



Efectos del cambio climático en el crecimiento y el funcionamiento de los bosques pirenaicos inferidos mediante reconstrucciones dendroecológicas

Entidad en la que se desarrolla el proyecto: CSIC. Instituto Pirenaico de Ecología (IPE)

Investigador Principal: Jesús Julio Camarero Martínez - CSIC. Instituto Pirenaico de Ecología (IPE)

Parque Nacional donde se ubica el estudio: Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido | Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici

Palabras clave: anillos de crecimiento, clima, dendrocronología, modelos lineales mixtos, *Pinus uncinata*, Pirineos.

Organismo cofinanciador: Organismo Autónomo Parques Nacionales

Inicio: 11/12/2008 - **Fin:** 11/12/2011

SINOPSIS

Los árboles registran información climática en sus series de anillos anuales de crecimiento, la cual puede ser recuperada mediante la dendrocronología, que es la ciencia que estudia los anillos anuales de crecimiento. Este enfoque climático prioriza la selección de sitios, bosques y árboles, considerados climáticamente sensibles, cuyos datos de crecimiento se procesan con el fin de extraer una señal climática común. Sin embargo, esta aproximación basada en series medias de crecimiento muy determinadas por el clima enmascara la variabilidad de crecimiento entre individuos y diluye sus diferentes respuestas al clima. Investigar los factores locales (sitio) e individuales (árbol) que determinan las respuestas de los árboles al clima es un objetivo prioritario para entender cómo reaccionarán estos árboles al calentamiento climático. En el presente estudio analizamos en bosques de montaña de *Pinus uncinata* los patrones de crecimiento radial a diversas escalas espaciales: área de distribución de la especie en la Península Ibérica, regiones (Pirineos, pre-Pirineos, Sistema Ibérico), los dos parques nacionales pirenaicos (Ordesa y Monte Perdido; Aigüestortes i Estany de Sant Maurici), bosques (30 sitios) y árboles (642 individuos). Mediante métodos dendrocronológicos se reconstruyeron las series de crecimiento radial y se analizaron sus relaciones entre sitios y con datos climáticos mensuales para gran parte del siglo XX a las distintas escalas mencionadas. Se ha investigado qué factores locales y a nivel de individuo pueden influir en la respuesta de los árboles al clima. Además, se muestra una reconstrucción de temperaturas de primavera basada en datos de la densidad máxima de la madera para ilustrar las implicaciones de nuestros resultados.

Para todas las escalas evaluadas la temperatura del noviembre previo al año de crecimiento es la variable climática que más influye sobre el crecimiento de



P. uncinata. Sin embargo, existe una gran variabilidad en la respuesta del crecimiento al clima entre sitios, en función de su posición geográfica y de la altitud, y entre árboles del mismo sitio en función de su edad. Nuestros resultados indican la necesidad de un cambio de paradigma pasando de un enfoque basado en medias poblacionales de crecimiento a análisis a nivel de individuo. Este cambio permitirá entender qué factores a nivel de árbol condicionan su respuesta al clima y además servirá para guiar la selección de árboles sensibles al clima para así mejorar y dar un sentido biológico a las reconstrucciones dendroclimáticas.

**ALGUNOS FRAGMENTOS QUE NOS PUEDEN ACERCAR AL CONTENIDO
DEL PROYECTO**

La presencia de individuos viejos bien conservados de *Pinus uncinata* en los parques nacionales pirenaicos (Ordesa y Monte Perdido y Aigüestortes i Estany de St. Maurici) permite la reconstrucción con resolución anual del crecimiento y funcionamiento de los bosques subalpinos pirenaicos usando la información derivada de la anchura, densidad y composición de los anillos.

Se han muestreado un total de 30 sitios en bosques dominados por *Pinus uncinata* Ram. (pino negro). Estos bosques abarcan toda la distribución geográfica de la especie en la Península Ibérica. La mayoría de los sitios de estudio se encuentran en los Pirineos, donde la especie es más abundante y domina el piso subalpino, formando bosques de baja densidad o masas con individuos aislados que conforman el límite superior del bosque.

Entre 1994 y 2010 se muestrearon 642 árboles vivos. En cada bosque estudiado, se seleccionaron al azar entre 5 y 65 individuos dominantes. La distancia entre árboles muestreados siempre superó los 20 m para evitar los posibles efectos locales sobre el crecimiento debidos a la vecindad entre árboles. La posición geográfica de los árboles se registró con un sistema de posicionamiento geográfico (GPS) (precisión ± 5 m). Además se recogieron datos topográficos (altitud, pendiente, orientación) y biométricos (diámetro a 1,3 m de altura, altura total, edad) para cada árbol muestreado.

La altitud media de todos los bosques muestreados es de 2.118 m, con un rango de 1.750 a 2.451 m y el diámetro medio medido a 1,3 m de altura de todos los árboles muestreados es de 56,7 cm. En los bosques estudiados la temperatura media anual y las precipitaciones totales anuales oscilan entre 2,0 y 4,9 °C y entre 1.200 y 2.000 mm, respectivamente, siendo enero (media de -2,0 °C) y julio (media de 12,5 °C) los meses más frío y cálido. Según datos homogeneizados y promediados producidos por la **Climatic Research Unit**, las tendencias de las temperaturas y precipitaciones anuales en el área de estudio fueron de +0,01 °C/año y +0,02 °C/año y de +0,27 mm/año y -0,08 mm/año para las mitades primera y segunda del pasado siglo XX, respectivamente.

A nivel de bosque y en el contexto del área de distribución ibérica hemos encontrado que los patrones de crecimiento de poblaciones en los límites



geográficos de distribución responden de manera distinta al resto de bosques. Esto apunta a la gran plasticidad que muestran las especies de árboles en sus respuestas a largo plazo del crecimiento radial al clima, incluso las coníferas consideradas mucho menos plásticas en su crecimiento que las frondosas. Además, indican la importancia de estudiar y conservar las poblaciones en los límites geográficos de distribución, ya que muestran respuestas al clima peculiares y claramente diferenciadas del resto de bosques del área «central» de distribución.

A nivel de especie hemos detectado que las temperaturas del otoño previo (noviembre) y de la primavera (mayo) del año de formación del anillo son las que más influyen sobre el crecimiento radial de *P. uncinata*.

A nivel de Parque Nacional estas variables aparecen de nuevo como las más relevantes pero también una elevada precipitación en junio y julio favorece la formación de madera, un hecho detectado particularmente en Aigüestortes. Esto indica que el crecimiento radial de *P. uncinata* se ve favorecido por otoños previos cálidos, que posiblemente estimulan la síntesis de carbohidratos usados después para formar la madera temprana en la primavera siguiente, y por primaveras cálidas y comienzos de verano húmedos, que probablemente favorezcan la formación de más traqueidas en la madera temprana.

Los resultados indican que los árboles más viejos son más sensibles a la precipitación de diciembre que los más jóvenes en Ordesa, aunque este efecto puede estar condicionado porque los árboles más viejos suelen estar en zonas de mayor pendiente y por tanto menor retención de agua en el suelo. Igualmente, el efecto negativo de marzos fríos sobre el crecimiento es más intenso en árboles viejos.

Las situaciones en las que el crecimiento de la mayoría de los individuos responde principalmente al clima serían los bosques o masas poco densas situadas a mayor altitud y dominados por individuos longevos y relativamente aislados. Serían estos árboles los que habría que priorizar a la hora de muestrear individuos climáticamente sensibles que aporten información dendrocronológica susceptible de ser usada como una variable capaz de ser transformada en información climática.