4.2.12.4. Modificación de las especies que intervienen en la sucesión

4.2.12.4.1. Simplificación específica

El hombre ha eliminado muchas especies en ámbitos geográficos más o menos amplios. Es un proceso conocido pero difícil de precisar, en especial en lo referente a los táxones poco llamativos.

La sucesión se ve alterada por la falta de propágulos de las especies eliminadas por el hombre. Dependiendo de las circunstancias, estas especies pueden no volver, hacerlo con parsimonia o rápidamente. En el caso de árboles y arbustos, la vuelta depende de la distancia a la fuente de semillas, la degradación edáfica y microclimática, el vigor de su desarrollo en condiciones despejadas, las relaciones con fitófagos y otros seres vivos, etc. En los animales, más móviles, su vuelta es más sencilla siempre que se recuperen las condiciones necesarias y que no hayan desparecido en un área muy extensa (figura D.4.2.47).



Figura D.4.2.47. Esta imagen ilustra la importancia de la fuente de propágulos en los procesos de recuperación forestal: en una zona en la que el pino que hay casi en exclusiva es *P. halepensis*, aparece aquí un *Pinus pinaster*, que ha servido de fuerte de semilla para su regenerado, que está sólo en sus proximidades; este bosque incipiente se asienta sobre antiguos olivares, todavía perceptibles (Valfermoso de Tajuña, Guadalajara).

Desaparición de grandes animales y vegetales. La acción del hombre ha perjudicado especialmente a las especies de mayor tamaño, debido entre otras cosas a que necesitan espacios más amplios y más tiempo para reproducirse: las actividades humanas, en general, causan la fragmentación de los hábitats e imponen unas tasas de renovación más elevadas, lo que en principio favorece a organismos precoces y prolíficos. Además, en muchos casos está documentada la acción directa sobre especies más o menos grandes, lo que guarda relación con lo expuesto en el apartado 2.1.1, referente al hecho de que las interacciones entre seres vivos se hacen más evidentes cuando tienen un tamaño del mismo orden de magnitud.

No obstante, teniendo en cuenta que los grandes organismos tienen muchas relaciones funcionales dentro del ecosistema (nodos altamente conectados en una red tipo "mundos pequeños"), es una hipótesis plausible pensar que muchos seres más pequeños se vieran muy afectados y desaparecieran (ver Montoya *et al.*, 2001), pero la información a este respecto es escasa (no obstante, ver Yalden, 1999): se conoce la drástica reducción del área de distribución de plantas y animales de mediano tamaño (como la perdiz nival), pero acerca de los táxones menos conspicuos se sabe muy poco; es ilustrativo que todavía se está en fase de describir su distribución y, normalmente, ni eso. Probablemente, se vieron afectados sobre todo de forma indirecta, mediante cambios en su hábitat y debido a la eliminación de otras especies más grandes, que desencadenaron toda una serie de extinciones en las de menor tamaño relacionadas con éstas (ver Owen-Smith, 1987).

Prehistoria. Ya en la prehistoria las actividades humanas influyeron decisivamente en los ecosistemas de casi todo el planeta. En este sentido, la extinción de grandes animales que caracterizaron la última era glacial, como el mamut (*Mammuthus primigenius*), el gliptodonte (*Glyptodon clavipes*), el perezoso gigante (*Megatherium*) y otros, pudo deberse a su excesiva predación por los humanos prehistóricos (Martin, 1967; Haynes, 1976; Martin, 1983). Parece lógico pensar que en esa eliminación intervino el hombre, ya que eran pieza frecuente de caza y, por otra parte, el progresivo calentamiento supuso el desplazamiento hacia el norte de los ecosistemas, no su eliminación; cambios climáticos similares se produjeron anteriormente sin esas consecuencias. Las especies eliminadas eran de suficiente tamaño como para merecer el esfuerzo de la caza o para constituir una amenaza, y casi todas debieron de resultar relativamente fáciles de cazar debido a que casi no tenían depredadores hasta la llegada de los humanos (Schüle, 1990); por otra parte, como indican Schuster y Schüle (2000), a diferencia de otras extinciones que tuvieron lugar con anterioridad, estas especies dejaban libres nichos que no eran utilizados por otras. Es revelador que poco después de la llegada de los humanos a América desapareciesen mamuts lanudos o felinos de dientes de sable, o grandes marsupiales en Australia. Otro indicio acerca del papel del hombre en las extinciones prehistóricas es que, en la actualidad, las mayores tasas de extinción tienen lugar en las zonas en que la influencia humana es más reciente o ha adquirido importancia recientemente, y no aquéllas donde ésta es más intensa (ver: http://www.uwsp.edu/geo/faculty/heywood/Geog358/endangr/HistExti.htm). Es decir, las primeras etapas de contacto del hombre con los ecosistemas son las que suponen para éstos la mayor pérdida de diversidad.

En el anterior periodo interglaciar, hace unos 120.000 años, la fauna que habitaba la Península Ibérica, y toda Europa, era bien distinta de la actual (ver Renault-Miskovsky, 1991), con animales que hoy día consideramos más propios de zonas cálidas como el hipopótamo (*Hippopotamus* spp.), el rinoceronte (*Dicerorhinus* spp.) o el elefante antiguo (*Palaeoloxodon antiquus*), pero con unos patrones generales de distribución de la vegetación que recuerdan bastante a los actuales. Hasta qué punto el hombre ha contribuido a la desaparición, en la Península Ibérica y en el ámbito europeo en general, de las especies mencionadas y otras como el oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*), oso del Tíbet (*Ursus thibetanus*), el guepardo gigante (*Acinonyx pardinensis*), el león de las cavernas (*Panthera spelaea*), el "tigre" de dientes de sable (*Homotherium latidens*), el leopardo (*Panthera pardus*), el jaguar europeo (*Panthera gombaszoegensis*), la hiena listada (*Hyaena prisca*), la hiena manchada (*Crocuta crocuta*), el cuón o perro rojo (*Cuon* spp.), el perro salvaje (*Canis falconeri*), el glotón (*Gulo gulo*), el turón de estepa (*Mustela eversmanni*), el mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*), el rinoceronte lanudo (*Coelodonta antiquitatis*) (los había hace menos de 10.000 años: Morales y Nieto, 1997) o el ciervo gigante (*Megaloceros* spp.), es una cuestión todavía no suficientemente esclarecida, pero en la que no se pueden obviar las importantes repercusiones de las actividades humanas durante el último periodo glaciar e incluso antes. El hecho es que la fauna de ungulados y carnívoros de la última era glaciar (Würm) es notablemente más pobre que la de periodos anteriores (Altuna, 1995).

Algunas de las especies que no son típicas de climas muy fríos, como el oso de las cavernas, el león (*Panthera leo*) o el uro, se extinguieron miles de años después de superados los periodos más fríos (Ezquerra y Gil, 2004), por lo que no cabe aducir la simple explicación climática (figura D.4.2.48).



Figura D.4.2.48. El hombre prehistórico interaccionó, en posición de supremacía, con el resto de los animales ibéricos. Representación de un bóvido en el Abrigo de la Cocinilla del Obispo (Albarracín, Teruel).

Otros grandes animales que han desaparecido de la Península Ibérica en torno al final de la última glaciación, como son la saiga (*Saiga tatarica*), el alce (*Alces alces*) o el reno (*Rangifer tarandus*), podría parecer claro que se extinguieron en este ámbito debido a grandes cambios ambientales, ya que viven en ecosistemas poco o nada representados en la actualidad en la Península. Sin embargo, este argumento no es definitivo, ya que la fauna (de forma semejante a la flora), está menos limitada a unas condiciones geoclimáticas de lo que habitualmente se piensa: la historia ecológica nos muestra cómo los animales que consideramos característicos de un medio pueden haber vivido en condiciones muy diferentes en otros momentos. Por otra parte, el hombre prehistórico dominó "la estrategia, las tácticas, los aspectos de organización y de armamento requeridos para la matanza y carnicería a gran escala del reno" (Straus, 1995), lo que debió de contribuir al fin de la especie en buena parte de Europa, en particular en los Pirineos. Irónicamente, el fin del reno como especie de caza fundamental ocurrió en los yacimientos franceses de Pastou, próximos a los Pirineos, en el Dryas III (Straus, 1995), bajo condiciones frías, lo que es un indicio de la responsabilidad humana. Como en otros casos, el hombre pudo hacer desaparecer una especie que estaba en regresión por causas climáticas.

La causa climática para la ausencia actual parece más evidente para otro fitófago de gran tamaño, el buey almizclero (*Ovibos pallantis*). También se puede achacar al calentamiento climático tras la última glaciación la desaparición de especies como el zorro ártico (*Alopex lagopus*) o la liebre ártica (*Lepus timidus*).

En el actual periodo interglaciar, hay una ausencia de megafitófagos existentes antes en la Península Ibérica, algunos capaces de derribar grandes árboles como son cuatro proboscidios (van der Made y Mazo, 2001): tres especies de mamut (*Mammuthus primigenius*, *M. trogontherii* y *M. meridionalis*) y el elefante antiguo o de bosque (*Palaeoloxodon antiquus*). Tampoco están ya otros fitófagos de gran tamaño como el reno (*Rangifer tarandus*), el uro (*Bos primigenius*), el bisonte (*Bison priscus* y otras especies del género), otros bóvidos (*Leptobos etruscus*, *Saiga tatarica*, *Soergelia* spp., *Hemitragus bonali*), el rinoceronte lanudo (*Coelodonta antiquitatis*), rinocerontes (*Stephanorhinus* spp., *Dicerorhinus hemitoechus*), hipopótamos (*Hippopotamus* spp.), ciervos gigantes (*Megaloceros giganteus*, *M. savini* y otros), otros cérvidos (*Eucladoceros giulii*), equinos (*Equus ferus*, *E. altidens*, *E. stenonis*), la cabra del Cáucaso (*Capra caucasica*). Con anterioridad al Holoceno, la acción conjunta de varios de estos fitófagos debió de ser muy importante y contribuyó, junto con eventos renovadores como incendios o derribos, a mantener los montes en un estado relativamente abierto, con un mosaico de situaciones con diversos grados de cubierta que irían variando tanto en tiempo como en espacio (Bunzel-Drüke *et al.*, 1999). En clima húmedo es difícil que los grandes fitófagos puedan impedir que se cierre la cubierta del bosque (Mitchell, 2005); pero, en todo caso, estos animales retrasan el cierre de los claros producidos por diversos agentes renovadores, generando una variedad de situaciones en la que gran diversidad de seres vivos encontraría condiciones propicias para su supervivencia (tanto animales, como plantas y otros seres vivos). La acción de los fitófagos favorece a ciertas especies (ver apartado 3.3.3.2), lo que debió de ayudar a la pervivencia de ciertos tipos de bosques, como los dominados por *Juniperus thurifera* (Oria de Rueda, 1996).

La marmota (*Marmota marmota*) se extinguió al final de la última glaciación, como al parecer ocurrió en anteriores interglaciares (Arribas, 2004). Así pues, en este caso, se puede pensar en una extinción sin intervención decisiva del hombre. Las marmotas, introducidas de nuevo a mitad del siglo XX, proliferan en los Pirineos, en buena parte gracias a que la deforestación por el hombre de los bosques más elevados para su conversión en pastizales ha incrementado de forma notable el hábitat adecuado (Herrero y García-González, 2002).

En general, las aves voladoras sufrieron relativamente poco los procesos de extinción prehistóricos por las actividades del hombre. Una excepción es *Gyps melitensis*, un gran carroñero que existió en el Würm y al que debió de arrastrar la extinción de grandes animales pleistocenos (Tyrberg, 1998); *Aegypius prepyrenaicus* también vivió hasta ese periodo glaciar, si bien falta por confirmar que sea una especie distinta al buitre negro (A*egypius monachus*) (Arribas, 2004). El lagópodo escandinavo (*Lagopus lagopus*) y el búho nival desaparecieron de la Península Ibérica al terminar la última glaciación, posiblemente por causas climáticas.

No debe resultar sorprendente que una de las primeras especies de cuya extinción somos responsables sea otra especie humana, el *Homo neanderthalensis*, que desapareció de la Península Ibérica hace unos 30.000 años (Arsuaga y Martínez, 1998): en definitiva, precisaba de los mismos recursos que *Homo sapiens*, que tuvo ventaja por su mayor inteligencia. Esta desaparición se produjo en todos los lugares en los que nuestra especie tomó contacto con *Homo neanderthalensis*, y así los neandertales se extinguieron en todo el planeta. Posiblemente, con anterioridad, los primeros *Homo* habrían causado el fin de los australopitecos, pero en todo caso ésta es una cuestión especulativa.

La eliminación de especies derivada de las actividades humanas prehistóricas no afectó sólo a los animales, sino también a los vegetales. Dado que todos los elementos del ecosistema están interrelacionados, la extinción de animales prehistóricos, en especial la de grandes fitófagos o sus depredadores, debió de acarrear profundas consecuencias para el ecosistema en su conjunto y para la vegetación en particular, como expone Vergne (1999b) en relación

a la llegada de la especie humana a Australia. De forma inversa y complementaria, las acciones sobre la vegetación afectaron en gran medida también a la fauna. La afección más importante del hombre prehistórico sobre la vegetación llega a través del fuego, que ya era usado en la prehistoria para facilitar la caza o recoger alimentos (Stewart, 1956); otras actividades como la introducción de ganado o las roturaciones para la agricultura también fueron relevantes, si bien son relativamente recientes.

Considerando la gran capacidad de transformación del hombre prehistórico sobre los ecosistemas, es posible que la pobreza en especies de árboles de la flora europea tenga relación no sólo con la orientación predominante de las cordilleras en la dirección de los paralelos y con la existencia del Mar Mediterráneo y el desierto del Sahara, que dificultan los movimientos en latitud, sino también con la mayor repercusión de las actividades humanas en Europa, al menos en relación con zonas similares de Norteamérica. Sin embargo, esto no es tan claro con respecto al este de Asia, con una ocupación humana muy antigua pero donde la riqueza en táxones arbóreos es notable, similar a la de Norteamérica. La orientación de las cordilleras y otras barreras geográficas debieron de ser las causas principales, pero no necesariamente es "la" causa, como habitualmente se admite: en una situación precaria para muchas especies como la que hubo en el Último Máximo Glaciar, una actividad humana que incluía el dominio del fuego pudo ser suficiente para inclinar la balanza hacia la extinción.

Respecto a plantas de menor talla, todavía faltan más conocimientos. Como se ha visto, el hombre prehistórico ha influido de forma decisiva en el balance y distribución entre zonas despejadas y de bosque, lo que sin duda ha repercutido en el conjunto de la vegetación. El hecho de que la flora del África ecuatorial sea la mitad de rica que sus equivalentes en otras partes del globo (Rougerie, 1999), parece apoyar la idea de una eliminación generalizada de especies vegetales por las actividades del hombre prehistórico. No obstante, a este respecto y de forma contraria, el hombre parece haber promovido un incremento de la diversidad en el contorno del Mediterráneo (Naveh, 1998) y en la región de El Cabo (Sudáfrica) (Cowling *et al.*, 1992; Richardson *et al.*, 1995), donde las actividades humanas están presentes desde hace más de medio millón de años (Deacon, 1992).

Época histórica. Hasta aquí se ha puesto énfasis en la simplificación específica que ocurrió en la prehistoria. En épocas históricas la transformación del medio y la eliminación regional o comarcal de especies está más documentada (Santiago, 1994; Díaz-Fernández y Gil, 1997; Manuel y Gil, 2001; Palomo y Gisbert, 2002; Martí y del Moral, 2003; Arribas, 2004; etc.), lo que no significa necesariamente que se acelerase respecto a los momentos iniciales del Neolítico, todavía en la prehistoria. La mayor parte de los ejemplos que se exponen en los siguientes párrafos se refieren a extinciones que ocurrieron en épocas históricas, aunque algunas fueron anteriores.

Para percatarse de la importancia de la acción del hombre en la Península Ibérica durante los últimos milenios sólo hay que tener en cuenta que su población, a la llegada de los romanos, era ya de cinco millones de personas (Alonso, 1995). Sin los métodos actuales de agricultura o ganadería intensiva, de protección frente a plagas y de conservación de alimentos, las superficies que se necesitaban para abastecer a esta numerosa población eran tales que los montes ibéricos, en esta época, ya estaban sumamente afectados por el hombre. Las herramientas para que el terreno proporcionase los recursos necesarios son conocidas: el fuego, cuya frecuencia era similar o incluso superior a la actual (ver Allen *et al.*, 1996); el pastoreo, muy asociado a los incendios; roturaciones, que llevaron a los cultivos a rincones inverosímiles; cortas, necesarias sobre todo para leña y para despejar el terreno.

Eliminación de especies arbóreas durante el Holoceno. El hombre ha influido tanto en el régimen de renovaciones que ha provocado la eliminación de muchas especies arbóreas, mediante un cambio en las relaciones entre los componentes del ecosistema (lo que habitualmente se diría: por "alteración del balance competitivo"), cuando no la simple y directa eliminación por incompatibilidad con el nuevo régimen de renovaciones. Seguramente, la modificación de las características de los incendios forestales en localización, frecuencia, extensión e intensidad ha sido el factor más determinante; pero los cultivos agrícolas, el intenso pastoreo y las cortas, combinados con los incendios, han tenido también importantes efectos. Una vez eliminados, los árboles no pueden acceder al ecosistema más que de forma muy lenta y progresiva, por ejemplo, mediante unas pocas semillas depositadas por animales (salvo acción restauradora del hombre).

En los casos expuestos en las siguientes líneas la desaparición es debida, con alta probabilidad, a las actividades del hombre. Aunque éstas han debido ser determinantes, es más fácil que conduzcan a extinciones cuando el medio geoclimático es poco favorable; como siempre, el conjunto de factores es lo que define el resultado. A continuación se exponen ejemplos de desaparición reciente (Holoceno) de especies arbóreas en parte de la Península Ibérica (niveles de macizo forestal y sistema orográfico), a veces en su totalidad:

- Desaparición de la mayoría (o quizá la totalidad) de los bosques espontáneos de *Pinus pinaster* en Galicia, Asturias y Cantabria (Ramil *et al.*, 1996; Díaz-Fernández y Gil, 1997; Manuel y Gil, 2001). En la vertiente cantábrica del País Vasco todavía persisten pies espontáneos de esta especie (Ruiz-Urrestarazu, 1998) (figura D.4.2.49).



