

Valladares, Fernando (2004): *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales. <http://www.globimed.net/publicaciones/Libros.htm>

CAPÍTULO 14

Cambio global y decaimiento del bosque

Jesús Julio Camarero, Francisco Lloret, Leyre Corcuera, Josep Peñuelas y Eustaquio Gil-Pelegrín

Resumen. *Cambio global y decaimiento del bosque.* Los distintos componentes del cambio global (cambio climático, cambios en los ciclos biogeoquímicos, modificaciones en los usos del suelo) están afectando de muy diversos modos a la salud de árboles y bosques. Durante el siglo XX, se han descrito varios síndromes de decaimiento en Europa occidental y el noreste de América que se explicaron por la polución atmosférica. Recientemente, se han detectado casos de decaimiento asociados a patógenos, al cambio climático o a la interacción entre ambos factores. En este capítulo describiremos ejemplos de decaimiento cuya causa última es climática. Nos hemos basado en estudios de bosques mediterráneos (encina) y templados (abeto) del nordeste de la Península Ibérica.

El decaimiento del bosque: introducción y definiciones

El cambio global reciente está afectando a los ecosistemas terrestres de forma diferente según el tipo de comunidad y el factor dominante. Árboles y bosques, incluso aquellos situados en las áreas más remotas como los bosques subalpinos y boreales, están experimentando fríos, olas de calor, hasta aumentos en los nutrientes disponibles en el suelo o a la disminución y fragmentación de su área de distribución. Dado que la Península Ibérica constituye el límite inferior latitudinal de distribución de varias especies de árboles (*Pinus sylvestris*, *P. uncinata*, *Juniperus thurifera*, *Quercus pyrenaica*, etc.) o bien su única área actual de distribución (*Q. faginea*, *Abies pinsapo*), se puede suponer que las poblaciones más meridionales de dichas especies serán más sensibles a cambios climáticos que impliquen mayor aridez. Pero estos cambios afectarán además a poblaciones muy fragmentadas sometidas a sistemas de gestión cambiantes y que experimentan factores adicionales de estrés, como la contaminación atmosférica. En el contexto del estudio de los efectos del cambio global sobre los bosques es básico por tanto tener en cuenta que éste se define por al menos tres componentes relacionados (ver capítulo 15), cuyas tasas de cambio están aumentando de forma rápida (Vitousek 1994): (i) el cambio climático (calentamiento global, aumento de la variabilidad climática interanual e interdecadal, etc.), (ii) cambios en los ciclos biogeoquímicos (aumento de la emisión de carbono hacia la atmósfera, aumento de la deposición de nitrógeno y azufre, cambios en la concentración de ozono, etc.), y (iii) cambios en la gestión y uso del suelo (deforestación y roturación de bosques, fragmentación, abandono de tierras agrícolas, cambios en el régimen de talas, gestión de incendios, etc.). Hay autores que añaden un cuarto componente referido a los cambios biogeográficos de distribución de muchos organismos, ya sean por contracción del área y extinción o por la expansión del área (invasión). Es evidente que estos componentes están relacionados, tienen tasas de cambio distintas y pueden mostrar retroalimentaciones positivas o negativas así como cambios no lineales (ver capítulos 6 y 15). Por ejemplo, el cambio climático está favoreciendo que el bosque boreal se expanda más al norte y ocupe la tundra. Las copas de los árboles reflejan menos radiación que la nieve que cubre la tundra por lo que esta invasión provoca un amplificación del calentamiento a escala regional (retroalimentación positiva) lo que podría conducir a inviernos aún más cálidos. Durante las décadas de 1970 y 1980 se describió en Europa Central y el Noreste de Norteamérica, ambas zonas muy pobladas y con intensa actividad industrial, una serie de procesos patológicos caracterizados por diversos síntomas como la defoliación y decoloración de las copas, cambios en la arquitectura de las ramas, muerte de raíces, menor crecimiento,

