

APÉNDICE DE IMÁGENES Y FOTOS

A continuación se incluye una serie de fotografías y figuras en color que junto con el breve texto que las acompaña complementa la información contenida en los distintos capítulos del libro. El primero de los números de cada fotografía o imagen alude al capítulo con el que guarda mayor relación y el segundo número es simplemente una ordenación secuencial de cada grupo de imágenes.



Imagen Presentación. GLOBIMED es una red temática española que reúne científicos de catorce centros de investigación interesados en el cambio global y la biodiversidad de los ecosistemas mediterráneos. Su objetivo general es doble: por un lado coordinar las actividades científicas de los distintos grupos y por otro contribuir al establecimiento de una red de localidades donde se haga investigación ecológica a largo plazo, en el espíritu de la red internacional ILTER (International Long Term Ecosystem Research). Mas información puede obtenerse en la página web <http://www.globimed.net>.

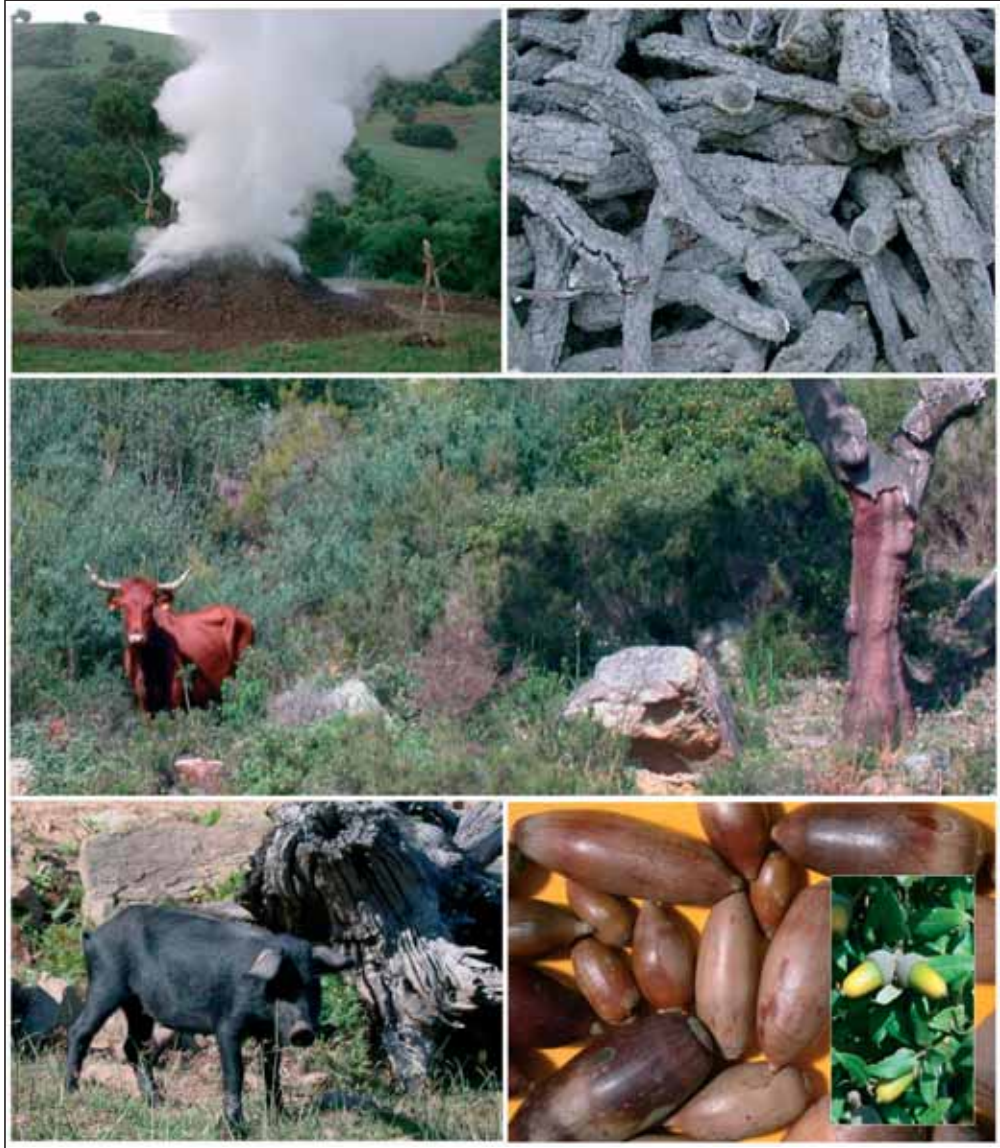


Imagen 1.1. El abandono de los usos tradicionales del bosque mediterráneo (por ejemplo, ganadería extensiva bovina y porcina, producción de carbón, madera, corcho y bellota) está llevando a grandes cambios en la estructura y función de estos ecosistemas forestales. En la conservación y gestión sostenible del bosque mediterráneo debe tenerse en cuenta que éste ha estado influido por las actividades humanas desde tiempos prehistóricos y que muchas de sus características actuales sólo son posibles con un cierto nivel de intervención humana. Autor Fernando Valladares.



Foto 1.2. El aprovechamiento histórico por el hombre, dentro de condiciones ambientales homogéneas, da lugar a tipos paisajísticos muy contrastados. En la imagen se muestra el contraste de dos tipos paisajísticos, la mancha de monte mediterráneo superviviente al aclareo y la dehesa, donde el aprovechamiento supone una alteración sustancial de los rasgos de los que depende la regeneración y la diversidad del sistema forestal. Autores Fernando Pulido y Mario Díaz.