Figura D.4.2.49. Ladera de gran pendiente en la que destacan *Pinus sylvestris* y *P. pinaster* espontáneos. Hay *Quercus faginea*, mucho *Arbutus unedo* y profusión de *Smilax aspera*, haciendo el lugar intransitable. Se ven *Pinus radiata* arriba, en lugares más accesibles (Retes de Llanteno, Álava).

- Desaparición de *Pinus pinea* en el norte de Portugal y en Galicia (Manuel y Gil, 2001), donde parece que *Pinus halepensis* también estuvo presente (ver Ramil y Aira, 1994), lo que de confirmarse mostraría un rango para esta especie que desborda muy ampliamente el actual.
- Desaparición de los bosques portugueses de *Pinus sylvestris*, de los que sólo queda un dudoso y precario testimonio en

Peneda-Gerês (Pinto da Silva, 1976). Los posibles pinares de *Pinus nigra*, difíciles de distinguir de *P. sylvestris* en los estudios paleoecológicos, también han desaparecido. Así, por ejemplo, en la Sierra de San Mamede, está documentada, a partir de análisis antracológicos, la presencia hace algo más de 6.000 años de *Pinus nigra* o *Pinus sylvestris* (ver Duque, 2005).

- Eliminación del pino silvestre (*Pinus sylvestris*) en la mayor parte de la Cordillera Cantábrica (Salas, 1992; Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997; Sevilla, 1997; Sánchez-Hernando *et al.*, 1999) y en muchos otros lugares del cuadrante noroeste de la Península Ibérica (Allen *et al.*, 1996; Janssen, 1996; Ramil *et al.*, 1998a; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2004), donde ahora dominan los pastizales y matorrales pirófitos (ericáceas y leguminosas, principalmente), con algunos retazos de bosques caducifolios (ver figuras 4.2.94-A y B).
- También en las montañas del noroeste ibérico se ha producido la completa desaparición de las manifestaciones espontáneas de *Pinus uncinata*, que, como el pino silvestre, también existía en el Holoceno en estos montes (Menéndez-Amor y Ortega-Sada, 1958; Hannon, 1985; Turner y Hannon, 1988; Ramil *et al.*, 1998a), e incluso era dominante en las primeras etapas tras la retirada glaciar (Ruiz del Castillo, Internet) (figura D.4.2.50).



Figura D.4.2.50. *Krummholz* de *Pinus sylvestris* a poco más de 1800 m de altitud, donde vegetaría mucho mejor *P. uncinata*. En segundo plano se ve la masa del Pinar de Lillo. Algunos de estos pinos silvestres muestran caracteres morfológicos que recuerdan a los de pino negro (piñas con los apófisis revueltos, conos floríferos femeninos de color rojo-violado, ramillas fuertes y apretadas, acículas oscuras y muy juntas); al fin y al cabo se trata de especies muy próximas en su filogenia y al parecer ambas convivieron en los montes del noroeste ibérico (Puerto de las Señales, León).

- Desaparición de *Pinus nigra* como especie espontánea en la Cordillera Cantábrica (Roig *et al.*, 1997; Alcalde *et al.*, 2000).
- Los estudios antracológicos han puesto de manifiesto la presencia de *Pinus sylvestris* en el centro de la Cuenca del Duero, durante la Edad del Hierro (Mariscal *et al.*, 1995; Uzquiano, 1995a). Alcalde *et al.* (2004) datan unos restos de *Pinus* en Hontalbilla (Segovia) hace unos 1.400 años y los asignan al grupo *sylvestris/nigra*. La presencia de *Pinus sylvestris* (y de *Pinus nigra*) se pone de manifiesto también en escritos antiguos (García-Fernández, 2004). En la actualidad el pino silvestre persiste en varios puntos de las llanuras de la provincia de Segovia (ver Allué, 1996), ya en la Meseta del Duero.
- Desaparición de *Pinus nigra* en las llanuras de la Meseta del Duero. Esta especie estaba presente en la zona de Cevico Navero (Palencia) hace 3.500 años y no existe en la actualidad de forma espontánea en las proximidades (Roig *et al.*, 1997). Un pequeño reducto con *Pinus nigra* ha persistido en el cañón del río Cega, en un enclave peculiar que penetra en las planicies de la Meseta del Duero, cerca de Cuéllar, donde hay otras especies poco habituales en la zona como *Populus tremula* o *Betula alba* (Allué y Ruiz del Castillo, 1992; Ruiz de la Torre y Ruiz del Castillo, 1996a).
- Desaparición de *Pinus sylvestris* en la parte oeste del Sistema Central (ver: Rivas-Mateos, 1932; Ezquerra y Gil, en prensa).
- Eliminación por incendios de la mayoría de las manifestaciones espontáneas de *Pinus pinaster* en el norte de Extremadura (ver Alía *et al.*, 1996). Otros pinos que debían de poblar estos montes, como *P. sylvestris* y *P. nigra*, han sido completamente eliminados.
- Desaparición de *Pinus pinaster* en la Sierra de Hornachos (Badajoz), antes llamada Sierra de los Pinos y Sierra del Pinar (ver: González-Rodríguez, 1990; Santiago, 1994). Tampoco existe este pino en las proximidades de Fuente de Cantos (también en Badajoz), donde se han encontrado carbones fósiles prerromanos (Alcalde *et al.*, 2004). Ni en Las Villuercas, donde hay referencias hasta mediados del siglo XIX (ver Widdrington, 1844, en Ezquerra y Gil, en prensa). Es de suponer que la distribución de *P. pinaster* no estaría restringida sólo a estas localizaciones, sino que existiría en muchas otras sierras extremeñas en las que también está ausente hoy en día.
- Desaparición de pinares de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* y, quizá, *Pinus nigra*, en ciertas zonas del Norte de Madrid (Pardo y Gil, 1997; Gil *et al.*, 1999).
- Desaparición de la mayoría de los pinares de la provincia de Toledo; por ejemplo, en las proximidades de Talavera de la Reina (Manuel y Gil, 1998).
- Eliminación casi general de las manifestaciones espontáneas de *Pinus pinaster* en Sierra Morena, de las que permanece una exigua representación en la Sierra de Navalmanzano (ver: García-Antón *et al.*, 1986; Manuel y Gil, 1998).
- Casi total desaparición de las manifestaciones espontáneas de *Pinus pinaster* en la Sierra del Aljibe, en el término de Alcalá de los Gazules (Cádiz) (Ceballos y Martín-Bolaños, 1930).
- En general, en la mitad occidental de la Península Ibérica los pinos eran abundantes durante los últimos milenios (Huntley y Birks, 1983) y la acción humana ha reducido enormemente sus manifestaciones espontáneas, lógicamente en combinación con otros factores (Gil, 1995; Franco *et al.*, 2000).
- Eliminación de *Pinus pinaster* de la mayoría de sus localizaciones más secas próximas a la costa mediterránea (Velasco *et al.*, 2002; Alcalde *et al.*, 2004), donde es más frágil que *Pinus halepensis* frente a repetidos incendios (ver figura 3.3.4).
- Eliminación de los pinares (y la mayoría de los bosques existentes) en las zonas costeras más secas del sureste ibérico. Una muestra es la punta denominada antiguamente cabo *Pytiusas*, que en griego significa literalmente pinar (García-Latorre y Sánchez-Picón, 1998); en el siglo IV hay informes respecto a la desaparición de estos pinares.
- Extinción de los pinos (*P. nigra* y posiblemente otras especies del género) de la vertiente sur de Sierra Nevada y parte alta de la Sierra de Gádor (ver: Carrión *et al.*, 2003; García-Latorre *et al.*, Internet), que debe datar de los siglos XVI y XVII (Ruiz de la Torre, 1990c; este autor comenta que todavía hay restos de *Pinus nigra* en algunas antiguas casas de la Alpujarra).
- Desaparición, en la Serranía de Cuenca, de *Pinus uncinata* (Ruiz de la Torre, 1979), citado por Willkomm.

- *Pinus nigra*, debido a sus escasas posibilidades de regeneración si hay incendios reiterados, ha desaparecido de muchos montes, en concreto de numerosas localizaciones marginales en todo el contorno del Mediterráneo (Velasco *et al.*, 2002).
- Eliminación de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) en muchas zonas del Valle del Ebro y, en particular, en su parte baja al este de Sástago (Pardillo, 1996).
- Desaparición de la sabina negral (*Juniperus phoenicea*) en muchas zonas que ahora son espartizales (Walter, 1994), como en Murcia y Alicante (Ruiz de la Torre, 1979).
- Eliminación de *Juniperus oxycedrus* en amplias zonas del oeste peninsular, en buena parte debido al uso de su alquitrán (Ruiz de la Torre, 2002).
- Completa desaparición de *Abies alba* en la Cordillera Cantábrica, que se ha producido en el transcurso del Holoceno (Blanco *et al.*, 1997). El género *Abies* se extendía, hasta hace unos 6.000 años, al menos hasta las montañas del norte de Lugo (Rodríguez-Guitián *et al.*, 1997), pero han desaparecido todas sus manifestaciones espontáneas en el noroeste peninsular (ver también Ramil, 1993).
- Eliminación de los géneros *Abies* y *Pinus* en la Sierra del Moncayo (ver Villar, 1990). La presencia de estos dos géneros como espontáneos se ha confirmado por análisis polínicos recientes (Enrique Arrechea, com. pers.). En la actualidad, los pinos y abetos de este macizo forestal han tenido un origen por repoblación, pero el proceso de supresión de pinos y abetos no sería extraño teniendo en cuenta el medio geoclimático de estos montes, su pasado ganadero y lo sucedido en otras zonas.
- Fin de la presencia ibérica espontánea de *Picea*. Hay referencias de píceas pirenaicas hace unos 15.000 años (Andrieu, 1991) y datos antracológicos que muestran la presencia de píceas cerca de la costa Cantábrica hace 12.000 años (Uzquiano, 1995b). Un trabajo de Menéndez-Amor y Martí-Bono (1977), en el alto Gállego (Huesca), detecta la presencia de polen de *Picea* en un momento que no es posible fijar con precisión pero que parece ser ya bien entrado el Holoceno, en el periodo Atlántico (López-García, 1978). En el valle del Bidasoa aparece polen de *Picea* entre hace 6.000 y 8.000 años, presencia confirmada por análisis antracológicos en varias localidades cantábricas (ver Sánchez-Goñi, 1996); incluso hay citas botánicas del siglo XIX en el alto valle del Ésera, sin que se pueda asegurar que sean correctas (ver Arribas, 2004). El clima actual y el que hubo a lo largo del Holoceno son compatibles con los requerimientos de *Picea* en las zonas de mediana o relativamente alta elevación de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica y de los Pirineos (ver Ruiz de la Torre, 1979). La completa desaparición de *Picea* en el norte ibérico debe ser imputada, al menos en parte, a los cazadores-recolectores, según atestiguan los análisis de los carbones de yacimientos arqueológicos (Uzquiano, 1995b; Vergne, 1999c) (figura D.4.2.51).
- Eliminación de *Abies pinsapo* de algunas sierras andaluzas, debido a incendios repetidos y a pastoreo abusivo (Ruiz de la Torre y Ruiz del Castillo, 1993). En general, la especie ha visto muy restringida su área porque está en notable desventaja con los regímenes de renovación más favorecidos por los humanos, incendios en particular.
- En las montañas del Norte de Lugo, desaparición de los géneros *Tilia* y *Carpinus* hace pocos siglos, de forma semejante a lo ocurrido con las manifestaciones espontáneas de *Pinus sylvestris* en esta zona (Rodríguez-Guitián *et al.*, 1997).



Figura D.4.2.51. En unas condiciones geoclimáticas similares a las de la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica (ver García-López, 1999), en estos montes del norte de Turquía sí hay un piso de coníferas, con píceas. Umbría de gran pendiente con *Picea orientalis*, *Fagus orientalis* y pies dispersos de *Populus tremula*; en la cumbre se aprecian rodales puros de *Picea orientalis*. Como en los bosques cantábricos, en las solanas hay bosques de robles con *Q. robur* y *Q. petraea*. La imagen ha sido tomada a unos 1.150 m de altitud (Pinarlar, Turquía).

- Fin de la presencia espontánea de *Fagus sylvatica* en las sierras del norte de Portugal (Coudé-Gaussen *et al.*, 1980). Según menciona Allué (1996), esta especie estuvo presente en las cadenas montañosas septentrionales portuguesas y en el sur de Galicia durante el periodo Subatlántico.
- En las comarcas limítrofes entre León, Zamora y Orense se ha producido, durante los últimos tres mil años, un curioso proceso: la temprana desaparición poco después de la extensión hasta esta zona de los dominios de *Fagus sylvatica*, que se produjo dentro del patrón general de aumento de su área de distribución en el norte peninsular (ver inciso 1). La presencia del haya en un área bastante alejada de sus dominios actuales no tendría nada de extrañar en las condiciones macroclimáticas de esas comarcas. En todo caso, la extensión pasada del haya en la zona es constatable por medio de los análisis polínicos (Allen *et al.*, 1996) y la toponimia (pico Faeda, arroyo Faeda, monte Entrefaedo: todos próximos al lago de La Baña y a unos 10 km de la laguna de la Roya, de donde procede el análisis polínico de Allen *et al.*, 1996). A lo largo de la ruta migratoria más probablemente seguida por el haya, desde la Cordillera Cantábrica a través de los Montes de León, se pueden encontrar otros topónimos como Los Ayales (Molinaferrera) o Val de Faya (Brañuelas). También en Galicia el haya parece haber experimentado una regresión motivada por los incendios tras su relativamente tardía expansión: ver en Muñoz-Sobrino *et al.* (2005) el diagrama polínico de Penido Vello (Ourol, Lugo), en una zona muy húmeda dominada por pastizales y matorrales pirófitos donde no hay haya en la actualidad. (figura D.4.2.52).
- Práctica desaparición de *Fagus sylvatica* en el centro y oeste del Sistema Central. Cutanda (1861) las cita en El Paular (Rascafría, Madrid), considerablemente al suroeste de las manifestaciones actuales en la provincia (ver Allué, 1996). El haya se extendió al macizo de Gredos entre hace 2.000 y 2.700 años (Arribas, 2004. Ver también: Ruiz-Zapata y Acaso, 1984). Ceballos (1966) expone que hay citas de haya en Guadarrama y Gredos hechas por Castell y Willkomm, localizaciones en las que no existe esta especie hoy en día. El haya también se encontraba más al Oeste, en los macizos de Béjar y Peña de Francia (Costa *et al.*, 1990), y quizá incluso hasta la Sierra de Gata (ver Rivas-Mateos, 1897 y 1898); en esta parte occidental del Sistema Central se ubica la famosa haya de Herguijuela de la Sierra, cuyo origen es discutido, así como otros pies en Casas del Monte, al norte de Cáceres, según Oria de Rueda y Díez (2002) (figura D.4.2.53).



Figura D.4.2.52. El valle Faeda y otros contiguos. Debido a los frecuentes incendios, en la actualidad no hace honor a su nombre: dominan extensos brezales, con algún rodal de abedul y rebollo en las vaguadas. La completa desaparición del haya en estas comarcas montañosas no sorprende teniendo en cuenta la erosión de los suelos y las continuas renovaciones por fuego a que se ve sometida la vegetación. Con este brutal estado de "degradación", el establecimiento de una supuesta vegetación climácica es todavía más especulativo que normalmente, aunque también aquí se hayan determinado las "series de vegetación" (Rivas-Martínez, 1987) (La Baña, León). El climodiagrama ha sido elaborado a partir de datos base termométricos tomados de la estación de Ponferrada y pluviométricos de La Baña.

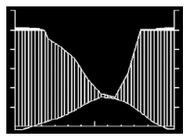




Figura D.4.2.53. Gran haya, situada en las proximidades de un pequeño arroyo, a la vera del cual hay una aliseda. Detrás se ven castaños. También hay rebollos y encinas. Entre las plantas de menor talla, *Sambucus nigra*, *Ruscus aculeatus*, *Asphodelus albus*, *Polygonatum odoratum*, *Pteridium aquilinum* (Herguijuela de la Sierra, Salamanca)).

- Eliminación de *Fagus sylvatica* de las sierras al Oeste de Salas de los Infantes (Burgos), por una combinación de cortas, pastoreo y erosión (Ruiz de la Torre, 1993a); en esta zona todavía se cortaron hayas en el siglo XV (Oria de Rueda, 1996).
- Desaparición de manifestaciones meridionales de *Fagus sylvatica*, en las sierras levantinas al sur de Castellón (Martínez-Atienza y Morla, 1992), en la Serranía de Cuenca (citada por Cortázar, 1885) y hasta Pontones (Jaén) (Asquerino y López, 1981).
- Final de la presencia espontánea del género *Platanus* en la Península Ibérica, documentada en análisis polínicos durante buena parte del Holoceno y con anterioridad (García-Antón *et al.*, 1990; Arribas, 2004).
- Existen trazas de polen de una especie del género *Carpinus* (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997; Ramil *et al.*, 1998a; Ramil *et al.*, 1998b) que indican la posible existencia, nunca muy numerosa, de *Carpinus betulus* durante el Holoceno en la Península Ibérica. En todo caso, el género *Carpinus* ha estado presente durante el Cuaternario en los montes ibéricos (Boyer-Klein, 1980; Peñalba, 1989; García-Antón *et al.*, 1990; Blanco *et al.*, 1997; Iriarte *et al.*, 2005), mucho mejor representado en anteriores periodos interglaciares y dejando restos incluso muy al sur (Florschütz y Menéndez-Amor, 1971; Sánchez-Goñi *et al.*, 1999). En la actualidad, los únicos carpes espontáneos al sur de la frontera pirenaica se encuentran en unas reducidas zonas de Guipúzcoa y el norte de Navarra. Teniendo en cuenta que muchos montes ibéricos reúnen condiciones geoclimáticas adecuadas para el carpe y que éste rebrota de cepa, es difícil explicar su exigua representación actual. Faltan estudios complementarios que delimiten con mayor precisión la dinámica de los carpes en la Península Ibérica durante el Cuaternario.
- Eliminación del género *Tilia* en Galicia (Díaz-Fierros *et al.*, 1979; Peñalba, 1989; Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997; Ramil *et al.*, 1998a).
- Desaparición de la mayor parte de las manifestaciones ibéricas espontáneas de los géneros *Juglans* y *Castanea* (ver Iriarte *et al.*, 2005). Por ejemplo, en el Valle del Duero, ver datos de antiguas distribuciones en: Mariscal *et al.*, 1995; Ruiz-Zapata *et al.*, 2003. Las especies, no diferenciadas en los análisis polínicos, son *Juglans regia* y *Castanea sativa*. En Krebs *et al.* (2004) se

proporciona información sobre los posibles refugios glaciares del castaño. Los árboles que existen en la actualidad proceden en su mayoría de plantación. Algo semejante podría decirse respecto al almendro (*Prunus amigdalus*), antepasado de los cultivados actualmente (Arribas, 2004).