senescencia prematura y elevada mortalidad de distintas especies de árboles (Hertel 1988). Este fenómeno, en principio aparentemente insólito y sin precedentes, se denominó “decaimiento del bosque” (*forest decline*, *Waldsterben*). La preocupación pública fue grande en países donde el bosque forma parte de la cultura nacional (Alemania, Estados Unidos), y la mayoría de los expertos forestales sugirieron la existencia de un “síndrome”. Tras años de investigación, se consideró que la polución atmosférica (lluvia ácida) y sus efectos sobre el ecosistema (acidificación del suelo) eran los principales agentes causantes de estrés (Schütt y Cowling, 1985). Los más cautos veían a la lluvia ácida como el factor inicial que debilitaba al árbol, aún admitiendo que las condiciones climáticas adversas podían ser el factor desencadenante principal (Innes, 1987). Quizás fue la preocupación social la que fomentó (y precipitó) entre los científicos la percepción de que un único agente causaba la enfermedad y muerte de masas forestales localizadas en diferentes áreas geográficas y compuestas por especies diversas.

Sin embargo, años después se replanteó esta aproximación (Kandler 1993; Skelly y Innes, 1994). ¿Por qué no considerar al “síndrome del decaimiento” como un conjunto de diversas patologías vegetales, conocidas desde hacía tiempo, que se describían de forma simultánea y en lugares próximos? Dicho de otro modo: quizás el episodio de decaimiento de las décadas de los 70 y 80 descrito en Europa central y Norteamérica no fue realmente excepcional y sí había precedentes similares. Así, existen numerosos informes de decaimiento del abeto (*Tannensterben*) en Europa Central durante el siglo XX, a veces descritos en regiones separadas por cientos de kilómetros, que solían coincidir en el tiempo con períodos de sequía regional (Fig. 14.1). Cramer (1984) puso claramente de manifiesto que la sequía predisponía al decaimiento de los bosques centroeuropeos. Esta idea era reforzada por resultados similares en ecosistemas tan diferentes de los bosques templados como las comunidades de matorrales en zonas semiáridas de Norteamérica (Nelson *et al.* 1989).

Por último, es útil considerar en cualquier estudio de decaimiento la clasificación clásica de factores causantes del decaimiento propuesta por Manion (1991). Los *factores de predisposición* pueden definirse como aquellos, mayoritariamente abióticos (clima), que debilitan al árbol y/o reducen sus defensas a largo plazo haciéndolo más vulnerable a *factores de incitación*, frecuentemente factores bióticos aunque también abióticos (heladas), que aceleran su declive a corto plazo. Finalmente, los *factores de contribución*, generalmente patógenos oportunistas (bacterias, hongos, insectos, plantas hemiparásitas como el muérdago), “rematan” al árbol previamente debilitado. En muchos casos no sólo se desconoce el agente responsable del decaimiento sino cuántos agentes están implicados, por lo que, como se ha mostrado en el caso centroeuropeo, un enfoque causa-efecto no siempre es fructífero (Manion y Lachance 1992). La edad de los árboles, su acervo genético, el clima entendido como tendencias a largo plazo y otros agentes ambientales, como suelos poco desarrollados o en general localidades subóptimas, son factores de predisposición. Sin embargo, los episodios climáticos extremos como heladas o sequías puntuales pueden incluirse entre los factores de incitación.

El decaimiento del bosque en el contexto del clima mediterráneo

El clima mediterráneo aparece entre los 30° y 45° de latitud y está caracterizado por inviernos no excesivamente fríos pero húmedos y veranos cálidos secos (Balairón 1997). En términos de precipitación, destaca su gran variabilidad interanual. En cuanto a las temperaturas, se considera una variante continental, caracterizada por un invierno con heladas frecuentes, frente a una variante de temperaturas más suaves y menor amplitud térmica típica de regiones costeras. En consecuencia, la vegetación mediterránea perennifolia del interior de la Península Ibérica experimenta los dos tipos de estrés climático propuestos por Mitrakos (1980): la sequía estival y el frío invernal.