Foto 3.1. Frutos de *Frangula alnus baetica*. Autor A. Hampe.

Foto 3.2. Plántulas de *Frangula alnus baetica* emergiendo sobre arenas en la orilla del río; algunas están muertas por la sequía. Autor A. Hampe.



Foto 3.3. Frutos de *Pistacia lentiscus*. Autor M. Verdú.



Foto 3.4. Plántulas de *Pistacia lentiscus*. Autor M. Verdú.



Foto 3.5. Plantas de *Pistacia lentiscus* colonizando una zona abandonada de huertas. Autor M. Verdú.

Foto 3.6. Plántula de *Quercus
suber*. Autor T. Marañón.



Foto 3.7. Bosque mixto de *Quercus suber* y *Q. canariensis* en la Sierra del Aljibe, Cádiz. Autor T. Marañón.



Foto 3.8. Ejemplar de *Quercus canariensis* en el valle del Montero, Cádiz. Autor T. Marañón.



Foto 5.1. *Hedera helix*. Yemas vegetativas iniciando la brotación. Zaragoza: Murillo de Gállego, 460 m, 17-abril-2002. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.2. *Fraxinus angustifolia*. Dolicoblasto vegetativo y frutos en desarrollo. Huesca: Los Corrales, 550 m, 17-abril-2002. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.3. *Cistus laurifolius*. Dolicoblastos reproductivos y vegetativo en desarrollo. Zaragoza: Luesia, 780 m, 1-junio-1999. Autor Gabriel Montserrat-Martí.

Foto 5.4. *Cistus laurifolius*. Dolicoblastos reproductivos y vegetativo recientemente desarrollados con hojas secas de la cohorte del año anterior. Zaragoza: Luesia, 780 m, 5-julio-1999. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.5. *Amelanchier ovalis*. Braquiblastos vegetativos y reproductivos con frutos y algunas hojas senescentes. Zaragoza: Luesia, 780 m, 2-julio-2001. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.6. *Pistacia lentiscus*. Dolicoblastos en desarrollo e inflorescencias con frutos en estado de latencia. Zaragoza: Murillo de Gállego, 460 m, 4-julio-2001. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.8. *Bupleurum fruticosum*. Inflorescencias en yema floral avanzada y numerosas hojas secas de la cohorte del año anterior. Zaragoza: Orés, 760 m, 2-julio-2001. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Foto 5.7. *Pistacia lentiscus*. Hojas senescentes en tallos portadores de frutos todavía inmaduros. Zaragoza: Murillo de Gállego, 460 m, 6-septiembre-2001. Autor Gabriel Montserrat-Martí.



Imagen 6.1. El agua es un factor limitante en los ecosistemas forestales mediterráneos. Los cada vez mas escasos lugares donde abunda el agua son en general muy valiosos como reservas de biodiversidad. Tal es el caso de los “canutos” (pequeños arroyos encajados y umbrosos) del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga), donde se refugian especies relictas de épocas y climas pasados como el ojaranzo (*Rhododendron ponticum*, flores rosadas en la imagen), el arraclán (*Frangula alnus*) y el acebo (*Ilex aquifolium*). Autor Fernando Valladares.



Foto 7.1. Experimento factorial de la respuesta de 4 especies de *Quercus* a tratamientos de luz y agua. Vista general del diseño experimental en el invernadero de la Universidad de Córdoba. Autor J. L. Quero.



Foto 7.2. Detalle de una plántula de *Quercus pyrenaica*, con tratamiento de luz sin sombreado y de riego por goteo. Autor J. L. Quero.



Foto 7.3. Instalación para medir la fotosíntesis con un analizador de intercambio gaseoso IRGA modelo Ciras-2, PP-System. Autor J. L. Quero.