- Desaparición de *Ulmus* en muchas de sus manifestaciones gallegas y portuguesas (Saa, 1985; Peñalba, 1989; Ramil *et al.*, 1998a).
- *Ulmus minor* ha sido eliminado como componente importante de los bosques en toda la Península Ibérica, debido a la grafiosis. Ésta es causada por un hongo (*Ophiostoma novo-ulmi*) que se difundió a América, donde parece ser que se desarrollaron cepas agresivas que posteriormente se extendieron por Europa, arrasando sus olmedas.
- Eliminación de *Quercus suber* de la casi totalidad del centro y este de la Meseta del Duero (con presencia previa documentada en la Edad del Hierro: Mariscal *et al.*, 1995; Uzquiano, 1995a), donde persiste en unos pocos enclaves (Díaz-Fernández *et al.*, 1996). El alcornoque también estaba presente a mediados del Holoceno en la costa oriental asturiana (Uzquiano, 1995c), en una comarca donde ahora no hay alcornocales espontáneos (Manuel *et al.*, 2003); este declive se ha producido en otras partes de la costa norte de la Península Ibérica (Ezquerra y Gil, 2004). En general, *Q. suber* parece haber sido muy restringido en su área (ver Velasco *et al.*, 2002), en ocasiones en beneficio de *Q. ilex* (Soriano, 1993).
- Eliminación de *Quercus faginea* en algunas zonas de micacitas de Sierra Nevada (Ruiz de la Torre, 1990a), donde en la actualidad hay encinas. Con carácter general, y como se ha dicho para el alcornoque, el quejigo ha visto reducida su área (Velasco *et al.*, 2002), dentro de un proceso más general de cambio de caducifolios o marcescentes por encinas en todo el contorno del Mediterráneo.

Los topónimos indican innumerables veces la existencia pasada de especies que ya no están presentes. Algunas referencias en este sentido son: Torre (1995b); García-Latorre y García-Latorre (1996); Díaz-Fernández y Gil (1997); Ezquerra y Gil (2004); etc. (figura D.4.2.54).



Figura D.4.2.54. En el paraje de Riopinos y zonas próximas los incendios seculares han transformado el paisaje y las rutas sucesionales: la presencia de pinos no sólo es denotada por la toponimia, sino por los análisis paleoecológicos (Sánchez-Hernando *et al.*, 1999), y el uso reiterado del fuego explica su desaparición. En la actualidad en la zona predominan los brezales, con prados, pastizales y algún abedular (Redipuertas, León).

Cuando se ha recurrido a fuentes de información polínica, la naturaleza del análisis implica una cierta incertidumbre espacial, lo que puede llevar a algunos errores respecto a la distribución geográfica de los táxones. No obstante, los ejemplos seleccionados se refieren a un ámbito espacial tan amplio que este problema de ubicación concreta es menor.

En muchas comarcas la simplificación es obvia, debido a que los bosques se han sustituido por cultivos agrícolas, pastizales o matorrales. Especialmente intensa ha sido la eliminación de especies en zonas muy cultivadas, sobre todo en la Submeseta Norte (Mariscal *et al.*, 1995), en la Sur (ver Soriano, 1993), en la Depresión del Guadalquivir o en la del Guadiana (Santiago, 1992); en la Depresión del Ebro, donde las estepas se han extendido mucho por la acción humana (ver Pardillo, 1996); en todo el oeste ibérico debido al reiterado uso del fuego y a que hay menos zonas relativamente protegidas de este agente (relieve más redondeado: por el sustrato silíceo, precipitaciones menos torrenciales y menores desniveles); y en las áreas más erosionadas, sobre todo en el sudeste, que antes de la contundente "degradación" antrópica era abundante en una gran variedad de especies arbóreas y arbustivas (García-Latorre y García-Latorre, 1996) (figura D.4.2.55).

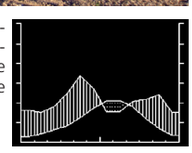
Figura D.4.2.55. En buena parte de la Península Ibérica los procesos generados por los humanos han simplificado enormemente y de manera obvia los ecosistemas. Pocos enclaves parecen a salvo de tal proceso.



A. Aunque el terreno es alomado, ideal para el desarrollo de los bosques, la extensión de los cultivos agrícolas no ha dejado prácticamente reductos forestales (El Coronil, Sevilla).



B. Cultivos en las llanuras endorreicas, a unos 1.000 m de altitud, con un clima adecuado para el bosque (Tornos, Teruel). El climodiagrama ha sido elaborado a partir de datos base termométricos y pluviométricos tomados de la estación de Tornos.



(Continúa en la página siguiente)

Figura D.4.2.55. (Continuación)



C. Las zonas con hoces, en particular las calizas, que abundan en la geografía ibérica, suponen un reservorio genético donde se refugian muchas especies arbóreas: su heterogéneo medio y su protección frente a los eventos más intensos, incluidos los de origen humano, permiten tal riqueza (Beteta, Cuenca).

Probablemente es el nordeste ibérico donde menos ha simplificado el hombre la composición arbórea de los bosques, a pesar de que incluso allí su influencia secular es evidente 1996) (figura D.4.2.56).

En numerosos casos no se ha llegado a la completa eliminación como en los ejemplos anteriormente expuestos, pero se ha reducido drásticamente el papel de algunas especies: hay todo un continuo de situaciones. A este respecto es ilustrativo el texto de Gil (1995), sobre cómo un pinar de Ciudad Rodrigo (Salamanca) fue perdiendo su condición y en la actualidad la zona está dominada por frondosas (varias especies de *Quercus*), con unos pocos grandes pinos 1996) (figura D.4.2.57).

Sobre todo a lo largo del siglo XX muchos matorrales, pastizales y cultivos se poblaron (de forma espontánea o no) con árboles forestales, y por eso hay en la actualidad zonas que, aunque tienen un carácter boscoso, han pasado por un "cuello de botella" previo que limita mucho las especies presentes (y, por tanto, la "naturalidad"). Galicia, los macizos repoblados en las mesetas, las comarcas costeras cantábricas, buena parte de Portugal y el extremo suroeste de España son ejemplos en este sentido (Pie común: El hecho de que una zona sea boscosa no implica necesariamente que sea diversa. Se muestran dos ejemplos en los que la explotación, en un caso la pasada y en el otro también la presente, limita enormemente el número de especies (figura D.4.2.58).



Figura D.4.2.56. En los canchales se aprecian frondosas caducifolias (destaca Ace*r monspessulanum*), que contrastan con el resto de la masa, en la que dominan perennifolios como *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Pinus nigra*, *Juniperus* spp. A pesar de la erosión generalizada, estimulada por el hombre, en estas montañas del Pirineo y Prepirineo casi siempre persisten reductos donde sobreviven diversas especies de árboles (Organyà, Lérida).



Figura D.4.2.57. Unos pocos *Pinus pinaster* persisten en estas dehesas, en las que dominan de forma abrumadora los *Quercus* (aquí *Q. faginea* y *Q. ilex*) (Espeja, Salamanca).

Figura D.4.2.58. El hecho de que una zona sea boscosa no implica necesariamente que sea diversa. Se muestran dos ejemplos en los que la explotación, en un caso la pasada y en el otro también la presente, limita enormemente el número de especies.



A. En los páramos al norte de la meseta del Duero se han instalado mediante repoblación extensos pinares, y se han recuperado de forma espontánea los rebollares. En conjunto la zona está casi totalmente cubierta de árboles, pero hace medio siglo la deforestación era muy importante y apenas sobrevivieron otras especies arbóreas que los rebollos. Por eso, ahora, aunque el bosque es extenso y el régimen de renovación "lento", la recuperación de la diversidad perdida es muy paulatina (Santa Colomba de Curueño, León).



B. En este caso, además de la deforestación previa, es decisivo para la falta de diversidad el hecho de que pinos y eucaliptos se renueven mediante cortas con cortos periodos de recurrencia (Malpica de Bergantiños, La Coruña).

Cuando se ha eliminado por parte del hombre una especie, la dinámica natural se reorganiza de varias maneras: los ecosistemas tienen una gran capacidad de innovación y se establecen nuevas relaciones entre sus componentes, de forma que su naturaleza se puede ver profundamente alterada o no, dependiendo de los casos. En este sentido, parece adecuada la interpretación de Gleason (1910, 1917, 1926), en la que se enfatiza el carácter "individualista" de especies e individuos, en oposición a las ideas de Clements, que asemejaba las asociaciones y formaciones con organismos que nacen, crecen, se reproducen y mueren. Por ejemplo, en la Cordillera Cantábrica, la eliminación generalizada de los bosques de coníferas ha repercutido en que la colonización de terrenos despejados sea realizada por frondosas, abedules en particular. También ha influido sobre la capacidad de refugio y alimentación de la fauna en invierno, lo cual es sumamente palpable en una especie en regresión como el urogallo, cuya dieta invernal se compone básicamente de acículas (Castroviejo, 1975); a falta de coníferas, estas funciones las cumplen arbolillos de hoja persistente como el acebo (o, en menor medida por su escasa representación, el tejo), pero su reducida extensión y diferentes características suponen una sustitución sólo parcial. En otro de los ejemplos expuestos, el de la sabina negral (*Juniperus phoenicea*), los cambios son todavía de mayor trascendencia, ya que la eliminación de esta especie ha conducido a la desaparición de la formación arbustiva para la instalación de comunidades de esparto, con las consecuencias que ello tiene en el resto de los elementos del ecosistema (figura D.4.2.59).

¿Causa humana o natural? Todas estas desapariciones nos hablan de unos ecosistemas muy cambiantes, en los que las actividades humanas han sido responsables en buena parte de la simplificación. Por supuesto, el hecho de que una especie desaparezca de una zona, como cualquier cambio en el ecosistema, es consecuencia de muchos factores que actúan a la vez y secuencialmente; la hipótesis que aquí se plantea es que, sin la intervención del hombre, estas especies seguirían formando parte de los ecosistemas de las zonas que se mencionan, por mucho que su eliminación sea un proceso multifactorial. Por ejemplo, si el hombre sitúa a una especie en condiciones desfavorables, la incidencia de otros factores



Figura D.4.2.59. Una vez que casi han desaparecido los pinos, los abedules son los principales árboles que realizan la colonización de las laderas cantábricas. Aquí se les ve por encima del límite del bosque, sufriendo los rigores invernales y acusándolo en su porte (Fasgar, León).

puede ser la que, finalmente, acabe con ella; y viceversa, esto es, el hombre puede "dar la puntilla" a una especie en regresión por otras causas. Las hipótesis alternativas se suelen fundamentar en cambios climáticos, pero, en general, éstos no parecen determinantes, aunque en ciertos casos han colaborado. Así, en las extinciones de pinos frecuentemente se argumenta que han sido eliminados por la competencia de las frondosas, más "adaptadas" al clima actual; esta idea se expresa de otra manera que es decir que los pinos sólo persisten allí donde el clima es suficientemente duro (efecto determinante del clima en el espacio en vez de en el tiempo). Sin embargo, esto deja importantes cuestiones sin resolver, como expone Sevilla (1997) en referencia a la eliminación de los pinos de la Cordillera Cantábrica:

- Como ya se ha comentado (inciso 1), en la Península Ibérica el Periodo Atlántico, que abarcó tres milenios, fue especialmente benigno en cuanto a precipitaciones y temperaturas, hasta el punto de que las condiciones hace seis milenios se han calificado como "óptimo climático". Sin embargo, en esta época y mucho después, los pinos continuaron siendo un importante

elemento en muchas montañas del noroeste donde no existen en la actualidad, tal y como atestiguan los análisis polínicos (entre otros: Allen *et al.*, 1996; Ramil *et al.*, 1998a). Hay datos que sugieren que la temperatura ha seguido con una tendencia global a subir en el suroeste de Europa en los últimos milenios (Davis *et al.*, 2003), pero eso no hace sino apoyar la idea de que los pinares de montaña deberían de haber tenido un papel más importante en ese tiempo, dado que en la actualidad (supuestamente el periodo más cálido), varias especies de pinos muestran un vigoroso desarrollo y buena regeneración espontánea. La desaparición tardía de los pinos se da incluso en la zona costera asturiana, de clima muy suave (ver Mary *et al.*, 1973). El tiempo de retraso en la respuesta al cambio climático sería excesivo (ver: Prentice y Webb, 1998; Williams *et al.*, 2002). La tardía llegada o dominio del haya, en torno a hace unos 3.000 años en muchas zonas (Huntley y Birks, 1983; Peñalba, 1994; Ruiz de la Torre y Ruiz del Castillo, 1996a), explicaría parcialmente este enigma, pero no se observa sincronía, ni relación espacial clara, entre el aumento del haya y la desaparición de los pinos: en el oeste ibérico, donde los pinos han sido eliminados en muchas comarcas, la extensión de las hayas es reducida; incluso, en algunas zonas y presumiblemente por incendios, el haya desapareció junto al pino, siendo ésta una recién llegada y los pinos unos antiguos moradores.

- En regiones del planeta menos afectadas por las actividades del hombre hasta fechas recientes, como son las montañas lluviosas del oeste de Norteamérica, los pinos tuvieron un importante papel en los bosques tras la última glaciación, y su sustitución por vegetación más tolerante y abundante en zonas de clima más suave se produjo en cuanto las condiciones climáticas mejoraron, hace unos 10.000 años (ver Leopold *et al.*, 1982), aunque el género *Pinus* ha persistido hasta nuestros días con un papel reducido. Sin embargo, en el noroeste ibérico, por una parte, el género casi se ha extinguido en sus manifestaciones espontáneas, incluso en zonas propicias a los pinos por su medio geoclimático; y, por otra parte, esto ha ocurrido hace tan sólo un milenio o unos pocos (dos o tres), cuando las actividades humanas eran ya muy intensas, y no durante el "óptimo climático".
- En otras montañas de clima todavía más oceánico que la Cordillera Cantábrica, como son las de las Islas Británicas, se admite que los pinares han sido eliminados o reducidos a una mínima expresión fundamentalmente mediante el uso del fuego y no por la competencia de las frondosas. En este sentido, los pinares han sido comunes en Irlanda durante la mayor parte del Holoceno, y sólo desaparecieron hace 1.000-2.000 años (Bradshaw y Browne, 1987), en un contexto sumamente humanizado (ver Roberts, 1989) (figura D.4.2.60).

Figura D.4.2.60. En algunas de las comarcas más lluviosas de Europa occidental había pinares espontáneos que han sido eliminadas por el uso del fuego.



A. En las húmedas Islas Británicas los incendios han reducido a los pinares a un papel testimonial desde hace siglos. En el último siglo, las repoblaciones de otras coníferas más productivas han sustituido en parte la función ecológica de los pinos, pero con grandes diferencias: se tratan a un turno relativamente corto y se emplean especies tolerantes, que arrojan una intensa sombra y apenas permiten el desarrollo del sotobosque (Tierras Altas de Escocia, Reino Unido).



B. En un paisaje que recuerda mucho al de las Tierras Altas escocesas, en el Alto Curueño los pinos espontáneos han sido totalmente eliminados mediante el uso del fuego en tiempos históricos, y predominan los brezales (Redipuertas, León).



C. Pinos silvestres en el húmedo clima noruego. Los pinos han persistido entre las rocas, donde no llega el fuego y donde la concurrencia con otros árboles es menor (Saltdalen, Noruega). Imagen proporcionada por Francisco Javier Ezquerra Boticario.

- Procesos semejantes de sustitución de coníferas por frondosas o por matorrales pirófitos, como consecuencia de las actividades humanas o en general del incremento de las renovaciones, se dan en muchas partes del mundo, con los mismos géneros implicados que en la Península Ibérica o con otros (por ejemplo *Fitzroya* y *Nothofagus* –ver Donoso, 1993-) (figura D.4.2.61).
- La eliminación o pérdida de importancia de los pinos coincidiendo con la expansión de las actividades humanas no es exclusiva de las montañas húmedas del noroeste, sino que se ha dado en cualquier punto de la Península Ibérica donde el hombre ha superado ciertos umbrales con su régimen de renovaciones, en particular incendios (Allen *et al.*, 1996; Carrión y van Geel, 1999; Franco *et al.*, 2001a y 2001b).
- El que haya un medio geoclimático adecuado para frondosas no impide que los pinos puedan persistir o incluso dominar, pues su función de colonización arbórea y de llenado de huecos en los que aflore el suelo mineral se mantiene, bien mediante eventos renovadores extensos repetidos periódicamente, o incluso con un hueco tan pequeño como el de un árbol desarraigado, que arrastra con sus raíces la capa orgánica que dificulta el establecimiento del pino (ver figura 4.2.53-A). Las especies de pinos que existían en la Cordillera Cantábrica son longevas: tienen varios siglos para dispersar sus semillas, capaces de llegar a considerables distancias y aprovechar así cualquier hueco, de forma que es muy poco probable la extinción total debida a la concurrencia con otros árboles. Buena prueba de persistencia de pinos en ecosistemas dominados por frondosas, con o sin otras coníferas más tolerantes, la tenemos en el este de Norteamérica (ver figura 4.2.52-E). En general, cuando las condiciones geoclimáticas son benignas, persiste una gran variedad de especies, como muestran las combinaciones de táxones presentes en el pasado (ver, por ejemplo, Casals *et al.*, 2005). Además, hoy en día, en la Cordillera Cantábrica crecen con gran vigor y se regeneran de forma espontánea diversas especies de pinos (sobre todo *P. sylvestris* y, en menor medida, *P. uncinata*, *P. nigra* y *P. pinaster*) en cuanto baja la incidencia de incendios forestales (ver figuras 4.2.94 C, D y E); la instalación tiene lugar fundamentalmente sobre pastizales y matorrales, pero incluso en ocasiones bajo bosques de frondosas, en especial rebollares (ver apartado 2.1.4.3.3 y figura 4.2.38) (figura D.4.2.62).



