia el este desaparecen las zonas de potencialidad óptima, predominando la potencialidad alta. Es de destacar que la ribera del Ebro se ha considerado como zona no apta para la expansión de *Q. pyrenaica* en La Rioja.

La validación de la cartografía digital de las áreas potenciales se ha realizado con la información del IFN3 (especie dominante de la parcela).

Áreas potenciales del rebollo, vegetación actual y vegetación potencial

La validación de las áreas potenciales obtenidas se realiza con el contraste con la vegetación real existente y la vegetación potencial teórica.

Utilizando la información de vegetación real (IFN3) se obtiene el grado de ocupación, medido por el número de parcelas por especie dominante, en cada clase de potencialidad fisiográfico-climática, resultando los valores expuestos en la tabla 2. De acuerdo esta tabla, *Q. pyrenaica* es la especie que presenta un mayor número de parcelas del IFN en su área potencial en La Rioja, con un 27,6% del total de las parcelas IFN que existen en las áreas calculadas; el haya con un 19,3% de presencia de parcelas en

las áreas potenciales, siendo muy abundante en la potencialidad alta; el *Pinus sylvestris* con 17,9%, ocupa las clases medias y bajas de potencialidad; *Q. ilex* tiene un 13,7% de presencia, ocupando las clases altas y medias; la presencia en un 8,0% de *P. nigra* se debe a las repoblaciones realizadas sobre todo en clases de potencialidad alta para el rebollo; *Q. faginea* tiene una presencia de 5,9% en las áreas potenciales del rebollo, ocupando clases de potencialidad óptima y alta.

A partir de las series de vegetación de RIVAS MARTÍNEZ (1987), se ha realizado una agrupación en series para su comparación de forma sencilla, siguiendo lo realizado en otros trabajos similares (SÁNCHEZ-PALOMARES et al., 2004; RUBIO & SÁNCHEZ-PALOMARES, 2006). Los resultados aparecen en la tabla 3 y nos muestran que los encinares ocupan la mayor superficie en las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de rebollo, ocupando potencialidades medias y bajas. Los rebollares, segunda formación teórica, ocupan fundamentalmente potencialidades óptima y alta. Los hayedos se sitúan en tercer lugar.

CONCLUSIONES

Se ha realizado una clasificación paramétrica de los hábitats fisiográfico-climáticos y edá-

| Especies del IFN | Potencialidad óptima | Potencialidad alta | Potencialidad media | Potencialidad baja | Total |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------|
| <i>Quercus pyrenaica</i> | 98 | 134 | 32 | 3 | 267 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 32 | 84 | 36 | 34 | 186 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 23 | 58 | 50 | 42 | 173 |
| <i>Quercus ilex</i> | 40 | 48 | 41 | 4 | 133 |
| <i>Pinus nigra</i> | 12 | 45 | 18 | 2 | 77 |
| <i>Quercus faginea</i> | 28 | 21 | 5 | 3 | 57 |
| Otras especies | 12 | 11 | 25 | 25 | 73 |

Tabla 2. Número de parcelas del IFN3, por especie dominante, incluidas en las áreas potenciales fisiográfico-climáticas del rebollo en La Rioja

| Formaciones | Potencialidad óptima | Potencialidad alta | Potencialidad media | Potencialidad baja | Total |
|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------|
| Encinares | 3,851 | 33,503 | 60,831 | 72,271 | 170,456 |
| Rebollares | 26,965 | 52,007 | 9,160 | 702 | 88,834 |
| Hayedos | 14,529 | 28,205 | 22,413 | 14,204 | 79,351 |
| Quejigares | 10,735 | 13,675 | 17,311 | 6,084 | 47,806 |
| Otros | - | - | 68 | 4,974 | 5,042 |

Tabla 3. Superficie (ha) que ocupa cada formación vegetal en los grupos de potencialidad fisiográfico-climática para el rebollo en La Rioja

ficos de *Quercus pyrenaica* en La Rioja, así como la cartografía de las áreas potenciales de expansión para la especie. Esta cartografía es una aproximación, puesto que no se ha podido construir modelos digitales edafológicos que completaran estas áreas de expansión.

La definición de las áreas potenciales de expansión de *Quercus pyrenaica* siguiendo la metodología paramétrica ha obtenido muy buenos resultados, en forma de coincidencia de superficies con las formaciones vegetales actuales y las formaciones teóricas. Al realizar la superposición de las zonas potenciales del rebollo con la vegetación natural, a partir de la información del IFN3, se ha comprobado la distribución de los rebollares en clases de potencialidad óptima y alta preferentemente. El haya ocupa clases de potencialidad alta y el pino silvestre clases de potencialidad media-alta. Validando con la vegetación teórica, aunque los encinares es la serie de vegetación teórica más representada en las áreas potenciales de rebollo, los rebollares son la serie que mayores potencialidades presenta, en superficie, en clases óptima y alta.

Agradecimientos

A Eduardo López Senespleda y Rafael Alonso Ponce por su ayuda y comentarios en el manejo del SIG para la realización de la cartografía digital de las áreas potenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- CARVALHO, J.P.; 2005. *O carvalho negral*. Ed. AGRO. Vila Real.
- DÍAZ-MAROTO, I.J.; FERNÁNDEZ-PARAJES, J. & VILA-LAMEIRO, P.; 2006. Autecology of rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) in Galicia (Spain). *Ann. For. Sci.* 63: 157-167.
- GANDULLO, J.M.; 1974. Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno. *An. INIA: Ser. Rec. Nat.* 1: 95-107.
- GANDULLO, J.M.; BLANCO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A.; ELENA, R. Y GÓMEZ, V.; 2004. *Las estaciones ecológicas de los castañares españoles*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología

- Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- GANDULLO, J.M. Y SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1994. *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. MAPA-ICONA. Madrid.
- GOBIERNO DE LA RIOJA; 2004. *Plan Estratégico de Conservación de los Recursos Naturales. Plan Forestal de La Rioja*. Logroño.
- GOSRZINSKY, P.; 1920. Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. *Geogr. Annaler* 2: 324-331.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España, 1:400.000*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- RUBIO, A. Y SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2005. Definición de áreas potenciales paramétricas de especies forestales. El caso de *Pinus uncinata*. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20: 271-283.
- RUBIO, A. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2006. Physiographic and climatic potential areas for *Fagus sylvatica* L. based on habitat suitability indicator models. *Forestry* 79: 439-451.
- SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; CARRETERO, M.P. Y SARMIENTO, L.A.; 2001a. Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de los alcornoques catalanes (*Quercus suber* L.). En: SECF-Junta de Andalucía (eds.), *Actas III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio I*: 271-277. Coria Gráficas. Sevilla.
- SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; RUBIO, A. Y BLANCO, A.; 2004. Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de hayedo en España. *Inv. Agrar.: Sist. Rec. For.* Fuera de serie: 13-62.
- SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; SÁNCHEZ, F. Y CARRETERO, M.P.; 1999. *Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España peninsular*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; SARMIENTO, L.A. Y CARRETERO, M.P.Y.; 2001b. Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de los alcornoques extremeños (*Quercus suber* L.). En: SECF-Junta de Andalucía (eds.), *Actas III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio I*: 278-284. Gráficas Coria. Sevilla.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A. Y GANDULLO, J.M.; 2007. *Las estaciones ecológicas de los alcornoques españoles*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- THORNTHWAITE, C.W.; 1948. An approach to a rational classification of climate. *Geog. Rev.* 38: 55-94.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R.; 1957. *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balances*. Centerton. New Jersey.