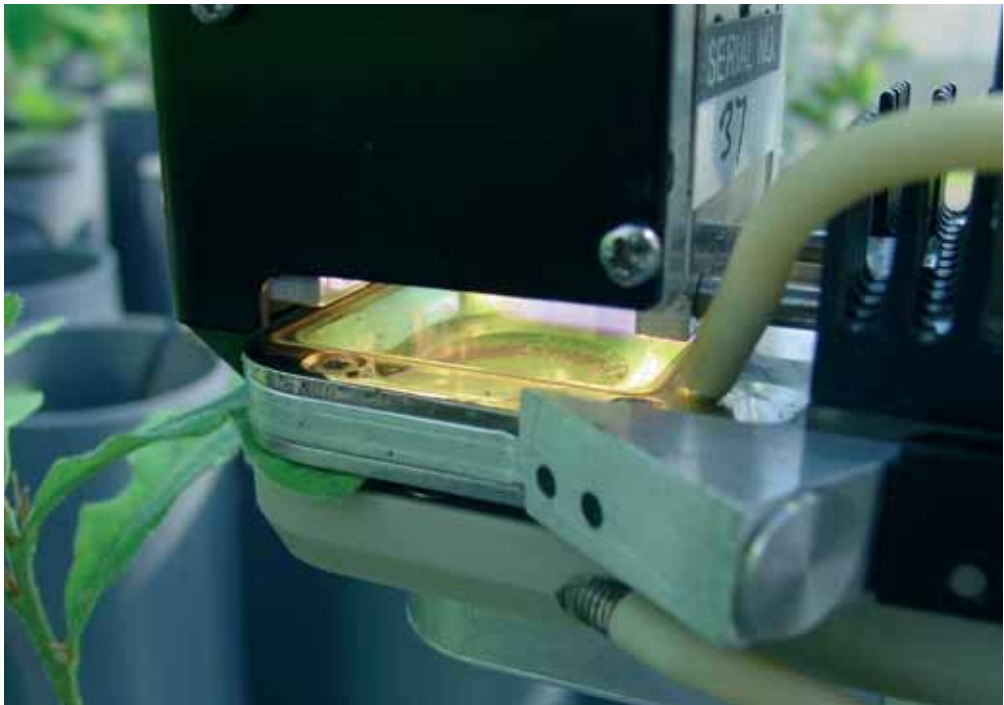


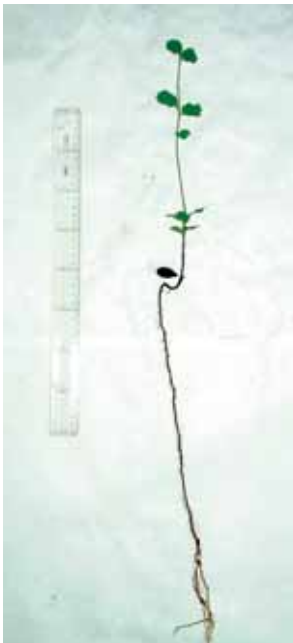
Foto 7.4. Detalle de la cámara del IRGA y la fuente de luz artificial. Autor J. L. Quero.



Foto 7.6. Crecimiento de plántulas de *Quercus pyrenaica* en tres niveles de luz. De izquierda a derecha: sombra densa 3 %, sombra parcial 25 % y luz 100%. Autor J. L. Quero.

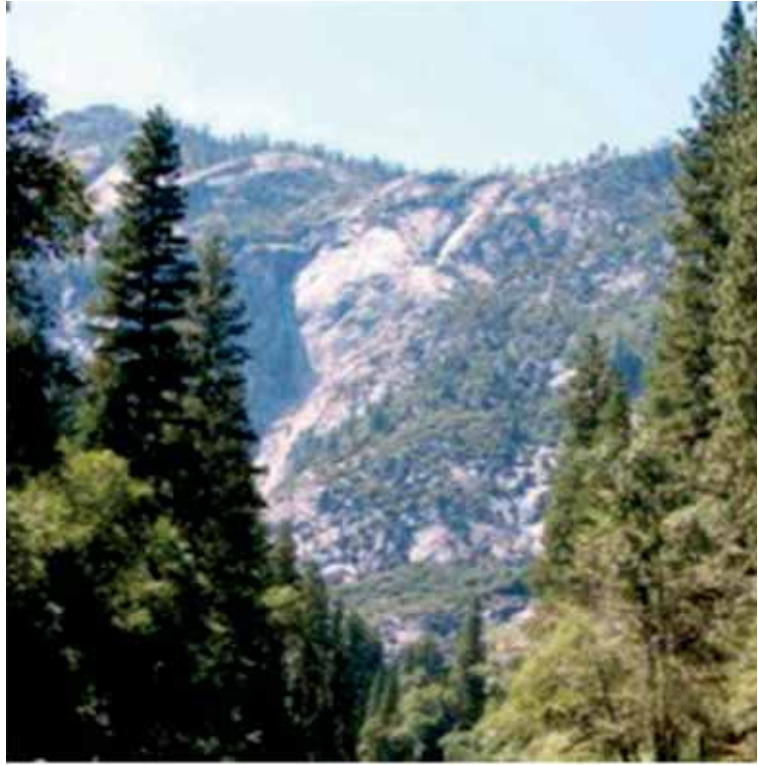


Foto 7.5. Crecimiento de plántulas de *Quercus ilex* en tres niveles de luz. De izquierda a derecha: sombra densa 3 %, sombra parcial 25 % y luz 100%. Autor J. L. Quero.



Fotos 7.7. A, B y C. Parte aérea y subterránea de plántulas de *Quercus ilex* crecidas en condiciones de sombra densa A, sombra parcial B y luz C. Autor J. L. Quero.

Foto 10.1. Las masas forestales y arbustivas emiten grandes cantidades de compuestos orgánicos volátiles precursores de aerosoles (aire “azulado”). Autores Josep Peñuelas y Joan Llusà.



50 °C



No fumigado



Fumigado con isopreno o terpenos

Foto 10.2. Protección de las encinas ante las altas temperaturas conferida por la fumigación con isopreno o con monoterpenos. Autores Josep Peñuelas y Joan Llusà.



Foto 11.1. Vista general de la colonización vegetal espontánea en desmontes de minería tras más de 20 años de abandono en Almohaja (Teruel), Mayo 2003. Destacan en verde claro las matas de gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) que con su desarrollo horizontal contribuyen a fijar el sustrato. Autor Patricio García-Fayos.



Foto 11.2. Detalle de la colonización vegetal espontánea en desmontes de minería tras más de 20 años de abandono en Almohaja (Teruel), Mayo 2003. Autor Patricio García-Fayos.



Foto 11.3. Vista general de la pérdida de protección del suelo un año después de la roza del matorral en pinares de pino rodeno (*Pinus pinaster*) y detalle de la pérdida de protección del suelo en Monte Pina (Castellón), Mayo 2003. A pesar del esfuerzo por eliminar la competencia, las especies rebrotadoras como la gayuba mantienen sus poblaciones. Autor Patricio García-Fayos.



Foto 11.4. Protección del suelo ejercida por el matorral en pinares no rozados en el Cerro de San Ginés (Teruel), Mayo 2003. Sólo cambia la especie de pino, en este caso pino negro (*Pinus nigra*) respecto a la fotografía 11-3. Adicionalmente, el gran desarrollo de la gayuba permite proteger asimismo los taludes de la pista forestal. Autor Patricio García-Fayos.