Figura D.4.2.61. Rodal de *Fitzroya cupressoides* quemado. Ahora surge con vigor una generación de árboles frondosos, sobre todo *Drimys winteri* (Caleta Gonzalo, Chile).



Figura D.4.2.62. Los derribos han provocado una explosión de regeneración de *Pinus pinaster* en el pequeño hueco creado (Marinha Grande, Leiria, Portugal).

- En la Cordillera Cantábrica, las partes más elevadas, por debajo de las cimas más altas, tienen en la actualidad fitoclimas que se corresponden con bosques de coníferas, de forma muy extendida según el estudio de Allué (1990) o más reducida según una aplicación más reciente (García-López *et al.*, 2001), que considera un límite distinto entre el clima típico de bosques dominados por frondosas caducifolias (fitoclima VI) y los de coníferas (fitoclima VIII(VI)), además de datos climáticos en principio más ajustados; en todo caso, amplias superficies de la Cordillera Cantábrica tienen un clima similar al que impera en otros lugares en los que en la actualidad dominan las coníferas, como son otras montañas ibéricas, del sur de Europa y del norte de Turquía (ver García-López, 1999), donde las laderas que ascienden desde el Mar Negro tienen una gran semejanza con los montes de la vertiente cantábrica menos "degradados". Es ilustrativo el hecho de que, en ambos estudios, lo que se identifican como climas "propios" de bosques de coníferas estén más extendidos en la Cordillera Cantábrica que en otras cadenas montañosas como el Sistema Ibérico Norte o el Sistema Central, en las que abundan los bosques de pinos y son considerados espontáneos en buena parte: por una parte esto indica que la biunivocidad fitoclimática es imposible (ver Allué, 1990) y, por otra, que el clima actual de los montes cantábricos relativamente elevados tiene unas características que están extendidas en muchos lugares donde dominan bosques espontáneos de coníferas (figura D.4.2.63).
- Mientras que en la parte occidental del Sistema Cantábrico casi todos los pinos espontáneos han desaparecido, en su parte oriental, sobre todo en las provincias de Burgos y Álava, subsisten masas importantes, en unas condiciones geoclimáticas que según la teoría ecológica "normal" son mucho menos favorables para la persistencia de los pinos. Además, existen pies de *Pinus sylvestris* espontáneos hasta altitudes tan bajas como 200 m (Ruiz-Urrestarazu, 1988) y rodales un poco más arriba, en un clima extraordinariamente propicio para gran variedad de especies frondosas, con temperaturas muy suaves y humedad a lo largo de todo el año. En alguna de estas localidades cantábricas no sólo hay *Pinus sylvestris* espontáneos, sino también *Pinus pinaster* (Ruiz-Urrestarazu, 1998), árbol que es muy abundante en Galicia en condiciones climáticas semejantes, pero allí la profusión de repoblaciones hace muy difícil determinar el posible origen espontáneo. En muchos lugares de Álava, Burgos o Navarra donde abundan pinos espontáneos, no sólo el clima, sino también el suelo son muy favorables para la extensión de especies más "exigentes" que los pinos, con una fertilidad mucho más elevada que la de la inmensa mayoría de las laderas del occidente cantábrico. Así pues, los factores geoclimáticos no parecen discriminantes a estos efectos. De hecho, cuando las renovaciones y las especies presentes son similares en ambas partes del Sistema Cantábrico, la dinámica de la vegetación es semejante: es la mayor incidencia de incendios hacia el Oeste lo que determina el contraste en la vegetación (figura D.4.2.64).

Cuando se comparan la Cordillera Pirenaica y la Cantábrica, es habitual explicar la abundancia de pinares en la primera en base a su mayor continentalidad climática. Sin embargo, ésta es una verdad a medias: la luminosidad de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica y sus heladas en cualquier época del año son características de un clima más continental que el de los extremos de los Pirineos en su vertiente sur (Navarra y Gerona), a pesar de que en estos lugares los pinares espontáneos dominan amplias extensiones. La explicación es más sencilla si en lugar de recurrir al medio geoclimático se realiza un análisis histórico: la abundancia de pinares pirenaicos no hay que relacionarla con la dificultad de las frondosas para crecer en esos ambientes (que no es tal, salvo en las laderas más elevadas con *P. uncinata*), sino con un proceso de recuperación forestal que se inició en los Pirineos hace más de un siglo, cuando los montes estaban mucho menos poblados de árboles; en un contexto de colonización de pastizales y cultivos abandonados, los pinos tuvieron una ocasión para hacer valer sus aptitudes, lo que no ocurrió en la Cordillera Cantábrica debido a que los pinos fueron casi exterminados antes de esta recuperación, que por otra parte ha sido mucho más tardía. Así que la tremenda diferencia de extensión de los pinares espontáneos entre las dos cordilleras, que se hace tan patente en el paisaje, guarda relación con el uso histórico de los terrenos, que ha interaccionado con los atributos vitales de los pinos en variados contextos geoclimático: a los efectos que nos ocupan, los pinos son magníficos colonizadores pero no pueden rebrotar, lo que les ha valido su éxito en los Pirineos y su casi desaparición en la Cordillera Cantábrica (figura D.4.2.65).

Figura D.4.2.63. Los montes del norte de Turquía tienen no pocas semejanzas con los cantábricos, pero también notables diferencias, sobre todo derivadas de un menor uso del fuego.



A. Versión turca de las brañas cantábricas. A diferencia de los montes cantábricos, en los del norte de Turquía son abundantes las coníferas espontáneas: *Picea orientalis*, *Abies nordmanniana*, *Pinus sylvestris*. En la imagen dominan chopos temblones y abetos (Eğribel Geçidi, Turquía).



B. Como en la vertiente cantábrica, en los montes turcos que vierten vertiginosamente al Mar Negro hay húmedos bosques de robles y hayas. Pero en la imagen se aprecian varias diferencias: las solanas son también muy boscosas, algo infrecuente en los montes cantábricos; además, en ellas, en vez de prados o pastizales aparecen cultivos de avellanos; en las alturas se aprecia el piso de coníferas (Pinarlar, Turquía).

Figura D.4.2.64. En los montes cantábricos, la menor presencia de pinares espontáneos en el oeste no es debida a su medio geoclimático, según apuntan diversos indicios.

En unas condiciones geoclimáticas magníficas para el desarrollo de gran variedad de frondosas, persisten importantes masas de pino silvestre en las estribaciones orientales de la Cordillera Cantábrica (San Zadornil, Burgos).



A. Vista general de la masa dominada por pino silvestre. En las zonas menos renovadas durante el sistema agrario tradicional, al pie de la peña caliza, el haya forma rodales. Más en primer término se ve cómo encinas, quejigos y hayas aparecen dispersos entre los pinos.



B. La profusión de zarzas, en especial donde el regenerado de frondosas todavía no se ha desarrollado, es un indicativo de la fertilidad de los suelos.



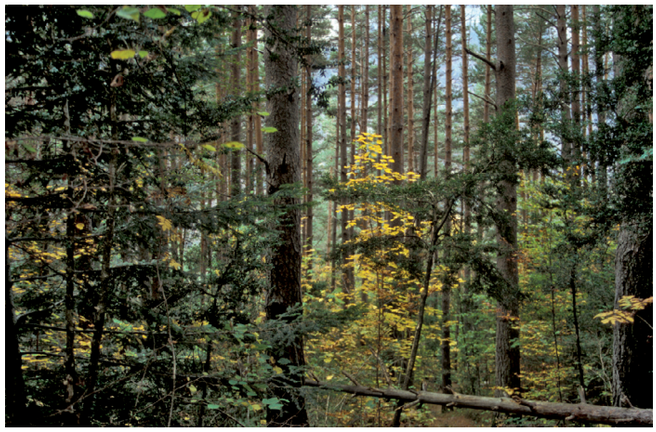
C



D

Cuando cesan los incendios, y siempre que exista fuente de semilla, los pinos juegan un importante papel colonizador en la parte oeste y central de la Cordillera Cantábrica, y no sólo en la oriental. Aquí se ven dos imágenes que muestran sendos grados de colonización arbórea de una ladera que no se ha quemado hace décadas, por parte de pino silvestre y diversas frondosas (sobre todo *Quercus petraea* y también *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Ilex aquifolium*, *Prunus avium*, etc.) (Boca de Huérgano, León).

Figura D.4.2.65. Ejemplos pirenaicos de coexistencia de pinos y frondosas. En general, éstas forman regeneración anticipada bajo los pinos, aunque también se encuentran, lógicamente, pies adultos que sirven de fuente de semilla.



A. Pinar de silvestre con subpiso de regeneración anticipada de diversas frondosas (*Acer opalus*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*) en el Pirineo Central (Ordesa, Huesca).



B. Rodal con viejos pinos silvestres pero con una gran profusión de árboles más tolerantes: hayas, tilos, abetos, robles, arces, serbales, avellanos; en particular, es muy abundante la regeneración anticipada de haya (Fanlo, Huesca).

(Continúa en la página siguiente)

Figura D.4.2.65. (Continuación)



C. Típico pino silvestre de los que realizaron la colonización cuando la zona estaba deforestada. En la actualidad prolifera la regeneración anticipada de haya, aunque también la hay de otras frondosas como quejigo, manzano, acebo (Aquilué, Huesca).



D. Masa de pinar de silvestre en el que destacan los árboles caducifolios intercalados (*Fagus sylvatica*, *Acer opalus*, *Quercus pubescens* y muchas otras especies). Aquí las circunstancias son extraordinariamente favorables para el crecimiento de una gran variedad de frondosas, lo que no ha impedido a los pinares dominar amplias extensiones (Gombrèn, Gerona).

Algo semejante a lo dicho para los Pirineos de Navarra y Gerona sirve para muchos lugares más al norte de esta cordillera, en Francia, donde abundan pinos silvestres espontáneos en lugares en los que las frondosas crecen magníficamente (figura D.4.2.66).

- No existen especies de frondosas que crezcan con el vigor suficiente a elevadas cotas como para ejercer una elevada concurrencia a *Pinus uncinata* o incluso los ecotipos de altitud de pino silvestre.
- No sólo el clima sigue siendo adecuado para la persistencia de las coníferas, sino que en la Cordillera Cantábrica existen muchas situaciones topográficas y edáficas que favorecen a especies colonizadoras como los pinos: suelos muy pobres como las cuarcitas, abundantes zonas rocosas, solanas pendientes, etc. En consecuencia, la causa de la desaparición de la mayor parte de las manifestaciones espontáneas de pinos en estos montes no parece que guarde relación con un medio geoclimático poco adecuado para ellos.
- La ubicación de los escasos rodales de *Pinus sylvestris* espontáneos remanentes en la Cordillera Cantábrica (Pinar de Lillo, de Collacerrosa y de Velilla del Río Carrión) indica qué es lo que tienen en común esos reductos: no es la litología, ya que el de Velilla se ubica sobre calizas y los otros dos sobre cuarcitas, sino que en los tres casos se trata de umbrías relativamente protegidas del fuego por barreras rocosas (ver figuras 4.2.32-A y B). El medio geoclimático en estos pinares no es excepcional, y muchas laderas cantábricas reúnen unas condiciones seme-





Figura D.4.2.66. Bosques asentados a baja altitud y sobre fértiles terrenos de naturaleza caliza. El pino silvestre permanece en estos ecosistemas no sólo porque coloniza áreas despejadas, sino que también es capaz de instalarse, aunque sea en pequeña proporción, en el bosque; aquí incluso lo hace sin la intervención de agentes exógenos, simplemente aprovechando los pequeños huecos generados por la muerte de árboles adultos (Savignac-les-Églises, Francia).

jantes. No es casualidad que la inmensa mayoría de la vegetación que puebla los montes cantábricos sea capaz de rebrotar: las plantas que no eran capaces de hacerlo sencillamente fueron eliminadas, salvo situaciones muy particulares, sobre todo en rocas (así ha sobrevivido *Juniperus thurifera*).

- Las cortas de los mejores pies por huroneo también habrían contribuido, aunque mucho menos que el fuego, a la eliminación de los pinos, al favorecer a especies que forman regeneración anticipada o que rebrotan de cepa.
- En general, los bosques de pinos no fueron sustituidos por frondosas más tolerantes, como ocurriría si su desaparición fuese debida a una "mejora" climática, sino por matorrales pirófitos o abedules, que son menos tolerantes y corresponden a estadios sucesionales anteriores, y cuyo dominio es casi total en las cotas más elevadas de la Cordillera Cantábrica, por encima de unos 1.600 m, donde normalmente se considera que son la vegetación climácica. De hecho, los abedules no sólo son un estadio anterior en la sucesión en el límite superior del bosque, sino también mucho más abajo (figura D.4.2.67).

  La vegetación de la franja comprendida entre aproximadamente las cotas 1.500 y 1.800 m en los montes cantábricos está dominada en la actualidad por matorrales de talla media que indican una gran incidencia de incendios forestales: brezales (*Erica* spp.) muy extendidos y tojales (*Ulex* spp.) en algunas de las zonas más húmedas, ambos indicadores de elevadas frecuencias de incendios, y en menor medida piornales (*Genista* spp. y *Cytisus* spp.), normalmente asociados a incendios de mayor periodo de recurrencia que en los otros dos tipos de matorrales; también hay matas de enebro (*Juniperus communis* subsp. *nana*) (figura D.4.2.68).

Bordeando los bosques de robles y hayas, y entre los matorrales, aparecen abedules (*Betula alba*), que a veces forman bosques y, en muchas zonas, serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), restos arbóreos que acompañan a los bosques de coníferas en toda Europa; y, con especies similares, en todo el mundo, como en muchos lugares del reino Holártico donde los abedules juegan un papel pionero en bosques dominados por diferentes especies de *Pinus*, *Picea* o *Abies*. De hecho, en el noroeste ibérico había *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*, *Pinus nigra*, *Abies alba* y *Picea abies*, que se extendían sobre una parte difícil de cuantificar de lo que se considera piso montano y subalpino. Abetos y píceas se extenderían por las zonas más húmedas y menos sometidas a eventos renovadores. Los pinos en general jugarían un papel más colonizador: *Pinus nigra*, en localizaciones relativamente secas, sobre todo sobre calizas; *P. sylvestris* con carácter general;

Figura D.4.2.67. En los montes cantábricos, a falta de pinos, los abedules ejercen la función típica de estas coníferas: recuperar para el bosque terrenos deforestados.



A. En medio del hayedo, en el terraplén de la pista forestal destacan varios abedules. Su papel colonizador es compartido con otros árboles como sauces y saúcos (Monte Peloño, Asturias).



B. Los abedules forman una orla alrededor del hayedo, en la zona de contacto con los brezales, tanto por arriba como por los lados: la explicación de la existencia de esta banda de abedules es dinámica, no climática (Busdongo, León).



C. Hayedo con una orla de abedules, no sólo en su parte alta sino también en el límite con el brezal, a varias cotas (Páramo, Asturias).



Figura D.4.2.68. Típico paisaje de la alta montaña cantábrica: prados en la parte baja, extensos brezales, rodales y grupos con matorral de leguminosas, árboles aislados y algunas rocas que afloran. Es el resultado de un uso ganadero milenario, con gran afección de incendios (Mena, León).



Figura D.4.2.69. A poco más de 1.800 m de altitud, los pinos silvestres destacan por encima de unas matas de roble rastreras (Pinar de Lillo, León).

y *P. uncinata* en altitudes elevadas, en las que se comportaría como especie pionera y también como vegetación sucesora.

- En los montes cantábricos hay un hecho curioso para el que no cabe una explicación simple: abundan matas de *Quercus robur* en cotas elevadas, que no logran alcanzar porte arbóreo y que no impiden a los pinos instalarse y crecer por encima de ellas. Existe una especie de piso desdibujado de robles por encima de la orla de abedules que bordea por arriba los robledales y hayedos, entre las extensas formaciones de matorral y en lugares con una cierta protección frente al fuego (entre zonas rocosas o pedregosas); asciende hasta altitudes de 1.800 m y en ocasiones algo más, y está constituido por pequeñas matas residuales que persisten de modo vegetativo sin reproducción sexual, sin alcanzar talla y aspecto de árbol (ver figura 4.2.43); normalmente estos robles presentan caracteres que sirven para encuadrarlos en la especie *Quercus robur*, pero a veces esto es menos claro. Quizá respondan a un periodo más cálido que el actual (Sánchez-Hernando *et al.*, 1999); o constituyan un genotipo particular de la especie al modo que lo es *Pinus mugo* respecto a *Pinus uncinata*; incluso hay autores (Rivas-Martínez *et al.*, 2002) que lo consideran una especie diferenciada, el *Quercus orocantabrica* (figura D.4.2.69).
- Es muy ilustrativo el caso del Pinar de Lillo (León), en el que, según muestra un diagrama polínico (García-Antón *et al.*, 1997), el pinar estuvo a punto de desaparecer, en un periodo en el que aumentó mucho el abedul, las ericáceas y los carbones, que indican una mayor frecuencia o intensidad de incendios. La forma prácticamente simétrica de las curvas de polen de *Betula* y de *Pinus* representa cambios de una especie a costa de la otra, y no cabe aducir la causa climática, sino una mayor ventaja de los abedules si los incendios exceden de ciertos umbrales. La complementariedad entre las curvas de pinos y abedules se produce habitualmente en clima húmedo (McKeever, 1984; Ruiz-Zapata *et al.*, 2002; Allen *et al.*, 1996). Todavía con mayor frecuencia de fuego, ni *Betula* puede resistir y el dominio pasa a las ericáceas, como muestran tantos ecosistemas del noroeste ibérico y se puede apreciar en diagramas polínicos, como el de Charco da Candieira, en la Serra da Estrela (van der Knaap y van Leeuwen, 1995), A Golada (Pedrafita do Cebreiro, Lugo), Brañuelas (León) (Muñoz-Sobrino, 2001) y Puerto de Ancares (Candín, León) (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997); en todos estos casos (como en Drago *et al.*, 2002), la recuperación reciente de *Pinus* que se observa en los diagramas se debe a repoblaciones forestales. En montañas relativamente lluviosas es general el aumento de las ericáceas de forma más o menos coincidente con la bajada de los pinos, según se observa en: Menéndez-Amor (1968), con tres sondeos próximos al límite entre Cantabria y Burgos; en Ramil *et al.* (1998a), el diagrama polínico de Lagoa de Marinho (Serra do Gerês, Portugal); en Muñoz-Sobrino *et al.* (2004), el de Lleguna (Galende, Zamora). Cuando se hace un análisis de los carbones se comprueba que estas variaciones son consecuencia de un aumento en el efecto de los incendios (ver: Allen *et al.*, 1996; Franco *et al.*, 2001b) (figura D.4.2.70).