Este régimen implica la existencia de dos estaciones favorables para el crecimiento (primavera, otoño) intercaladas entre dos estaciones desfavorables (verano, invierno). La variabilidad térmica tienen implicaciones sobre la respuesta de las comunidades mediterráneas al estrés climático, tal y como sugiere el hecho de que los patrones de defoliación moderada-severa difieran algo entre encinares situados a menor o mayor altitud (Lorenz *et al.* 2002). De hecho, se ha demostrado la mayor resistencia a la cavitación de la subespecie de encina más abundante en zonas continentales (*Q. ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) del centro y oeste de la Península Ibérica respecto de aquella dominante en áreas costeras (*Q. ilex* L. subsp. *ilex*) del nordeste ibérico,

Francia, Italia y Grecia (Corcuera *et al.* 2004a). Las contrastadas características climáticas de ambas áreas geográficas, básicamente las zonas occidental y oriental de la cuenca mediterránea, podrían explicar en parte la temprana diferenciación genética de ambas subespecies y sus distintas respuestas ecofisiológicas (Barberó *et al.* 1992, Lumaret *et al.* 2002).

En la región mediterránea se ha detectado un aumento de la temperatura y la evapotranspiración, así como un leve descenso de las precipitaciones (Piervitali *et al.* 1997, Piñol *et al.* 1998). Los modelos climáticos apuntan a un incremento de la aridez (Cuadro 14.2.), así como de la frecuencia e incidencia de sequías severas (Osborne *et al.* 2000, IPCC 2001). La menor disponibilidad de agua limitaría la producción primaria y el incremento de la temperatura favorecería la respiración reduciendo aún más la productividad primaria neta (Peñuelas 1996). A largo plazo, estas sequías intensas podrían provocar la **sustitución** de especies menos resistentes a la sequía (Peñuelas *et al.* 1998) o bien afectar negativamente o eliminar poblaciones en localidades subóptimas (Lloret y Siscart 1995, Corcuera *et al.* 2004a) o en el límite biogeográfico de distribución de la especie (Martínez-Vilalta y Piñol 2002). A las tendencias a medio y largo plazo, se ha de añadir el efecto directo a corto plazo de episodios climáticos excepcionales (sequías, heladas) que podrían ser cada vez más frecuentes. Por ejemplo, las sequías de 1980-85 y 1990-94 se sitúan dentro de un período climáticamente muy variable en la Península Ibérica, la segunda mitad del s. XX, al menos en el contexto temporal de los últimos 10 siglos (Manrique y Fernández-Cancio 2000). Los cambios rápidos de ciertas tendencias climáticas durante el siglo XX son muchas veces aparentes y con implicaciones ecológicas claras. Por ejemplo, los inviernos en el Sistema Ibérico aragonés son cada vez más secos y empieza a detectarse cierto estrés hídrico a finales del verano (septiembre) en el Pirineo central (Camarero 2001, Corcuera *et al.* 2004b). No sólo el calentamiento global sino la mayor variabilidad climática afecta al crecimiento (Tardif *et al.* 2003) y la dinámica (Camarero y Gutiérrez 2004) de ciertos bosques ibéricos.

La “seca”: factores abióticos y bióticos

En la Península Ibérica comenzó a detectarse la defoliación y amarilleo de especies leñosas, a veces acompañados de tasas de mortalidad elevadas, a principios de la década de los 80, fenómeno que se denominó “seca” (Mesón y Montoya 1993). Desde un primer momento, se establecieron al menos dos posibles vías explicativas, no excluyentes y muchas veces relacionadas (Vannini *et al.* 1996), para entender este fenómeno de decaimiento (Fernández-Cancio 1997): (i) la explicación biótica o fitopatológica consideró la “seca” una expresión del ataque de patógenos tales como hongos que afectan a las raíces (Brasier *et al.* 1993, Tuset *et al.* 1996); (ii) la explicación abiótica o climática relacionó la mortalidad masiva con la sucesión de episodios climáticos adversos que conducirían al debilitamiento y posterior muerte del arbolado (Peñuelas *et al.* 2001).

El único consenso alcanzado sobre la “seca” es que ambos tipos de factores causantes, patógenos o clima, participan de forma decisiva según el tipo de monte y su medio (localidad, clima, suelo, historia de uso). Muchos casos de “seca” en el sudeste y este peninsulares fueron sin duda desencadenados por el estrés climático (Peñuelas *et al.* 2001, Corcuera *et al.* 2004a, 2004b). Concretamente, la reciente inestabilidad climática produjo: (i) la sucesión de intensas sequías en las pasadas décadas de los 80 y 90; y (ii) la aparición de inviernos muy fríos y secos en zonas de clima mediterráneo con influencia continental como el sistema Ibérico (Font Tullot, 1988).