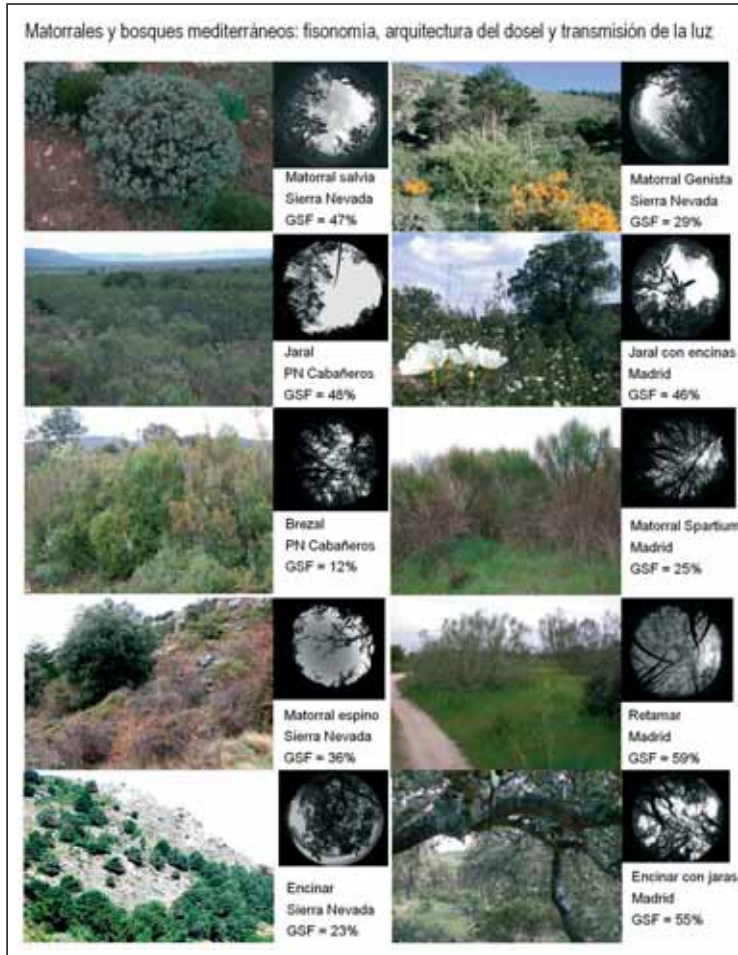


Imagen 12.1. Absorción y transmisión de la luz por el dosel de diversos matorrales y bosques mediterráneos de la Península Ibérica. En cada caso se muestra una foto del aspecto de la vegetación, una fotografía hemisférica en blanco y negro del dosel realizada bajo el mismo, y datos sobre la localidad, vegetación y transmisión de la luz (GSF, *global site factor*, fracción de radiación global disponible bajo el dosel expresada como porcentaje respecto a la que se recibe en el exterior del dosel). La transmisión media de la luz se ha estimado mediante el análisis de un mínimo de 50 fotos de cada formación, analizadas mediante el programa Hemiview (Delta T, Reino Unido). Autor Fernando Valladares.

Foto 12.2. Las discontinuidades del dosel permiten el paso de la luz solar directa, generando un incremento brusco y generalmente breve y poco predecible de la radiación que llega al sotobosque. Estos destellos de sol o *sunflecks* suponen un recurso potencialmente importante para las plantas que crecen a la sombra, pero también un posible factor de estrés si son muy largos e intensos y van asociados con calor y sequía. La foto muestra varios destellos de sol incidiendo sobre la vegetación del sotobosque de un alcornocal semi-natural en Cádiz. Autor Fernando Valladares.





Imagen 12.3. La luz solar directa que atraviesa el dosel del bosque genera una gran heterogeneidad espacial, con zonas próximas entre sí que reciben radiaciones de hasta dos órdenes de magnitud diferentes. Este patrón espacial de heterogeneidad que varía durante el día y a lo largo de las estaciones permite la coexistencia de especies de requerimientos lumínicos diferentes. Ambas imágenes proceden de alcornoques semi-naturales del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga). Autor Fernando Valladares.



Foto 12.4. La caída de un árbol genera un claro e implica un brusco cambio en la disponibilidad lumínica en el sotobosque. Estos claros son rápidamente aprovechados por helechos, zarzas y plantas trepadoras que con su rápido crecimiento lo hacen intransitable en poco tiempo. Con el cierre del claro, el sotobosque recobra su estructura y composición habitual. La foto muestra un claro en un alcornocal cuya explotación ha sido abandonada hace algunas décadas. Autor Fernando Valladares.



Foto 12.5. El sotobosque constituye la reserva de biodiversidad y la base para la regeneración natural del bosque al albergar el banco de semillas y plántulas. En el sotobosque coexisten especies tolerantes de sombra y plántulas que sobreviven con dificultad a la sombra y que aguardan una mayor disponibilidad de luz para crecer. En el sotobosque se encuentran especies endémicas o de singular rareza, pero también puede servir de asentamiento a especies exóticas introducidas voluntaria o involuntariamente con las actividades humanas, alguna de las cuales pueden convertirse en invasoras. La foto muestra el suelo de un alcornocal gaditano donde en menos de un metro cuadrado se encuentran plántulas de numerosas especies: hiedra (*Hedera helix*), rusco (*Ruscus aculeatus*), rubia (*Rubia peregrina*) y zarzaparrilla (*Smilax aspera*) entre otras. Autor Fernando Valladares.



Foto 12.6. La sombra del sotobosque favorece en ocasiones la expansión de especies exóticas que pueden convertirse en invasoras. En la foto puede observarse el suelo cubierto por uña de gato (*Carpobrotus* aff. *acina-ciformis*), una planta del sur de África muy empleada en jardinería en las zonas costeras que penetra en el sotobosque de formaciones naturales como este pinar de pino blanco (*Pinus halepensis*) con lentisco (*Pistacia lentiscus*) en Son Serra (Mallorca). Autor Fernando Valladares.