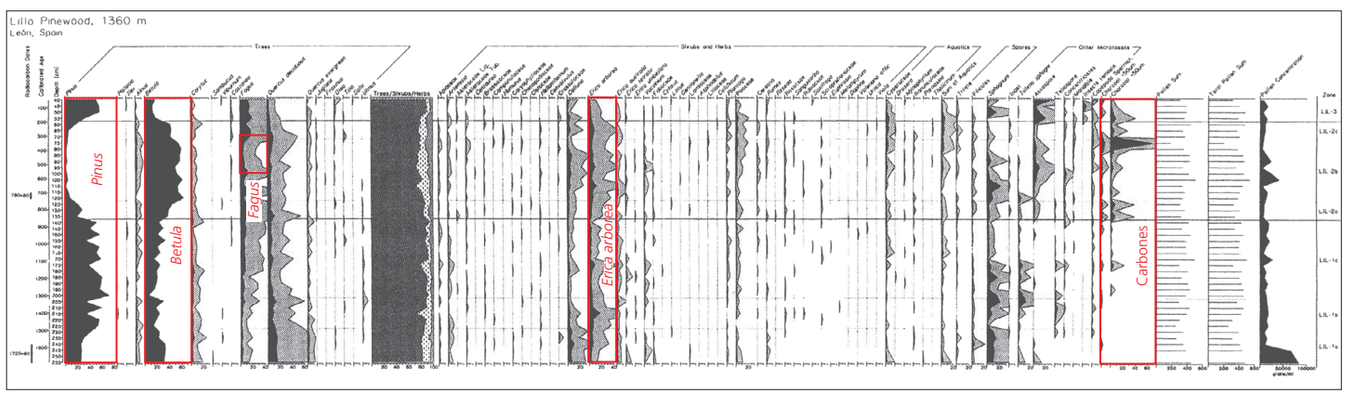


Figura D.4.2.70. En los montes cantábricos, el abedul tiende a expandirse a costa de otras especies arbóreas cuando los incendios exceden de ciertos umbrales (ver figura 4.2.60-C). Esto resulta especialmente patente en el caso de los pinos, que no rebrotan. En este diagrama, diversos indicadores muestran cómo el periodo de dominio del abedul a costa del pino coincide con la mayor incidencia del fuego, mostrada por: una mayor concentración de carbones; abundancia de ericáceas; disminución del haya en el momento de máxima concentración de carbones. Elaborado a partir de García-Antón *et al.* (1997).

- Es muy frecuente el declive de los pinares cuando las actividades humanas se hacen más intensas. Los diagramas polínicos son buenos indicadores de este declive y del efecto del hombre a través de procesos como la reducción de la cubierta arbórea, la matorralización, la ruderalización, la estepización y la aparición de las especies cultivadas (García-Antón *et al.*, 2002; Casals *et al.*, 2005); el diagrama polínico de Espinosa de Cerrato (Franco *et al.*, 1996) es bien expresivo en este sentido.

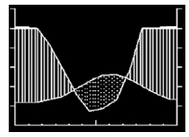
La hipótesis de eliminación de los pinos por culpa de las actividades humanas, en particular el incremento de la frecuencia de incendios, es bastante simple: con sólo dos incendios muy seguidos se pueden eliminar los pinos de un ecosistema. Los pinos necesitan cierto tiempo (algo más de una década en las especies y procedencias más precoces) para establecer un abundante banco aéreo de semillas que les permita su perpetuación; en cambio, muchas herbáceas producen abundantes semillas en su primer año de vida y hay matas que lo hacen al segundo (Arianoutsou, 1998), con lo que tienen una gran facilidad para reconstituir un banco de semillas. Como consecuencia, los pinares que se queman dos veces demasiado próximas, serán sustituidos por especies que rebrotan o por aquéllas con un banco edáfico persistente y de fácil recuperación.

La explicación más frecuente sobre la desaparición de las coníferas, es decir, su sustitución por frondosas debido a la dulcificación del clima, insuficiente para justificar la total eliminación de los pinos, no es aplicable en el caso de *Abies alba*, ya que es más tolerante que cualquiera de las frondosas que viven en la Cordillera Cantábrica. Y, por otra parte, el clima permite perfectamente su existencia en el piso montano de esta cordillera (Ruiz de la Torre, 1979): en él la aridez es menor que en muchas localidades del área actual de *Abies alba*, como por ejemplo de la vertiente sur de los Pirineos o del sur de Italia; el clima de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, con sus abundantes nieblas estivales, es más similar al de la vertiente norte del Pirineo, donde el dominio de los hayedos-abetales es abrumador (figura D.4.2.71).

Figura D.4.2.71. La ausencia de abetos en los montes cantábricos no es debida a la aridez estival, como a veces se argumenta, sino que el hombre ha eliminado estas coníferas. Los bosques de hayas y abetos se distribuyen en muchas áreas más secas que las cantábricas. *Abies alba* y *Fagus sylvatica* en el extremo sur de la Península Itálica (Montalto, Italia).



A. Los abetos destacan sobre el dosel de hayas. Al fondo se ve el volcán Etna, al otro lado del Estrecho de Mesina. El climodiagrama representa los datos climáticos de la estación Messina, ubicada a 59 m sobre el nivel del mar; indudablemente con la altitud las variables climáticas cambian notablemente, pero el diagrama muestra el clima típicamente mediterráneo que impera en la base de estas montañas.





B. En el mismo macizo forestal que la imagen anterior, pero en su vertiente oriental, *Abies alba* y *Fagus sylvatica* conviven con *Pinus nigra* y *Quercus ilex* en un entorno de aspecto no muy húmedo.



C. En un paisaje que recuerda más al de las altas montañas del Sistema Ibérico que al de las cantábricas, *Abies alba* y *Fagus sylvatica* colonizan las laderas desnudas; también hay pies adultos de *Quercus pubescens* y *Pinus nigra*.

(Continúa en la página siguiente)

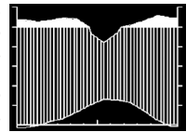
Figura D.4.2.71. (Continuación)



D. Sólo los más altos picos sobresalen por encima de la niebla. Esta situación es frecuente en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica y tiene una influencia relevante en la economía hídrica de las plantas: como muestra, con un nivel similar de precipitaciones los pastizales se agostan más intensamente y con mucha mayor frecuencia en la vertiente meridional (Peña Ten, Asturias).



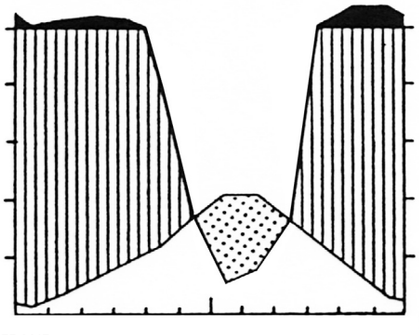
E. Los hayedos se benefician de una elevada humedad ambiental durante su periodo vegetativo. Pero en estos montes no se encuentra un compañero habitual en otros bosques europeos semejantes: el abeto (Sobrefoz, Asturias). El climodiagrama, representativo de las zonas más húmedas de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, ha sido elaborado a partir de datos base termométricos tomados de la estación de Bezanes y pluviométricos de Amieva "Restaño".



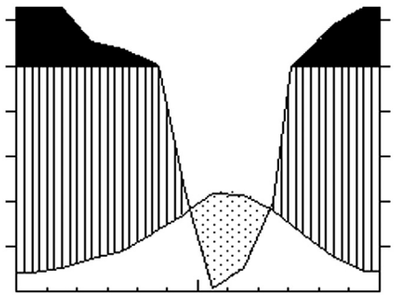
Los análisis polínicos muestran que es muy frecuente la expansión conjunta de abetos y hayas; y, como adecuadamente expone Peñalba (1989), las actividades del hombre han favorecido a *Fagus sylvatica* frente a *Abies alba*, de tal forma que sólo así se explica que el avance de *Abies alba* hacia el Oeste, a lo largo del Sistema Cantábrico, se haya detenido tan tempranamente. Los abetos, muy tolerantes e incapaces de rebrotar, son unos buenos candidatos a priori para ser perjudicados por el hombre, que actúa como un potente agente renovador. Con estos atributos vitales, lo ocurrido en la Cordillera Cantábrica no es excepcional: parece ser que *Abies alba* constituía en las laderas bajas de los Alpes del sur un piso, o al menos era mucho más abundante que hoy día, hasta que las actividades humanas, hace poco más de 5.000 años, mediante fuego, los eliminaron (Tinner y Conedera, 1995; Tinner *et al.*, 1999); también en muchas laderas de los Pirineos ocurrió lo mismo, hace unos 4.000 años (ver Marcos, 1995).

Aunque es un poco menos tolerante que *Abies alba*, consideraciones semejantes a las del párrafo anterior se pueden hacer respecto a la desaparición de *Picea abies* en la vertiente cantábrica.

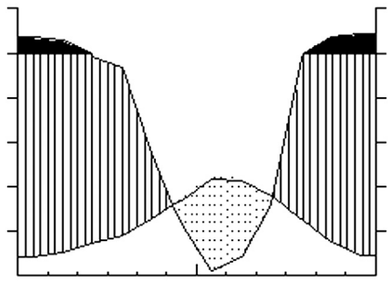
En otros casos, en especial cuando nos remontamos mucho en el tiempo, es difícil aportar datos que apoyen la idea de la acción humana como determinante o colaboradora en una eliminación. Es el caso de géneros como *Tsuga* o *Cedrus*. En la Península Ibérica el género *Tsuga* persistió al menos hasta el Pleistoceno Medio (Carrión *et al.*, 2000a). Más atención llama la ausencia actual de *Cedrus* en los montes ibéricos, que desapareció en un momento todavía desconocido (Carrión *et al.*, 2000a); sí se sabe que los cedros estaban presentes en todo el entorno mediterráneo hasta el Pleistoceno Medio, pero sólo aparecen en dos yacimientos peninsulares en el Pleistoceno Superior (Casals *et al.*, 2005). Hoy en día, *Cedrus atlantica* domina bosques del Norte de África en condiciones geoclimáticas similares a las de muchas montañas peninsulares, en especial andaluzas (figura D.4.2.72).



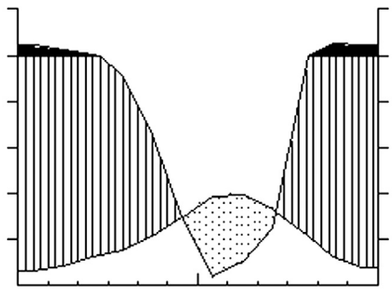
IFRANE



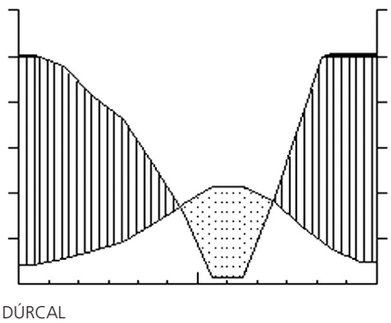
GRAZALEMA



RONDA



ALFARNATE



DÚRCAL

Figura D.4.2.72. El climodiagrama de arriba representa los datos climáticos de la estación de Ifrane (Marruecos) y ha sido elaborado por Javier María García López; se trata de una estación típica de centrales. Los otros cuatro climodiagramas han sido calculados para una altitud de 1.400 m para estaciones de sierras andaluzas relativamente lluviosas que presuntamente podrían albergar cedrales. De izquierda a derecha y de arriba a abajo se corresponden con un gradiente pluviométrico descendente de Oeste a Este, y han sido elaborados, respectivamente: a partir de datos base termométricos y pluviométricos tomados de la estación de Grazalema; datos base termométricos tomados de la estación de Grazalema y pluviométricos de Ronda - Parauta "El Taramal"; datos base termométricos y pluviométricos tomados de la estación de Alfarnate; datos base termométricos tomados de la estación de Padul y pluviométricos de Dúrcal (Presa).

Abies y *Cedrus*, presentes en el anterior interglaciar en los montes de Granada (Pons y Reille, 1988), ya no lo están en la actualidad, sin que haya evidencias de que sea por causa humana, pero tampoco de lo contrario. Hay otros ejemplos de árboles extinguidos en la Península Ibérica probablemente por causas climáticas, pero en un periodo en el que el hombre ya estaba presente. Antes del periodo glacial Mindel, esto es, hace menos de un millón de años, todavía existían en Sierra Nevada bosques con especies de los géneros *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar* y *Nyssa* (López-González, 2002). En torno al millón de años o un poco más (Pleistoceno Inferior) había representación ibérica de los géneros *Aesculus*, *Ostrya*, *Symplocos*, *Engelhardia* y *Zelkova* (ver Postigo, 2003). *Pterocarya* y *Ostria* persistieron en los Pirineos hasta el Mindel, esto es, en torno al medio millón de años; *Cupressus* estaba presente después, en el Mindel/Riss (Arribas, 2004); y hay datos de *Syringa* relativamente recientes, hace unos 40.000 años (ver Burjachs y Julià, 1994).

Estos mismos procesos de simplificación han ocurrido en el ámbito europeo. El último episodio glaciar (Würm) fue especialmente duro y ello puede justificar la extinción de muchas especies de árboles que habían sobrevivido desde el Terciario (Roure, 1990), pero la acción del hombre no se puede excluir, en especial teniendo en cuenta que en esa época llegaron los humanos modernos que hacían un sofisticado manejo del fuego y lo utilizaban con diversos propósitos. En todo caso, hay géneros como *Sequoia* (Terradas, 2001) o *Pseudotsuga* (Rossignol *et al.*, 1998) que se extinguieron en Europa con ocasión de la última glaciación. Además de los géneros de árboles ya mencionados, muchos otros han desaparecido de Europa, se piensa que básicamente como consecuencia de las glaciaciones cuaternarias, como *Cryptomeria*, *Thuja*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Sequoiadendron*, *Diospyros*, *Sciadopytis*, *Eucommia*, *Parrotia*, *Taxodium*, *Platicaria* (ver: Lanier, 1986; Arroyo *et al.*, 2004); y también especies de géneros que persisten, como *Pinus strobus* (Alonso *et al.*, 1999).

Acerca de los bosques monoespecíficos. En la Península Ibérica es tan habitual que los bosques estén dominados por una sola especie arbórea que frecuentemente se denominan atendiendo a ella, lo que resulta inadecuado en otras zonas del planeta (donde la referencia se hace a tipos estructurales de bosque o a varias especies que definen el conjunto). Sin embargo, lo que por su carácter tan común puede parecer natural, está motivado por ciertos procesos, que ocurren con o sin la participación del hombre pero que, en los bosques ibéricos y en los últimos milenios, han sido desencadenados por causas humanas.

El dominio de una o unas pocas especies en la vegetación parece ser la consecuencia de un fuerte estrés ambiental de ciertos tipos: por ejemplo, incendios recurrentes en cortos periodos, pastoreo intenso, cambios climáticos importantes, etc. Los ecosistemas son menos diversos cuando están sometidos a cambios de magnitudes inusuales en la historia de la vegetación terrestre (Walker, 1982), frente a los que los táxones no han tenido oportunidad de evolucionar genéticamente. La variación es necesaria para la vida, pero ciertos tipos de cambios resultan letales para muchos organismos. El hombre ha eliminado y elimina muchas especies porque las somete a unas condiciones que exceden las posibilidades de respuesta, que están limitadas por su bagaje genético.

Debido a que el hombre ha convertido en dominantes a cuatro tipos de eventos renovadores que son fuego, cultivo, pastoreo y cortas, la extensión de otros como los derribos se ha visto muy mermada, y ésta puede ser una de las causas de que sean relativamente escasos los bosques mixtos en la Península Ibérica: por una parte, los derribos favorecen el domino de especies tolerantes y, por otra, el sustrato removido de los árboles desarraigados es un lugar muy adecuado para la germinación de todo tipo de árboles, en particular de los colonizadores; es decir, se generan unas condiciones que son adecuadas para la persistencia de una gran variedad de plantas (figura D.4.2.73).



Figura D.4.2.73. En el hueco relativamente pequeño generado por el derribo de un Sorbus aucuparia crecen diversas especies arbóreas: *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus glabra*, *Fraxinus excelsior*. En la figura 4.2.53-C se muestra, en el mismo monte, cómo un derribo puede ser suficiente para la instalación del intolerante abedul. Ésta es una parte del monte en la que, sin intervención del hombre, debería haber una alta influencia de derribos: se trata de una umbría muy húmeda a la que llegarían pocos incendios producidos por rayo. Pero los derribos no han sido muy abundantes en el pasado, lo que se puede deducir por la escasez del relieve de hoyos y montículos y por el predominio de los robles en las clases más viejas de edad; otras especies estarían más extendidas si los derribos hubiesen sido la renovación fundamental; cortas e incendios han sido con anterioridad los tipos de eventos que han sustituido a los derribos como eventos renovadores más trascendentes (Rioscuro, León).

Los montes ibéricos son un buen ejemplo de cómo el hombre restringe la diversidad de las especies dominantes. Muchos bosques de *Quercus* son exponentes de la simplificación específica debido a la alta frecuencia de incendios y cortas intensas. Su gran facilidad de rebrote, la resistencia frente a los fitófagos y un temperamento rústico explican el éxito de los *Quercus* cuando las actividades del hombre se vuelven más intensas. Como ejemplo de esto, muchos de los árboles que convivían con el rebollo (*Quercus pyrenaica*), el quejigo (*Quercus faginea*) o la encina (*Quercus ilex*) en los bosques ibéricos han sido eliminadas de las comarcas donde no existían zonas de refugio (ver Ruiz de la Torre, 1993a); como son, entre otras, muchos páramos más o menos húmedos de Castilla y León, donde podrían vivir, además de los *Quercus* mencionados, otras especies como *Quercus petraea*, *Pinus* spp. (Jiménez *et al.*, 1998), *Sorbus* spp., *Acer* spp., *Fraxinus* spp., *Corylus avellana* o *Prunus avium*. Un hecho que refuerza la hipótesis de la eliminación de estas especies, además de datos históricos que atestiguan su presencia en algunos casos, es que se desarrollan perfectamente cuando se repuebla con ellas (ver figura 4.1.44) o, en general, cuando, por cualquier causa, llegan propágulos de estas especies y encuentran suficiente espacio vital para desarrollarse (ver figura 3.3.20-A). Los rebollares son quizá el paradigma de la simplificación específica, debido a que viven en climas relativamente lluviosos, que permitirían la existencia de muchas otras especies arbóreas (figura D.4.2.74).



Figura D.4.2.74. Extensos rebollares y repoblaciones de pino (*P. nigra*, *P. sylvestris*). En estos páramos leoneses, los rebollos son considerados la clímax, pero la explicación de su abrumador dominio entre los árboles espontáneos estriba en razones históricas: hace 40 años la zona estaba casi deforestada, con matorrales quemados periódicamente y pastados, con matas miserables de rebollo y unas pocas "cotas", dehesas con grandes pies para refugio de ganado; el rebollo fue el único árbol capaz de resistir y ahora domina los bosques de la zona, si exceptuamos las repoblaciones de pinos, con muy pocas posibilidades para la instalación de otros árboles debido a la falta de semilla. En la imagen se observa una corta a hecho en el rebollar: se trata de una práctica que, unida a incendios y pastoreo, ayudó a la preponderancia del rebollo (Pedrún de Torío, León).

Además de la resistencia a ser eliminados en presencia de eventos renovadores intensos y frecuentes, los *Quercus* han contado con el favor de los hombres desde tiempos prehistóricos (Mason, 2000), debido a la utilidad de las bellotas como alimento, tanto del ganado como de los humanos (ver García-Gómez *et al.*, 2002). En este sentido, Oria de Rueda (1996), expone cómo el Fuero Juzgo aparece como una legislación que protegía especialmente al arbolado productor de bellotas, y la corta de robles y encinas estaba penada en mayor medida que la de otras especies forestales (ver también: Clemente, 2000; Ezquerra y Gil, en prensa).

Consideraciones similares cabe hacer con respecto a especies del género *Pinus* en relación a la roturación de tierras y el pastoreo: es frecuente que los pinos dominen casi en exclusiva en localizaciones donde habría muchas frondosas si los montes no se hubiesen roturado y pastoreado.

Una serie de especies han llevado sistemáticamente la peor parte en estos procesos de simplificación: las coníferas longevas y tolerantes (*Abies* spp., *Taxus baccata*, *Picea abies*) y los árboles que habitualmente son minoritarios ("acompañantes") en los bosques, como *Acer* spp., *Tilia* spp., *Sorbus* spp., *Prunus* spp. Todos estos táxones estarían mucho más difundidos si los incendios, cortas y pastoreo no hubiesen superado umbrales que, con frecuencia, han sido ampliamente rebasados.

A la simplificación realizada por el hombre se la ha dado carta de naturaleza cuando se habla de vegetación potencial dominada por una especie que, con menos influencia humana, sería un componente de bosques mixtos y no la dominante abrumadora.

Eliminación de grandes animales. Respecto a los grandes animales, existen numerosos ejemplos de su eliminación, debida al menos en parte a actividades humanas, en sistemas orográficos o, incluso, en la totalidad de la Península Ibérica. A continuación se exponen algunos casos que sirven para ilustrar la magnitud de los cambios sucedidos:

- En la prehistoria, según se ha expuesto, hay numerosos ejemplos de desaparición de grandes animales, desde más o menos local hasta planetaria. Hasta qué punto son los humanos prehistóricos responsables de estas extinciones es cuestión pendiente de resolver, pero hay suficientes indicios como para pensar que el hombre ha jugado un papel crucial.
- Grandes animales que han sido eliminados totalmente de la Península Ibérica en tiempos históricos son: el encebro (*Equus hydruntinus*), que posiblemente se extinguió en el siglo XVI (García-Latorre y Sánchez-Picón, 1998); el uro (*Bos primigenius*), desaparecido de Europa occidental entre los años 1000 y 1400 (Bunzel-Drüke, 1996) y que en Polonia persistió hasta 1627 (Alonso, 1995); el bisonte (*Bison* sp.), cuyo último ejemplar se cazó en Navarra en el siglo XII; y el caballo salvaje (*Equus ferus*), que era una importante pieza de caza para el hombre y que fue reduciéndose progresivamente a lo largo del Holoceno (Uerpmann, 1990), de forma que se extinguió en un momento no bien determinado (Bunzel-Drüke, 2001). Algunos de los elementos genéticos (y morfológicos) de estas especies extintas persisten en las razas de ganado doméstico, como en los toros de lidia de la Península Ibérica y en otras de varios lugares europeos (Medjugorac *et al.*, 1994; Bunzel-Drüke, 2001).
- El león (*Panthera leo*) ha sido eliminado por el hombre en tiempos históricos de montes mediterráneos, aunque esto no está documentado en la Península Ibérica, debido a que su desaparición aquí es anterior: se han encontrado restos del periodo epipaleolítico en el Cantábrico (Altuna, 1986; Arias, 1992), es decir, había leones al menos hasta hace 9.000 años, si bien hay cierta confusión con el león de las cavernas (ver Arribas, 2004). Parece razonable que si el león fue eliminado en tiempos de los romanos de las montañas de Macedonia y de Grecia, entre otras cosas por su masiva utilización en los circos, y que vivía en el siglo XIII en Israel (Arribas, 2004), en el XIX en Túnez y Argelia (ver Altuna, 1995) y hasta mediados del siglo XX en Marruecos (en el Atlas: *Panthera leo leo*; ver El Kabiri y Abourouh, 1999), su ausencia de los montes ibéricos se deba a las actividades del hombre, que tenían en éste y otros grandes animales unos competidores y enemigos.

- Entre las aves, el gallo lira (*Tetrao tetrix*) se extinguió de los Pirineos y Cornisa Cantábrica ya bien entrado el Holoceno (Arribas, 2004). El último pingüino ibérico del que se tiene constancia fue capturado en Gijón en el siglo IV (Hernández-Carrasquilla, 1995). Un ejemplo de especie que dejó de reproducirse en la Península en fechas recientes (década de 1980) es el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), que ahora se está tratando de reintroducir.
- Eliminación del oso pardo (*Ursus arctos*) en la mayor parte de su área de distribución. La especie persiste sólo, y de forma precaria (del orden de una centena de ejemplares, en total), en la Cordillera Cantábrica (en dos zonas incomunicadas) y, como vestigio abocado a la extinción (salvo difíciles medidas de introducción de ejemplares de otras zonas), en los Pirineos.
- De la misma forma que el oso pardo, otros muchos animales de tamaño considerable han visto muy reducida su presencia en los montes ibéricos. Ejemplos de estas especies son el urogallo (*Tetrao urogallus*), el lagópodo alpino (*Lagopus mutus*), el lince ibérico (*Linx pardinus*), el lince boreal (*Linx linx*), el águila imperial (*Aquila adalberti*), la cigüeña negra (*Ciconia nigra*), el grévol (*Bonasa bonasia*), el visón europeo (*Mustela lutreola*)…
- Hay otros grandes animales cuya área de distribución se ha alterado profundamente, extinguiéndose en amplias áreas, aunque en ocasiones con fenómenos posteriores de recolonización. Los ejemplos son numerosos y abarcan animales como: la cabra montés en el norte de Portugal, Galicia y la Cordillera Cantábrica, donde habitaba la subespecie *Capra pyrenaica lusitanica* y se ha reintroducido la subespecie *victoriae*, si bien hay autores que dudan de la consistencia de esa clasificación; y en los Pirineos, donde la subespecie denominada bucardo (*Capra pyrenaica pyrenaica*), ahora extinguida, era tan abundante en el siglo XIV que su caza no tenía ningún mérito y se consideraba en sobrepoblación (Labarere, 1985); el corzo en el tercio este peninsular (aunque ahora la especie se está extendiendo); el ciervo en el sur de Portugal y en norte ibérico, donde se ha reintroducido con "excesivo" éxito en ciertas áreas; el gamo en buena parte de la Península Ibérica, o quizá en toda, pues parece que sus poblaciones actuales proceden de reintroducción; el rebeco se llegó a extender, ya durante el Holoceno, por buena parte de la mitad norte peninsular e incluso en Andalucía (Arribas, 2004) y, en la actualidad, tras una fuerte regresión en el área ocupada, se encuentra en plena expansión en parte gracias a las reintroducciones; varias aves rapaces como el águila real o la perdicera en muchos lugares; o aves carroñeras como el quebrantahuesos, muy restringido en la actualidad y con expansión limitada por la utilización de venenos, pero que parece que inicia la recolonización de algunas zonas, proceso que se intenta acelerar mediante la suelta de ejemplares, como en Cazorla.
- A veces, una especie eliminada o situada al borde de la extinción a nivel de macizo forestal o incluso sistema orográfico ha experimentado posteriormente una recuperación tan rápida y exitosa que en la actualidad constituye un problema su excesiva proliferación. Los casos más extendidos y conocidos son los del jabalí y el ciervo: el primero daña cultivos y dificulta la cría de especies cuyos huevos se come; el segundo produce daños en la vegetación de tal cuantía que, en macizos forestales como la Sierra de Urbión, La Demanda o Riaño, la regeneración de los árboles se ve severamente afectada y las repoblaciones forestales se deben proteger de sus efectos. Hay otros ejemplos, como la cabra montés en Sierra Nevada, el rebeco en la Cordillera Cantábrica, el sarrio y la marmota (esta última reintroducida hace medio siglo) en los Pirineos (Montserrat, 1992) (figura D.4.2.75).
- El lobo tiene una gran trascendencia en el ecosistema porque en la actualidad, tras la extinción total de otros grandes carnívoros (como el león) es el principal predador de ungulados. La dinámica poblacional de esta especie ilustra perfectamente las repercusiones de las actividades humanas. El lobo ha sido y es una especie temida en el medio rural ibérico por sus ataques a los rebaños, de forma que nunca se deja que su población pase de ciertos límites: desde hace ya muchas décadas, cuando los daños a la cabaña ganadera aumentan por encima de un umbral dado, se utiliza el veneno para evitar su proliferación, con graves efectos no sólo para el lobo sino para otras muchas especies. Sólo la astucia del lobo y su enorme adaptabilidad le han permitido sobrevivir. Las poblaciones de lobo ibérico se concentran en el noroeste y se extinguieron en los sistemas Pirenaico, Costero-Catalán, Ibérico sur, Central y Penibético, y casi en el Extremeño-portugués y en el Bético. En la actualidad el lobo se encuentra en un momento expansivo, colonizando nuevas zonas, en especial en los sistemas Central e Ibérico sur, donde hay grandes extensiones propicias para la especie (Blanco y Cortés, 2002).



Figura D.4.2.75. Paisaje deforestado y erosionado debido al uso ganadero milenario. Estas condiciones son mucho mejores para los grandes fitófagos que los bosques cerrados que tienden a dominar si no interviene el fuego; de ahí las quemas tradicionales. Hoy día el pastoreo en los montes ha disminuido de forma drástica y el papel del ganado ha sido asumido en parte por el ciervo, que ha proliferado en las últimas décadas. En primer término se ve una repoblación, con tubos y mallas protectores; en toda la comarca es necesario proteger las frondosas frente a los ungulados, pero aquí incluso los pinos, sobre los que se han colocado mallas (Barniedo de la Reina, León).

- Eliminación completa del castor (*Castor fiber*); están citados en la desembocadura del Llobregat, entre los siglos IV y VI (Arribas, 2004); hacia 1500 D.C. parece ser que había en Cantabria, e incluso más recientemente en la Sierra de la Demanda. Estos animales tenían una gran influencia en los ecosistemas forestales próximos a los cursos de agua, como ocurre en la actualidad en las regiones donde no han sido eliminados. Recientemente se ha reintroducido de forma no controlada por la administración, y se ha detectado en riberas de La Rioja y Navarra (figura D.4.2.76).

Figura D.4.2.76. Si no se hubiese eliminado de los montes ibéricos, el castor ejercería importantes funciones ecológicas.



A. Pequeña laguna generada por una presa de castor en el bosque boreal. Se ven multitud de troncos bajo una delgada capa de agua (Dawson City, Canadá).



B. La construcción de una pequeña balsa ha provocado la muerte de los árboles del bosquete. El efecto es semejante al que hubieran provocado los castores (La Rasa de Peñacerrada, Álava).

- Eliminación de especies de los ecosistemas acuáticos en buena parte de su antigua área de distribución, como es el caso de la anguila (*Anguilla anguilla*) o el salmón atlántico (*Salmo salar*, citado por los romanos en el Guadiana); o en la práctica totalidad de la Península Ibérica, como el esturión (*Acipenser sturio* o *A. nacarii*), suficientemente abundante en tiempos pasados como para que llegasen a existir fábricas de caviar en el Guadalquivir, o la lamprea de río (*Lampreta fluviatilis*). La relación de la fauna acuática con los montes es variada: los ecosistemas forestales influyen sobre los acuáticos en temas tan trascendentes como la temperatura del agua (Chamberlin *et al.*, 1991), la cantidad de materia orgánica o nutrientes que arrastra (Peterjohn y Correll, 1984) o el hábitat de la fauna acuática (Sedell *et al.*, 1988); además, hay especies, sobre todo de anfibios e insectos, que viven en ambos tipos de ecosistemas, y hay otras interacciones como las provocadas por relaciones predador-presa (por ejemplo, los salmones forman parte fundamental de la dieta de los osos en otros lugares del mundo, por lo que su escasez ibérica supone una limitación para estos plantígrados). Las actuaciones humanas que más han alterado los ecosistemas fluviales, como son la construcción de presas, obras de canalización o la contaminación de origen ganadero, influyen también sobre los montes.

En las últimas décadas los efectos sobre las poblaciones animales han adquirido algunas preocupantes variantes respecto a las ya de por sí mortíferas actuaciones llevadas a cabo a lo largo de milenios. En concreto, el uso de productos químicos (como los antibióticos en el ganado, que ha provocado la aparición de gérmenes hiperresistentes), la fabricación *ad hoc* de organismos modificados genéticamente, o la utilización de patógenos de los animales fuera de los ecosistemas donde se han desarrollado, suponen nuevas formas de alteración de las poblaciones faunísticas. Un ejemplo dramático de este tipo de nuevas influencias del hombre sobre los animales es el de la mixomatosis (ver Roos y Titterson, 1986), causada por un virus que vivía en lagomorfos sudamericanos (*Sylvilagus* sp.), destinado a acabar con la plaga de conejos australiana (a su vez provocada por el hombre), pero que diezmó los conejos ibéricos. Tras la mixomatosis, la neumonía hemorrágica vírica vino a complicar todavía más su situación. Esto, teniendo en cuenta su papel de especie clave (Bond, 1993) o nodo altamente conectado en una cadena trófica (ver Montoya y Solé, 2001), con muchas otras especies que dependen de los conejos para su alimentación, ha provocado grandes alteraciones; entre ellas agravar la situación de predadores en peligro de extinción como el lince ibérico o el águila imperial (figura D.4.2.77).



Figura D.4.2.77. Águila perdicera comiendo un conejo. Detrás se ven huras (Tamariz de Campos, Valladolid). Imagen proporcionada por Francisco Javier Ezquerra Boticario.

4.2.12.4.2. Limitación de la expansión de las áreas de distribución

El hombre había modificado el medio ya antes de la última glaciación, de forma que la expansión de la vegetación subsiguiente fue afectada por sus actividades. Algunos táxones han visto restringida su área de distribución debido a que no han sido capaces de prosperar en territorios en que el hombre estaba ya asentado. Esto ha ocurrido sobre todo con árboles, ya que otras plantas más pequeñas, animales y hongos tienen mecanismos de dispersión más eficaces a través de territorios muy modificados por el hombre.

Para poder cuantificar hasta qué punto esta limitación ha sucedido por efecto del hombre o por otras causas es razonable comparar lo que ha sucedido en el actual periodo interglaciar con otros anteriores, en los que las actividades del hombre eran mucho menos importantes. Con este razonamiento de base, Peñalba (1989 y 1994) llega a la conclusión de que, al menos, *Abies*, *Carpinus* y *Fagus* han visto reducidas sus áreas de distribución como causa de que no han sido capaces de expandirse desde los refugios glaciares hasta ciertas áreas, debido a los efectos de las actividades humanas.

En el caso de *Abies alba*, la especie es perfectamente compatible con el clima actual de muchas zonas de la Cordillera Cantábrica (Ruiz de la Torre, 1979) y, de forma menos general, con el Sistema Ibérico Norte y, quizá, ciertas zonas del Central, áreas todas ellas donde está ausente en la actualidad. Es claro que *Abies alba*, especie muy tolerante e incapaz de rebrotar, es especialmente susceptible ante cualquier incremento en la tasa de renovación que implique la eliminación de la regeneración anticipada, como los incendios. La relevancia de esta ausencia es enorme, ya que si se considera en las montañas mencionadas al abeto como un integrante más de los ecosistemas, su tolerancia, superior a la del haya, indica la obligación de reconsiderar cualquier hipótesis acerca de vegetación climácica o sucesora: en ausencia de eventos de importancia el abeto dominaría en grandes extensiones. Éste es un ejemplo de hasta qué punto la dinámica que hoy día observamos es sólo una de las posibles y no tiene sentido dogmatizar respecto a las rutas que va a seguir la sucesión y, mucho menos, respecto a "puntos culminantes".