Foto 14.1. Ejemplo de madera de poro difuso (*Quercus faginea*). La barra blanca indica la escala (1 mm). Autor Jesús Julio Camarero.



Foto 14.2. La fragmentación es un rasgo habitual de los abetares y hayedo-abetares de los Pirineos occidentales españoles y se vuelve evidente en invierno, cuando las hayas pierden sus hojas. Barranco de las Eras, próximo a Gamueta (Huesca). Autor Jesús Julio Camarero.

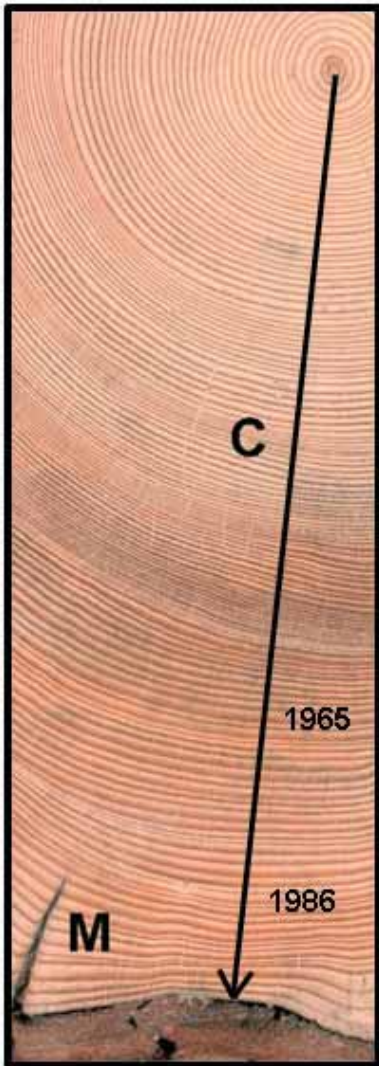


Foto 14.3. Rodaja de abeto procedente de Aragüés del Puerto (Huesca) en la que se observa siguiendo la flecha dibujada: un período de escaso crecimiento radial (C), varios anillos estrechos (1965, 1986) y un haustorio de muérdago próximo a la corteza (M). Desde la médula a la corteza se contaron 145 anillos en 15 cm, formándose el anillo más reciente en el año 2000. En 1986 comenzó a observarse el decaimiento de abetares en la zona. Autor Jesús Julio Camarero.



A.



B.

Foto 14.4. El abeto (*Abies alba*) presenta síntomas visibles de decaimiento (coloraciones rojizas, puntisecado, pérdida de área foliar) en diversas poblaciones del pirineo navarro y aragonés: A, Paco Ezpela (Ansó, Huesca); B, Paco Mayor, Jasa (Huesca). Los individuos afectados presentan acículas marrones o incluso rojizas en casi toda la copa así como alteraciones del crecimiento, señales que anuncian la muerte del árbol. Autor Jesús Julio Camarero.

Recurrencia de incendios >30 ha 1975-1995

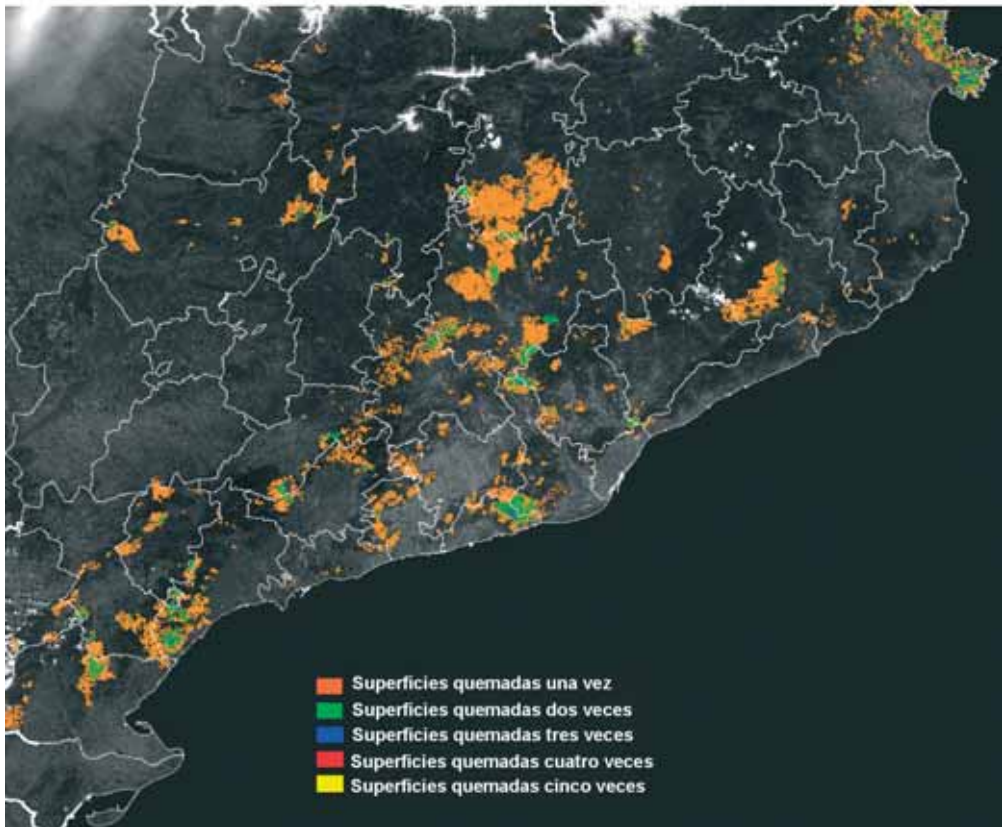


Imagen 15.1. Recurrencia de los incendios forestales en Cataluña entre 1975 y 1995. (De Diaz-Delgado et. al., 2002).