Fagus sylvatica también podría extenderse a zonas de las que se halla ausente debido a las actividades humanas, en concreto cuando éstas provocan una elevada frecuencia de incendios. El caso más típico es Galicia, con muchas extensiones de clima favorable al haya (ver Sánchez-Palomares *et al.*, 2004), pero donde su expansión está muy limitada por los incendios forestales y por otras actividades humanas, en un territorio como el gallego con una intensa ocupación por el hombre. En estas condiciones el haya se instala sólo en zonas con cierta protección frente a incendios, sobre todo umbrías pedregosas (ver Rodríguez-Guitián *et al.*, 2001), o si existe una barrera rocosa que dificulta la llegada del fuego, como ocurre en el célebre bosque de Rogueira. En ocasiones (por ejemplo, Rivas-Martínez, 1987) se argumenta que el haya no se extiende más hacia el Oeste debido a limitaciones hídricas por la bajada de lluvias estivales. Sin embargo, hay muchas zonas donde la elevada humedad ambiente y las abundantes lluvias fuera del verano compensan este descenso (por otra parte no muy acusado, al menos como media interanual): de hecho, el haya parece encontrarse, en sus confines noroccidentales ibéricos, no tanto en los lugares de economía hídrica más favorable (como muestran para el extremo norte Rodríguez-Guitián *et al.*, 2001), sino más bien allí donde el fuego llega con menos frecuencia o intensidad, lo cual coincide en parte con las zonas con mejor aprovisionamiento hídrico (ver apartado 3.3.4) (figura D.4.2.78).

Es difícil diferenciar cuando una especie está ausente porque el hombre ha provocado su desaparición o porque le ha impedido llegar. Los datos paleoecológicos ayudarán a establecer con más precisión si se trata de uno u otro caso. La pobreza en especies arbóreas de muchos montes ibéricos responde a una mezcla de eliminación en un momento dado y dificultades para volver posteriormente debido, en los dos casos, a las actividades del hombre.



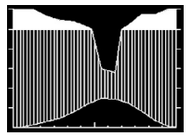


Figura D.4.2.78. La protección frente a incendios de una banda caliza, ubicada por debajo del hayedo, ha contribuido a evitar que el fuego acabe con este bosque, en una zona donde los incendios se prodigan y causan el dominio de extensos brezales (Devesa da Rogueira, Lugo). El climodiagrama ha sido elaborado a partir de datos base termométricos tomados de la estación de Puebla del Brollón - Veiga y pluviométricos de Villarbacú.

4.2.12.4.3. Introducción de especies

El hombre no sólo ha eliminado especies de sus zonas de distribución o ha impedido que alcancen una mayor expansión: de forma contraria, también ha hecho llegar seres vivos a sitios que no hubieran alcanzado sin su intervención, o ha acelerado su difusión. Las introducciones son a veces deliberadas, para producir alimentos, madera, piezas de caza, combatir plagas, por estética, etc.; sin embargo, en buena parte de las ocasiones, son involuntarias, ya que se trata de especies que viajan con el hombre, sus animales, plantas u objetos.

El carácter difuso del concepto exótico. Aunque pueda parecer que la diferencia entre autóctonos y exóticos es nítida, existen muchas situaciones poco claras: ¿son exóticas las especies eliminadas por el hombre?, ¿autóctonas las que han llegado de forma espontánea pero gracias a las actividades humanas? Por ejemplo, Montoya (1999) expone cómo la actual ausencia de predadores ancestrales de ciervos adultos (ver apartado 4.2.12.4.1) ha llevado a este ungulado a extenderse a lugares nuevos como zonas resecas del sureste ibérico y a la alta montaña.

En ocasiones, el hombre, al llevar especies nuevas, simplemente acelera un proceso que hubiese ocurrido de forma espontánea, como sucedió con la recuperación forestal tras la última glaciación: los humanos llevaron consigo semillas que llegaron así mucho antes al norte (ver Kremer y Petit, 2000). En la actualidad, como siempre, las áreas de distribución se expanden y contraen por un conjunto de factores nunca completamente comprendidos, entre los que hay causas humanas y también de otros orígenes. Así, recientemente se han establecido nuevas especies en la Península Ibérica como exponentes de un proceso de continuo cambio, en el que la ubicua acción humana y su repercusión global (en el clima y otros factores) abren siempre la posibilidad de una influencia directa o indirecta por parte del hombre. Ejemplos: la hermosa mariposa monarca (*Danaus plexippus*), que ya forma colonias en el sur de España, en Málaga (Viedma y Gómez-Bustillo, 1985); la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) se ha extendido rápidamente por Europa occidental, incluida la Península Ibérica a partir de los años sesenta (Arribas, 2004).

Tampoco se puede ser contundente al trazar límites temporales para el carácter exótico. La introducción de algunos árboles ha sido antigua y muy buena su aclimatación, hasta el punto de que

en la actualidad se consideran unos integrantes más de los bosques ibéricos, como el algarrobo (*Ceratonia siliqua*). También hay animales que se cree que han sido introducidos desde antiguo, aunque en general no existe la absoluta seguridad de que éste sea su origen: la jineta (*Genetta genetta*); el meloncillo (*Herpestes ichneumon*); el rabilargo (*Cyanopica cyana*), con una distribución disyunta ibérica y asiática, aunque existen indicios que apuntan a que ha desaparecido de las áreas intermedias y no a su introducción antigua; algo semejante ocurre con el camaleón (*Chamaeleo chamaeleon*), que pudo llegar desde África tanto traído por el hombre como en un tronco flotante. El gamo (*Dama dama*), presente de antiguo en la Península Ibérica, casi se extingue durante la última glaciación y sus poblaciones actuales son producto de introducciones diversas de las que se desconocen los detalles (Palomo y Gisbert, 2002). El muflón (*Ovis musimon*), de introducción reciente, procede de Córcega, pero sus ancestros se repartían por el continente europeo, de donde pudo ser eliminado por el hombre a través de la caza y la domesticación; podría ser que su presencia en algunas islas del Mediterráneo (Córcega, Cerdeña y Creta) se originase a partir de individuos procedentes del Cáucaso que se encontraban en una fase inicial de domesticación. El arruí (*Ammotragus lervia*), actualmente en expansión en el sudeste ibérico, procede del norte de África.

Efectos. La introducción de especies exóticas provoca transformaciones ecológicas por alteración de las relaciones existentes y la formación de otras nuevas (ver Drake *et al.*, 1989) que se pueden considerar (o no) como negativas. Sin embargo, la globalización de las relaciones humanas deja poca opción a evitar las entradas de propágulos de especies "propias" de otros ecosistemas, a pesar de las medidas de control que adoptan las autoridades, sobre todo si se trata de organismos muy pequeños como bacterias o muchos insectos, o los que tienen diminutos propágulos, como los hongos. Sin duda, esto constituye un grave problema para la diversidad de especies en el planeta (ver Lövei, 1997), ya que la existencia de barreras ha sido uno de los factores que ha favorecido la generación de nuevas especies (como mostraron los estudios de Charles Darwin; ver Darwin, 1859) y su supresión tiene efectos contrarios, de uniformización.

Los procesos implicados en la invasión de exóticas no son esencialmente distintos de los que ocurren en la colonización por especies nativas (Huston, 1994). El efecto de las especies exóticas es hasta cierto punto previsible en función de sus atributos vitales y su comportamiento en el medio de origen: mecanismos de reproducción, cantidad de propágulos generados, tolerancia, talla, velocidad de crecimiento, longevidad, etc.; no obstante, cuando se carece de los conocimientos que da la presencia previa, existen mayores incertidumbres acerca del papel concreto de una especie, en especial debido a las novedosas interacciones con otros organismos. La dificultad para controlar las especies exóticas es tanto mayor cuantos más tipos de recursos sean capaces de aprovechar y lo hagan con más eficacia, más prolíficas sean, antes alcancen su madurez reproductiva y mejor dispersen los propágulos; en especial si son muy móviles, difíciles de localizar o capaces de reproducción vegetativa, características de las que apenas participan los árboles y en especial las coníferas, a pesar de que a veces se alerta de la invasión de especies como *Pinus radiata* (figura D.4.2.79).

Figura D.4.2.79. No se puede dogmatizar sobre un efecto general asociado al carácter de exótico, sino que éste es particular para cada taxon introducido y para cada medio que lo recibe.



A. Repoblación de *Quercus rubra*, con el suelo desnudo y erosionado, como en los hayedos en situaciones dinámicas semejantes (Oiartzun, Guipúzcoa).



B. En una zona próxima a la de las dos imágenes anteriores, con un medio geoclimático similar y un desarrollo de los árboles no muy diferente, bajo los alerces, que dejan pasar abundante luz, el suelo aparece encespedado y no se aprecia erosión en absoluto. Esta diferencia era previsible en función de la sombra que arrojan los árboles de cada especie; a pesar de que el alerce brota antes deja pasar mucha más luz (Rentería, Guipúzcoa).

Los efectos de la introducción de especies pueden abarcar todos los aspectos del ecosistema. Por ejemplo, eliminar el bosque (un nuevo patógeno o fitófagos que proliferen en exceso), pero también generar uno donde no lo había (predadores sobre los principales fitófagos; árboles que crecen más allá de los límites geoclimáticos para las especies nativas, como en Nueva Zelanda, donde Spurr y Barnes –1980- exponen cómo los pinos introducidos formarán eventualmente un nuevo límite arbóreo 300 m por encima de los *Nothofagus* del lugar). También pueden cambiar el régimen de renovaciones, generando estructuras más susceptibles frente a un determinado agente (ver D'Antonio y Vitousek, 1992), lo que, a su vez, modifica el ecosistema entero. En general, siempre que una parte clave del ecosistema se vea alterada, el resto también lo hace en una u otra manera, dado que todos los elementos están interconectados.

La formación de nuevos tipos de ecosistemas por combinaciones de especies inexistentes hasta el momento es una inevitable realidad que, por otra parte, no es ajena al funcionamiento "habitual" del ecosistema, como muestran, por ejemplo, las diversas combinaciones de táxones que se produjeron como consecuencia de sus movimientos tras las glaciaciones o, en general, debido a cambios climáticos (Lamb, 1977). La Península Ibérica no escapa, por supuesto, a esa realidad, y además ha actuado como un importante reservorio genético para la reconquista forestal de Europa tras las glaciaciones (ver, por ejemplo, Kremer *et al.*, 2002).

En la historia geológica este tipo de cambios también se dieron cuando tierras que permanecían aisladas se pusieron en contacto, como ocurrió con América del Sur y del Norte, que se unieron provocando extinciones masivas en la fauna del sur y modificaciones muy importantes en los ecosistemas: el "Gran Intercambio Americano", con varias fases en que sucesivas oleadas de placentarios norteamericanos iban abocando a la extinción a los marsupiales sudamericanos (Marshall, 1981; Huggett, 1998); probablemente, gracias a la más resistente dentición de los herbívoros del norte, éstos colaboraron a reducir la extensión de los bosques cerrados del Amazonas en ciertos periodos del Pleistoceno (Schüle, 1990).

En los montes ibéricos hay numerosos ejemplos de efectos poco deseables provocados por organismos exóticos. Entre las abundantes menciones que se hacen al respecto, destacamos las siguientes:

- El chancro del castaño, producido por un hongo, *Cryphonectria parasitica*, originario de Asia oriental e introducido en Europa desde Norteamérica, con plantas de *Castanea dentata* que pretendían servir para producir patrones de injerto resistentes a otra grave enfermedad, la tinta (Ruiz de la Torre, 1979).
- *Fusarium circinatum* causa el chancro resinoso de los pinos, detectado por primera vez en Estados Unidos. Este hongo afecta gravemente a *Pinus radiata* en diversos montes cantábricos. Otros árboles como *Pinus sylvestris*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. canariensis* y *Pseudotsuga menziesii* también son sensibles (ver Pintos *et al.*, 2006).
- Las cepas agresivas de otro hongo, *Ophiostoma novo-ulmi*, procedentes de América, han devastado las olmedas ibéricas.
- El nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*), que parece ser norteamericano en origen, está produciendo daños en Portugal, sobre *Pinus pinaster*, y amenaza con extenderse por el resto de la Península Ibérica. El nematodo utiliza como vector a especies del género *Monochamus*, que son cerambícidos xilófagos; en los montes ibéricos *M. galloprovincialis* sería el más difundido y por tanto el vector principal.
- El fuego bacteriano de las rosáceas, causado por una bacteria, *Erwinia amylovora*, de origen norteamericano, que todavía no ha alcanzado su máxima expansión y con daños que de momento se centran en plantas cultivadas, pero con un gran potencial de daño a especies forestales de géneros como *Pyrus*, *Malus*, *Crataegus* o *Sorbus*.
- La malvasía canela (*Oxyura jamaicensis*), de procedencia norteamericana, se está hibridando con la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), de forma que constituye una seria amenaza para su conservación.
- El visón americano (*Mustela vison*) supone una amenaza para la supervivencia del visón europeo (*Mustela lutreola*), debido a que es más grande, prolífico y oportunista (Palazón y Ceña, 2002).
- El coipú (*Myocastor coipus*), gran roedor de origen sudamericano, que habita regiones pantanosas, se está extendiendo por las tierras próximas al Golfo de Vizcaya y también afecta en Cataluña. Se trata de un herbívoro que produce daños a los cultivos agrícolas y a la vegetación de ribera.
- La rata gris (*Rattus norvegicus*), originaria de China, transmite enfermedades infecciosas.
- La hormiga argentina *Linepithema humile* se considera una de las más eficaces invasoras a nivel mundial: ya está repartida por zonas templadas de los cinco continentes y en la Península Ibérica está extendida por casi todo el litoral excepto la mayor parte del Cantábrico (ver Espadaler y Gómez, 2003). Desplaza a otras especies de hormigas; teniendo en cuenta la importancia de estos insectos en los ecosistemas terrestres tanto por su elevada biomasa como por la multitud de relaciones que establecen, se puede afirmar que su efecto será importante, afectando a la dispersión de semillas e incidiendo sobre las poblaciones de muchos otros animales, no sólo otros insectos, sino incluso vertebrados.
- Los eucaliptos en algunas zonas del suroeste ibérico (sobre todo en Extremadura con *Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus*) han producido una alteración del hábitat que en general no se ha justificado por su insuficiente rentabilidad económica.
- Algunas especies arbóreas exóticas tienen comportamientos invasores: *Acacia melanoxylon o A. dealbata* sobre todo en Galicia y Portugal, donde las zonas quemadas son también colonizadas por *Eucalyptus*; *Elaeagnus angustifolia* en el centro, sur y este; *Ailanthus altissima* y *Robinia pseudoacacia* en muchos sitios, fundamentalmente cerca de vías de comunicación (Meggaro y Vilà, 2002), pero también en otras zonas renovadas recientemente (tras cortas: Oria de Rueda, 1998). Estos ejemplos se refieren a especies colonizadoras y afectan sobre todo a lugares muy humanizados, de forma que el perjuicio que causan en muy relativo, ya que ayudan a evitar la erosión y promueven la reconstrucción del bosque.
- Diversas plantas crasas de origen americano (géneros *Opuntia*, *Agave* o *Yucca*) y sudafricano (*Aloë*) crecen en los montes ibéricos, en especial en zonas costeras del sur y el este.
- Invasiones por *Carpobrotus* aff. *acinaciformis* y *C. edulis*, plantas perennes con hojas suculentas, originarias del sur de África y utilizadas en jardinería. Algo semejante ocurre con la hierba de las pampas (*Cortaderia selloana*), que se comporta como invasora en el norte de España.
- *Senecio inaequidens*, herbácea de origen sudafricano, se extiende sobre pastizales y zonas removidas en muchas zonas de Europa occidental.
- *Buddleja davidii*, un arbusto originario de China, es capaz de colonizar medios en los que han actuado recientes eventos.

- Otros ejemplos de plantas exóticas que se tratan de eliminar en ciertos espacios son *Baccharis halimifolia*, *Myoporum* spp., *Acer negundo*, etc.
- Es sumamente difícil de evitar la difusión de virus, como bien prueban los problemas médicos globales. Con respecto a los montes ibéricos, es elocuente la afección a los conejos tanto del virus que producía la mixomatosis (originario de América), como la enfermedad hemorrágica vírica, que apareció por primera vez en 1984 en conejos domésticos en China (Silvestre *et al.*, 2004).

A la inversa, también existen especies del entorno ibérico que son exóticas en otras partes del mundo y que se intentan erradicar. Muchas herbáceas anuales se han extendido por otras zonas de clima mediterráneo del planeta, sustituyendo a las comunidades nativas (ver Rundel, 1998). Otro ejemplo con árboles son los pinos ibéricos en diversos lugares del Hemisferio Sur (Richardson, 2000): en particular *Pinus pinaster* y *P. halepensis* en Sudáfrica, en el Reino Floral Capense (van Wilgen *et al.*, 1990; Vega-Hidalgo, 2003), donde colonizan los matorrales allí existentes que se queman periódicamente, lo cual muestra la adecuación de estas especies de pino frente a renovaciones recurrentes por fuego, mientras la frecuencia no exceda de ciertos niveles; estos y otros pinos mediterráneos también son considerados invasores en Australia o Nueva Zelanda. *Alnus glutinosa* está calificado como invasor en varios estados del nordeste de Estados Unidos (Swearingen, 2006). También han tenido éxito en lugares lejanos arbustos como *Ulex* y *Genista* (ver, por ejemplo, López-González, 2002), muy buenos colonizadores y capaces de resistir un intenso régimen de renovaciones humanas. Animales como el ciervo (*Cervus elaphus*), el jabalí (*Sus scrofa*), la liebre europea (*Lepus europaeus*) o el conejo (Oryctolagus cuniculus), afectan seriamente a la vegetación nativa de los lugares donde han sido introducidos, como en el sur de Suramérica (Daciuk, 1978; Goodall, 1979; Veblen *et al.*, 1995).

Algunas especies introducidas en la Península Ibérica por el hombre forman en la actualidad parte de los ecosistemas ibéricos, con importantes efectos ecológicos que no son considerados siempre negativos, aunque a veces sí. Ejemplos de este tipo de especies son árboles como *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Robinia pseudoacacia* o *Pseudotsuga menziesii*, por citar algunos. El carácter de positivo o negativo depende del punto de vista adoptado: si se habla de producción de madera, o de reconstitución de bosques, el efecto es positivo; si se habla de aspecto de naturalidad, su efecto es negativo, por modificación de los paisajes tradicionales, aunque esto es algo muy dinámico, hasta el punto que ya se toma el conjunto de caseríos, prados y repoblaciones de *Pinus radiata* como el típico paisaje rural vasco (figura D.4.2.80).

Figura D.4.2.80. Los árboles exóticos tienen efectos que se pueden considerar positivos o no, según la perspectiva adoptada.



A. Rodal de *Pinus radiata* en la comarca de El Bierzo, tras la realización de la primera clara. Además de la restauración del arbolado, bajo el que se regeneran multitud de especies, más importante es el efecto indirecto de valoración social del bosque y disminución de incendios, que se traduce en una recuperación de la vegetación espontánea (San Juan de la Mata, León).



B. Talud de una carretera en el que se ha desarrollado *Robinia pseudoacacia*. Se trata de un magnífico colonizador, que "restaña heridas", recupera para el bosque terrenos erosionados (Carmona, Cantabria).



C. Paisaje de la costa vasca. Los pinares de *P. radiata* forman parte de su seña de identidad (Mutriku, Guipúzcoa).

Los principales efectos negativos de los árboles exóticos no son consecuencia directa de sus características específicas, sino del manejo que se hace de ellos: por ejemplo, los eucaliptares dominan unos ecosistemas muy simplificados, pero no es tanto por el efecto alelopático de los eucaliptos como por el tratamiento de que son objeto, con cortas a hecho que se repiten cada decena de años (ver apartado 3.3.4). Consideraciones semejantes cabe realizar respecto a las plantaciones de *Populus* x *canadensis* y de *Pinus radiata*, aunque en este último caso se tiende a turnos relativamente largos, que hacen posible no sólo la producción de una madera de más calidad, sino una mayor complejidad estructural y más diversidad de nichos. Si se permitiese evolucionar estos bosques, haciendo claras, matando parte de los árboles repoblados o simplemente sin actuar, el ecosistema resultante sería muy distinto, con gran capacidad de acogida para la fauna. Por otra parte, el uso masivo de estas especies, como ocurre en ciertas comarcas vascas, gallegas o portuguesas, constituye en sí mismo un hecho poco deseable, por la uniformización paisajística y ecológica, que se podría evitar con una planificación de usos en la que se desincentivase repoblar ciertas zonas como fondos de valle o crestas (figura D.4.2.81).

Ciertos efectos ecológicos de las especies exóticas se valoran positivamente. Un ejemplo lo representa el uso que hace el urogallo de los rodales pirenaicos de alerce; de todas formas, es posible la presencia de *Larix* hace unos 10.000 años en la Península Ibérica (concretamente en la costa Cantábrica: Uzquiano, 1995b), en un periodo en el que el hombre ya actuaba con cierta intensidad y produjo la eliminación de otras especies arbóreas y de grandes animales (ver apartado 4.2.12.4.1), lo que hace dudar sobre el carácter exótico del alerce en los Pirineos. En esta misma línea, otros árboles más claramente exóticos son usados como hábitat de especies relativamente escasas y en principio con un elevado grado de especialización en cuanto al hábitat, como el pico mediano (*Dendrocopos medius*), que necesita bosques maduros, sobre todo de roble (ver Winkler *et al.*, 1995; García-Fernández *et al.*, 2002), pero se ha encontrado nidificando sobre *Robinia pseudoacacia* (Álvarez *et al.*, 1985). Las grajas (*Corvus frugilegus*) crían sobre todo en choperas de repoblación (Olea *et al.*, 1997), básicamente de *Populus* x *canadensis*, un clon producido por el hombre, híbrido entre chopos europeos y americanos. En otros casos, el efecto ecológico positivo puede ser indirecto pero mucho más trascendente: así, las plantaciones de especies exóticas de

Figura D.4.2.81. Las repercusiones ecológicas negativas de los árboles exóticos en los montes ibéricos están asociadas a la selvicultura de tipo agrícola que reciben y al abuso de ellos en determinadas comarcas.



A. Tras la corta a hecho de la chopera se ha procedido al destoconado introduciendo una barrena. Posteriormente se subsolará para cortar las raíces. De esta manera se asegura que el legado de la anterior generación sea mínimo en lo que a propágulos se refiere. Así la sucesión no avanza: el ecosistema se mantienen constantemente rejuvenecido (Gordoncillo, León).



B. Sólo se ha dejado sin plantar eucaliptos unos pocos bancales cultivados alrededor de la aldea (Serra do Caramulo, Viseu, Portugal).



C. A nivel de macizo forestal y masa son aquí muy abundantes las repoblaciones de *Pinus radiata*. Al menos, al no haberse plantado los fondos de valle, en los que se asientan magníficos prados, aumenta la diversidad y el atractivo del paisaje (Ugarte-Berri, Guipúzcoa).

rápido crecimiento ayudan a cambiar la nefasta idea, extendida en ciertas zonas rurales, de que el bosque no es algo productivo y por tanto no importa que se destruya; el País Vasco, algunas comarcas gallegas, o la zona de Sancedo (León), son buena prueba de cómo árboles exóticos, a través de la producción de madera (y de setas), pueden ayudar a valorar el monte y como consecuencia a que no se produzca un uso irresponsable del fuego.

La invasibilidad. No todos los ecosistemas se muestran igualmente susceptibles a la invasión por exóticas. En especial, las áreas no muy extensas que han tenido una evolución separada del resto por barreras geográficas, son proclives a que la llegada de una nueva especie modifique de forma relevante las relaciones ecológicas: cuando los seres vivos conviven en espacios amplios deben hacer frente a muchas situaciones imprevistas, a veces generadas lejos (por ejemplo, la aparición de un nuevo depredador o un virus), lo que les convierte en más resistentes; además, la evolución tiene más oportunidades para crear organismos que aprovechen de forma más eficiente los recursos. Un caso típico es la introducción de especies en islas en las que la evolución se ha producido de forma independiente a los continentes: esto ha supuesto la extinción de seres vivos endémicos de las islas y un cambio global en el ecosistema. El conejo europeo ha producido alteraciones muy graves en Australia y otras zonas como el centro de Chile; en estos lugares, no sólo interfieren con la fauna local, sino que provocan cambios en la organización general del ecosistema contribuyendo, entre otros efectos, a mantener la vegetación en un estado abierto (Fuentes *et al.*, 1983; Hobbs, 1998), lo que, adicionalmente, favorece la invasión por plantas exóticas (Rundel, 1998).

El éxito de una especie exótica estriba en que ocupa un nicho no cubierto, o con menos eficacia, por las nativas. Además, al no haber evolucionado en la zona, el nuevo taxon tiene la ventaja inicial de carecer de patógenos o predadores específicos (tampoco organismos benéficos), aunque a medio y largo plazo esta falta de anteriores conexiones biológicas suele ser perjudicial: los mecanismos de control de poblaciones que ha generado la selección natural a lo largo del tiempo son una fuente de estabilidad.

La existencia de recursos no aprovechados facilita la invasión (Davis *et al.*, 2000). En los montes ibéricos es característico encontrar plantas exóticas en bordes de carreteras y, en general, zonas donde la vegetación preexistente no ha sido capaz de aprovechar con efectividad el espacio vegetativo liberado. Tanto los recursos como el aprovechamiento que los seres vivos hacen de ellos varían en tiempo y espacio, y hay muchas situaciones en las que una parte importante de los recursos permanece sin utilizar (por ejemplo, tras una renovación, en la fase de ocupación); por esto no es imprescindible que las exóticas difieran en gran medida de las especies nativas, ya que siempre que haya recursos libres podrán tener una oportunidad.

Debe llamar a reflexión el hecho de que Europa occidental parezca relativamente menos propensa que, por ejemplo, Norteamérica, a la invasión por especies exóticas (ver Lövei, 1997). En concreto, los bosques mediterráneos ibéricos, al menos en fases de desarrollo avanzadas, son por ahora relativamente resistentes a la invasión de plantas foráneas (Arroyo *et al.*, 2004). La relativa pobreza de la flora y fauna de Europa occidental podría hacer pensar que el principio de exclusión competitiva (ver: Gause, 1934; Hardin, 1960; Hutchinson 1965) no funciona bien, ya que, según él, la riqueza en especies debería servir para que el ecosistema fuese más resistente frente a la invasión de otros seres vivos, debido a la saturación de nichos. Una manera contraria de ver las cosas es que, al haber pocas especies, éstas tienen entre ellas lazos de relación más fuertes y, por tanto, más difíciles de modificar por otras especies. Lo que sí está claro es que las relaciones entre diversidad y estabilidad distan de ser sencillas de establecer, seguramente porque ambos conceptos aluden a "propiedades externas o periféricas del ecosistema, y cualquier relación empírica entre ellos es consecuencia de su dependencia común de propiedades más fundamentales del ecosistema" (Margalef, 1980a).

Una hipótesis que podría explicar la mayor resistencia de los ecosistemas europeos frente a la invasión por especies exóticas, sin recurrir a las resbaladizas relaciones entre diversidad y estabilidad, se apoyaría en su mejor adecuación al régimen de renovaciones provocado por el hombre y, en general, a una historia previa en la que los más variados efectos de las actividades humanas han sido parte protagonista; argumento que ayuda a explicar la gran capacidad invasora de muchas especies del contorno del Mediterráneo (ver Naveh, 1998). Al final, esta línea de razonamientos, como tantas otras a lo largo del libro, nos conduce a la conclusión de que hay pocas propiedades inherentes a los ecosistemas, independientes de su entorno: la invasibilidad de las comunidades varía en función de las situaciones concretas por las que pasa y no es un atributo fijado (Davis *et al.*, 2000).

4.2.12.4.4. Inducción de cambios genéticos

El profundo efecto de las actividades humanas en los ecosistemas, prolongado durante milenios, conlleva, inevitablemente, cambios genéticos en las poblaciones de seres vivos. Estos cambios afectan al acervo genético de las especies y dan lugar a otras nuevas si son de suficiente entidad. Las modificaciones genéticas serán en principio tanto mayores cuanto más intensa haya sido la influencia del hombre y cuanto más tiempo haya durado. El efecto se producirá tanto en el sentido de producir nuevas variedades como en el de eliminarlas: es claro que si el hombre ha hecho desaparecer especies, habrá hecho lo mismo, y en mayor medida, con subespecies, razas o variedades locales. Además, el régimen de renovaciones impuesto por el hombre ha favorecido ciertos genotipos frente a otros. Falta por cuantificar el alcance de estos cambios genéticos en las especies forestales motivados por las actividades humanas (figura D.4.2.82).



Figura D.4.2.82. Aunque este robledal resulta "muy bueno" para los estándares ibéricos, ha sido quemado (la última vez hace unos 30 años; se ve a la izquierda restos de un roble carbonizado) y floreado, cortando los mejores pies (a la derecha se ven un tocón de 1,15 m. de alto, fruto de que se cortaba con tronzador, sierra manejada por dos personas: era más cómodo por no agacharse y porque la parte baja es más dura). Los árboles más viejos son de mala calidad porque eran los que no sirvieron para madera y porque están afectados por incendios. Las generaciones más jóvenes están mejor conformadas, gracias a que en las últimas décadas se ha dejado "descansar" al robledal (Siero de la Reina, León).

La flora de los lugares más afectados desde antiguo por el hombre muestra en gran medida características inducidas por efectos antropogénicos (ver Schüle, 1990). Es necesario tener en cuenta que últimamente se ha impuesto la idea de que los cambios genéticos pueden ser mucho más rápidos de lo que se pensaba (Terradas, 2001). El hombre ha tenido ocasión de intervenir al menos en la configuración de parte de los caracteres morfológicos de las especies que observamos hoy día. Huntley y Webb III (1988) exponen cómo algunas de las características de los árboles europeos se han generado en el Cuaternario, periodo que en buena parte ya ha sido influido por el hombre, en especial a través de la alteración en el régimen de renovaciones.

En relación con lo expuesto, se considera que la vegetación mediterránea tuvo su origen en las fluctuaciones estacionales de la humedad que se iniciaron en el temprano Plioceno, con progresivos incrementos en frecuencia y amplitud desde el tardío Plioceno hasta el Pleistoceno. Pero la composición precisa de la vegetación mediterránea se estableció hace unos 7.000 años, controlada primariamente por las actividades humanas de aclarado y quema de la vegetación (Pons y Suc, 1980; Suc, 1984; Ritchie, 1986; Naveh, 1975); de forma que la vegetación mediterránea actual es una variante, inducida en parte por el hombre, de otra previa hoy día inexistente. De todas formas, el contorno del Mediterráneo tiene la flora "menos mediterránea" de entre las regiones que tienen este clima en el globo: en América, África y Australia, el clima mediterráneo ha persistido durante muchos millones de años, mientras que en el contorno del Mediterráneo la historia ha sido mucho más compleja, con periodos en los que se ha desecado (Hsü, 1983) y con la decisiva acción del hombre al menos desde hace un millón de años; por eso, lo que hoy denominamos vegetación mediterránea es producto de una historia muy compleja (Schüle, 1990).

Un indicio muy revelador de la importancia de las actividades humanas en la configuración genética actual de la flora del contorno del mar Mediterráneo es la gran resistencia y resiliencia que muestra esta vegetación frente a cortas, quemas, cultivo agrícola y pastoreo, que durante milenios han sido ubicuos e intensos como en ningún otro lugar del planeta. Otro indicio en este sentido es el gran poder invasor que muestran las plantas de la Cuenca Mediterránea en otras zonas del globo con clima semejante (Groves y di Castri, 1991), en particular cuando el hombre europeo las ha colonizado. Los ecosistemas de California (Heady, 1977) y el centro de Chile (Gulmon, 1977) han sido invadidos masivamente por especies del contorno mediterráneo, especialmente herbáceas anuales, cuando los europeos impusieron un nuevo régimen de renovaciones semejante al que habían usado en sus tierras de origen. Por ejemplo, en California, las praderas estaban dominadas por especies nativas perennes, pero tras la llegada de los europeos, con su uso extensivo del ganado, se pasó a un ecosistema en el que dominan las exóticas anuales procedentes de la Cuenca Mediterránea (Marañón, 1994; Rundel, 1998); el éxito de estas especies en un nuevo medio lo han logrado merced a la implantación de un nuevo régimen de renovaciones al que estaban preadaptadas, a través de unas características vitales (gran producción de semillas, baja relación raíces y parte aérea, etc.; ver Jackson, 1985) que las convierten en muy competitivas en medios muy influidos por los humanos. También en Sudáfrica (van Wilgen *et al.*, 1990) y el sur de Australia (Groves, 1998) los cambios ecológicos causados por la introducción de especies animales y vegetales del área del Mediterráneo han sido importantes y suponen una amenaza para la conservación de las especies nativas. Sin embargo, en el contorno del Mediterráneo la invasión de especies exóticas es muy moderada, lo que no deja de ser otro indicio complementario. La hipótesis lógica que se puede formular a partir de estas observaciones es que las civilizaciones milenarias de ese contorno del Mediterráneo han generado unas condiciones que se han mantenido el tiempo suficiente como para influir en la evolución genética y crear, involuntariamente, una serie de especies capaces de resistir, como ninguna otra en el globo, un régimen de renovaciones muy intenso (figura D.4.2.83).



Figura D.4.2.83. Piña serótina de 11 años, directamente sobre el tronco del pino carrasco (*P. halepensis*). La presencia de este tipo de piñas es indicativa de la acción recurrente de incendios en tiempos evolutivos (Porta-Coeli, Valencia).

Para Naveh (1998), las actividades milenarias del hombre en la Cuenca Mediterránea explican la riqueza de esta zona en estirpes de plantas herbáceas, muchas de ellas anuales que dependen para su supervivencia de la continuidad de las acciones humanas que caracterizaban el sistema agrario tradicional. Antes de la decisiva acción del hombre, la de los grandes fitófagos (en su mayor parte extintos) también contribuiría a generar los espacios abiertos en los que evolucionaron muchas herbáceas. En la Península Ibérica existe un predominio de terófitos y hemicriptófitos, y los fanerófitos representan sólo entre un 7 y un 9% del total de la flora (López-González, 2002).

El hombre, al seleccionar prioritariamente individuos con unas características que le interesaban por algún motivo, ha favorecido el desarrollo de ciertas líneas evolutivas, en detrimento de otras que no han tenido esa oportunidad. En ocasiones los efectos del hombre son sutiles, pero trascendentes. Por ejemplo, las encinas que pueblan actualmente los montes ibéricos, no sólo han sido beneficiadas respecto al resto de las especies arbóreas, sino que son el resultado de una selección que ha durado siglos, en la que se ha dado prioridad a los árboles que producían más bellotas y más dulces.

Son innumerables los ejemplos de razas, ecotipos y en general variedades genéticas a los que ha dado lugar el hombre a través de su manejo milenario, tanto en plantas como en animales domésticos. Riqueza que, desgraciadamente, se está perdiendo a gran velocidad, debido a la globalización, por la extensiva utilización de las variedades más productivas, con una visión a corto plazo que limita las posibilidades futuras: lo que hoy día es poco valorado por su escaso rendimiento puede ser muy apreciado en el futuro por diversas características; la desaparición de razas como la vaca mantequera leonesa (que producía muy poca leche pero con un elevadísimo contenido en materia grasa) o los cerdos lermeños (Oria de Rueda, 1996) ejemplifican este mal manejo. La preservación del patrimonio genético acumulado en variedades generadas por el manejo milenario del hombre debe ser una prioridad de las políticas de conservación.

A pesar del indudable efecto del hombre, la distribución de los atributos genéticos de las principales especies forestales parece determinada principalmente por grandes cambios climáticos y los movimientos asociados (Kremer et al., 2002). De todas formas, el movimiento de muchos seres vivos tras las glaciaciones se realizó en un contexto de movilidad de los grupos humanos, por lo que es difícil discriminar el efecto del hombre. En los últimos siglos, y de forma particular en las pasadas décadas, la influencia del hombre en la configuración genética de las poblaciones se ha incrementado de forma espectacular. Una de las asignaturas pendientes de la gestión forestal en la Península Ibérica es lograr implantar sistemas que garanticen un adecuado uso de la riqueza genética y su preservación para el futuro.