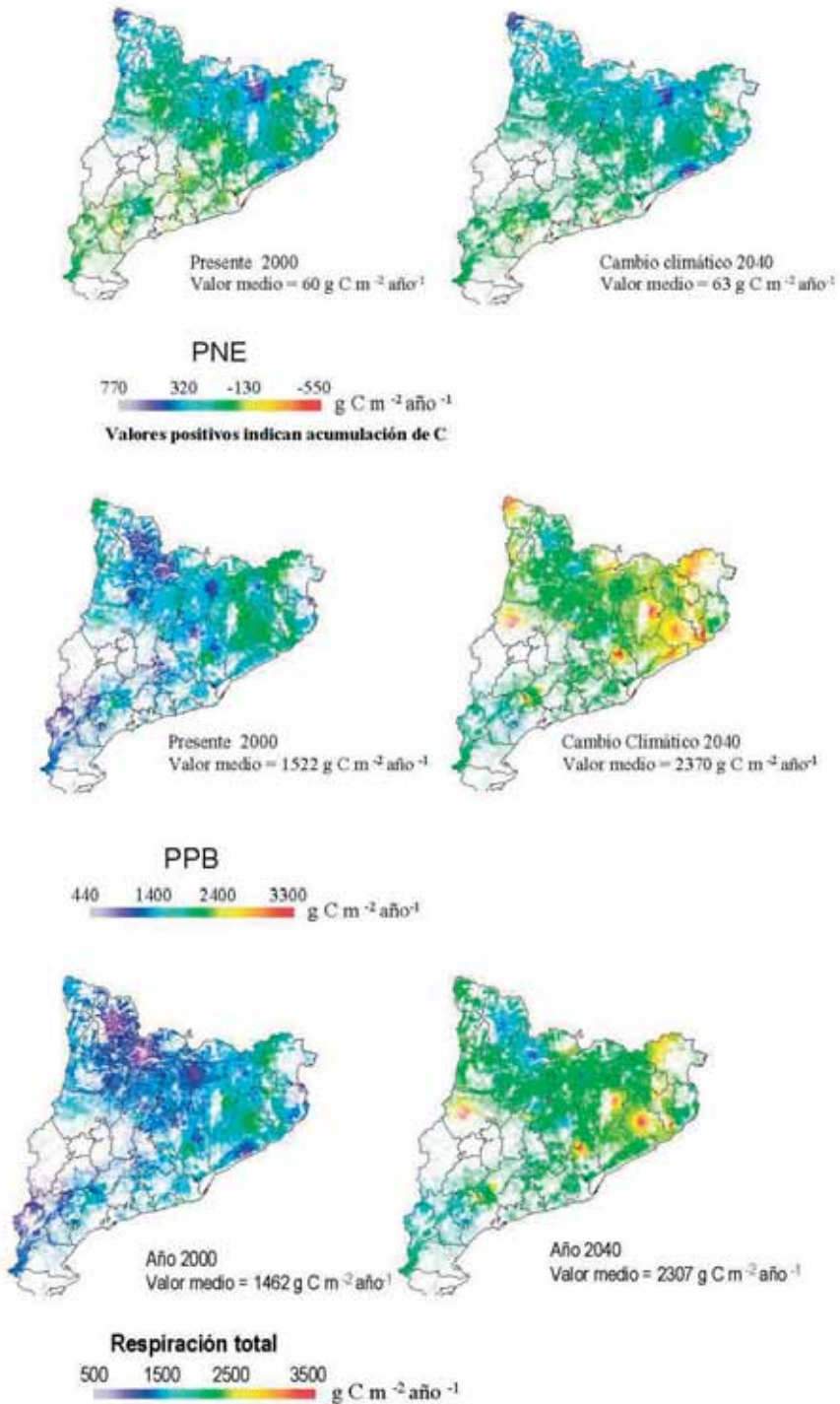


Imagen 15.2. Representación cartográfica de los resultados del análisis simulador esquematizado en la Fig. 15.14 para simular la situación actual y la esperable en el 2040 en los ecosistemas forestales de Cataluña. a) Producción neta del ecosistema (PNE). b) Producción primaria bruta (fijación del carbono PPB). c) Respiración total del ecosistema.

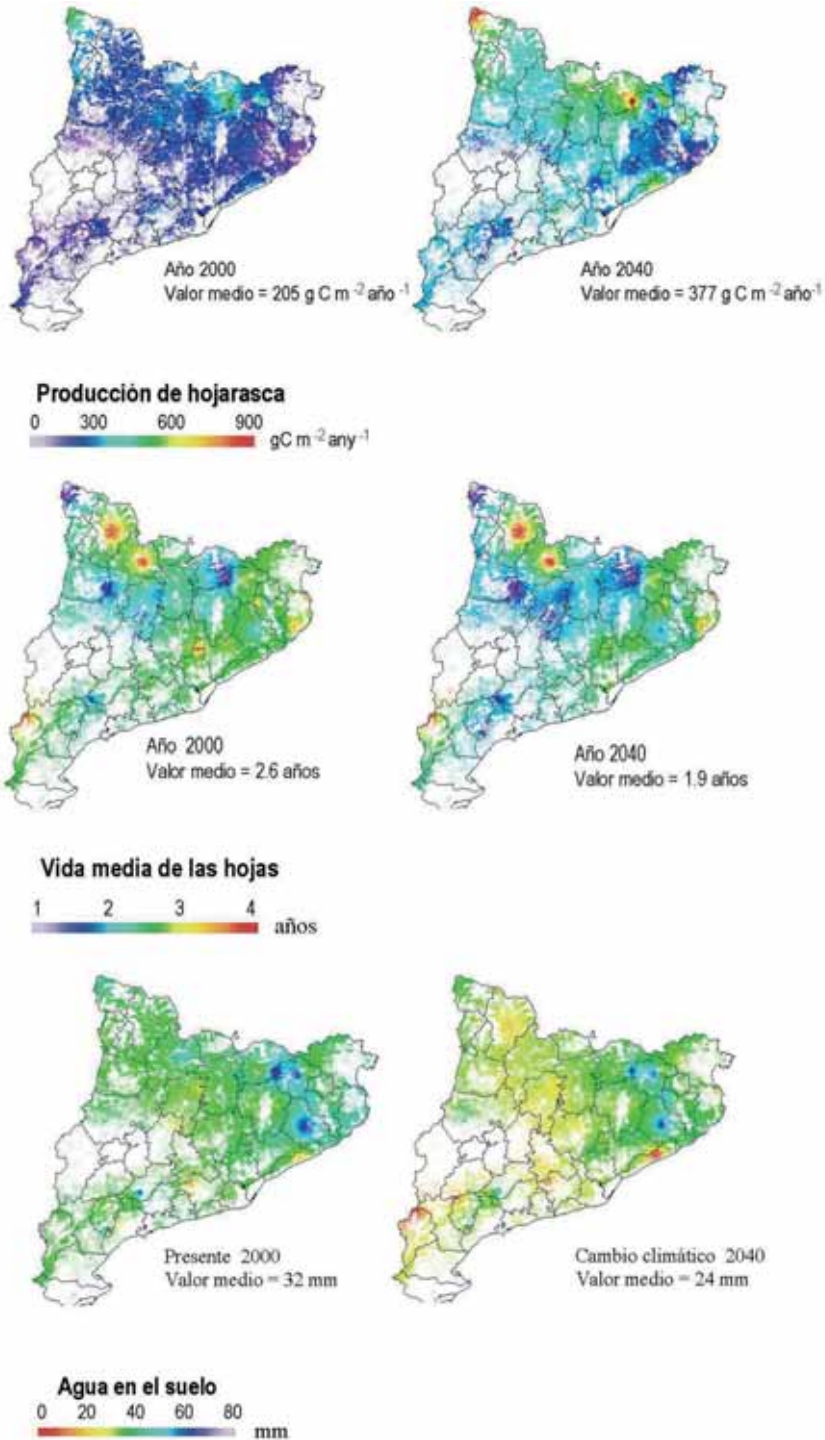


Imagen 15.3. Representación cartográfica de los resultados del análisis simulador esquematizado en la Fig. 15.14 para simular la situación actual y la esperable en el 2040 en los ecosistemas forestales de Cataluña. a) Producción de hojarasca. b) Vida media de las hojas. c) Reserva hídrica en los suelos forestales.

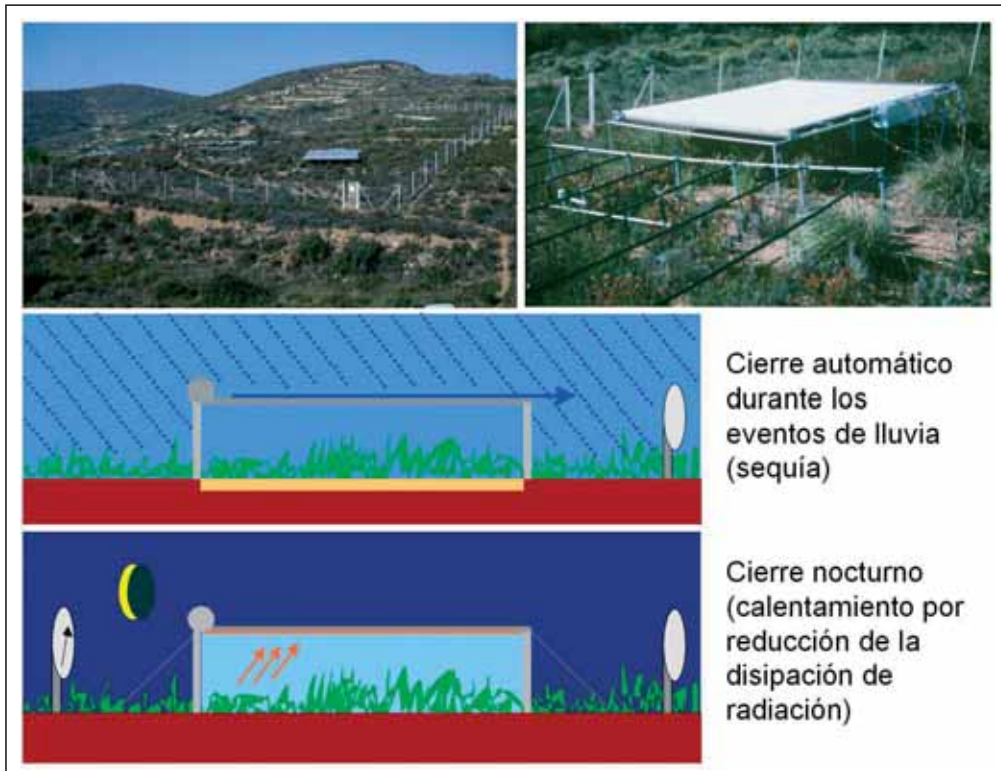


Imagen 15.4. Instalaciones para la simulación experimental del cambio climático en matorrales de *Erica* y *Globularia* en el Garraf (Barcelona). La sequía se logra mediante un toldo de plástico que se cierra durante los episodios de lluvia y el calentamiento se simula mediante un toldo que se cierra de noche para reducir la disipación de la radiación acumulada durante el día. Autor Josep Peñuelas.



Foto 17.1. Las claras son cortas que se realizan en la fase juvenil de las masas forestales con la doble finalidad de mejorar los árboles que quedan en pie, y la de obtener productos comerciales. En la foto puede observarse una clara con retirada del 30 % del área basimétrica de un rodal de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) en Garde (Pirineo navarro). Autor Bosco Imbert.



Foto 17.2. La retranslocación de nutrientes consiste en la reabsorción o transferencia de nutrientes solubles del tejido envejecido a través del floema, por ejemplo, desde las hojas senescentes a las ramas. El porcentaje de retranslocación media puede calcularse como: $((\text{concentración media en hoja verde} - \text{concentración media en hoja senescente tras la abscisión}) / (\text{concentración media en hoja verde})) \times 100$. En la foto puede apreciarse la recogida de material verde en un rodal de pino silvestre en Aspuz (Pirineo navarro). Autor Bosco Imbert.



Foto 17.3. El desfronde consiste en el proceso de caída de hojas, ramas, corteza, frutos, etc. procedentes principalmente del dosel arbóreo. Este material vegetal se recoge por medio de cestas o trampas de hojarasca, generalmente, con malla de 1 a 2 mm. En la foto puede apreciarse una trampa en Aspurz (Pirineo navarro). Autor Bosco Imbert.



Foto 17.4. La trascología es el flujo de agua de lluvia o nieve que atraviesa el dosel arbóreo hasta llegar al suelo (no incluye el agua que resbala por los troncos). El agua que llega al suelo tiene una composición química diferente, ya que ha arrastrado deposición seca y lixiviados de las plantas, y ha perdido nutrientes tras ser absorbidos por las plantas. Autor Bosco Imbert.



Foto 17.5. Uno de los métodos más utilizados para determinar las tasas de descomposición, especialmente cuando se quiere comparar distintos tratamientos, es el de las bolsas de descomposición. Las pérdidas de peso a lo largo del tiempo suelen ajustarse bien a un modelo exponencial simple. En la foto pueden verse bolsas de descomposición conteniendo acículas de pino silvestre en Garde (Pirineo navarro). Autor Juan Blanco.



Imagen 18.1. La revegetación y la repoblación forestal comienza con la producción de planta en vivero. Las bandejas comerciales con alvéolos de 200-300 cm³ permiten la producción industrial de planta y abaratan su transporte y manipulación. Pero el sistema radicular se ve muy afectado y en ocasiones es preciso emplear contenedores especiales. Diversas especies de los géneros *Quercus* y *Pinus* (en las imágenes de la segunda fila, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*, *Q. ilex*, *Q. coccifera* y *P. halepensis* de izquierda a derecha) son, con gran diferencia, las que se producen en mayor cantidad en los viveros españoles. Existen numerosas incertidumbres técnicas sobre la producción en vivero de árboles y arbustos mediterráneos, particularmente de aquellos poco habituales en los proyectos. La calidad de la planta producida en vivero es vital en el éxito del transplante pero dado el largo circuito de intermediarios y el presupuesto siempre ajustado de los proyectos, los viveros no pueden ofertar hoy por hoy planta de alta calidad. La repoblación forestal es una prioridad en zonas afectadas por incendios, como los que tuvieron lugar en Extremadura durante el verano de 2003 (en las figuras de la tercera fila, actividades de subsolado y reforestación en Pinofranqueado, tras los incendios). La construcción de carreteras y autovías genera cada vez mas y mayores superficies en las que la restauración de la cubierta vegetal es tan importante como difícil (en las figuras de la cuarta fila, levantamiento de taludes en la autovía M-50 y en la autopista R-4 en el sureste de la Comunidad de Madrid). En muchos de estos casos, existen grandes lagunas en el conocimiento ecológico y técnico que se suman a una definición ambigua o confusa de los objetivos de las actuaciones ambientales. La reforestación y la restauración ecológica se realizan demasiado frecuentemente con criterios y protocolos pendientes de revisión y mejora, por lo que son precisas colaboraciones más eficaces entre técnicos, científicos y responsables de la administración. Autores Inmaculada Santos y Fernando Valladares.



Imagen 18.2. Los jardines y huertas de las casas rurales contienen multitud de plantas exóticas, algunas de las cuales son capaces de mantenerse sin necesidad de la ayuda humana. Con el abandono de estas casas se favorece el establecimiento de poblaciones naturalizadas que llegan a penetrar en las formaciones naturales como en el caso de las fotografías realizadas en el cabo de Cala Figuera (Mallorca), en las que puede observarse como especies exóticas de plantas crasas de los géneros *Alloe*, *Agave* y *Opuntia*, inicialmente en los límites de las fincas, se expanden en el bosque y matorral mediterráneo adyacente, en este caso dominado por *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus monspeliensis*, *Olea europaea*, *Anthyllis cytisoides* y *Erica multiflora*. El impacto real de estas especies invasoras en el funcionamiento de los ecosistemas es todavía incierto. Se sabe que desplazan a ciertas especies autóctonas, que interfieren en la biología reproductiva de muchas especies al competir por polinizadores y dispersores y que su erradicación es compleja y costosa. Su estudio y la valoración de estrategias de control y erradicación es urgente, particularmente en zonas de especial valor natural. Autor Fernando Valladares.