



# Estado de los Bosques en Europa

Informe ejecutivo 2007



Hamburgo y Bruselas, 2007

Reproducción autorizada, excepto con fines  
comerciales, mencionando la fuente

ISSN 1020-587X  
Impreso en España

# ESTADO DE LOS BOSQUES EN EUROPA

## Informe Ejecutivo 2007

Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa,  
Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia  
Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y  
Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en  
los Bosques (ICP Forests)

Comisión Europea

### Agradecimientos

El ICP Forests desea expresar su agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han contribuido a la elaboración de este informe:

en especial al Centro Federal de Investigación en el sector de la Selvicultura y los Productos Forestales – Centro de Coordinación del Programa de Cooperación Internacional de Bosques (ICP Forests), a los Centros Focales Nacionales por los datos facilitados,

### y a los autores

Richard Fischer, Ovidiu Badea (Cáp. 2 – Estudio específico), Paolo Barbosa (Cáp. 3.4), Annemarie Bastrup-Birk (Cáp. 4),

Georg Becher (Cáp. 2.1), Roberta Bertini (Cáp. 1), Vicent Calatayud (Cáp. 3.3), Sigrid Coenen (Cáp. 3.5), Wim de Vries (Cáp. 3.2), Matthias Dobbertin (Cáp. 3.2), Marco Ferretti (Cáp. 3.3), Oliver Granke (Cáp. 3.1; 4), Roland Hiederer (Cáp. 1), Tracy Houston-Durrant (Cáp. 1), Michael Köhl (Cáp. 5), Philipp Kraft (Cáp. 3.1), Martin Lorenz (Cáp. 2.1), Peter Meyer (Cáp. 4), Hans-Dieter Nagel (Cáp. 3.1), Pavel Pavlenda (Cáp. 2 – Estudio Específico), Gert Jan Reinds (Cáp. 3.2), Peter Roskams (Cáp. 3.5), Maria Sanz (Cáp. 3.3), Ernst Schulte (Cáp. 5), Walter Seidling (Cáp. 4), Svein Solberg (Cáp. 3.2), Silvia Stofer (Cáp. 4),

### así como a

Andy Moffat (revisión lingüística) y Cornelia Lübker (asistencia técnica).

### Referencias fotográficas

D. Aamlid (Págs. 5, 25 izquierda, 28/29), V. Calatayud (Págs. 14(A); 21(D)), R. Fischer (Págs. 6; 9; 10; 14, 24 derecha), O. Granke (Pág. 24 izquierda), JRC (Pág. 22), Ministerio de Agricultura, República de Eslovaquia (Pág. 4), P. Pavlenda (Págs. 12; 13), P. Roskams (Pág. 23 izquierda, medio), G. Sánchez/P. García (Pág. 23 derecha), M. Schaub (Págs. 20(B), 21(C y abajo), C. Scheidegger (Pág. 25 derecha).

# RESUMEN E ÍNDICE

## Prólogo..... 4

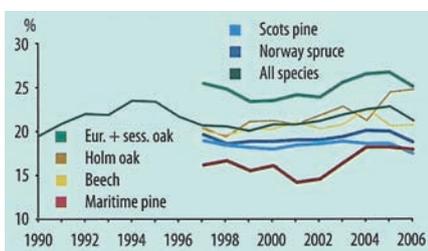
### 1. Un Programa pan-Europeo de seguimiento forestal ..... 6

El Programa de seguimiento ICP – Forests fue creado en 1985 bajo los auspicios de la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia. El seguimiento se lleva a cabo en estrecha cooperación con la Unión Europea desde 1986. En la actualidad participan en el programa 41 países. Los resultados se basan en cerca de 6000 puntos de Nivel I y 800 parcelas de Nivel II.

### 2. El estado de los Bosques en Europa

#### 2.1 Tras varios años de empeoramiento, el estado de los bosques se ha estabilizado en 2006.....10

Tras una serie de años en los que predominó el deterioro en el estado de los bosques en Europa, el 2006 se caracterizó claramente por la mejora. Esto se interpreta en muchas regiones como una recuperación de los efectos de la sequía prolongada. La quinta parte de todos los árboles evaluados se clasificaron como dañados. La situación difiere entre las principales especies arbóreas y regiones de Europa.



Desarrollo de la defoliación



Bosque virgen en los Montes Cárpatos

#### Estudio específico: los bosques montaños de haya en los Cárpatos.....12

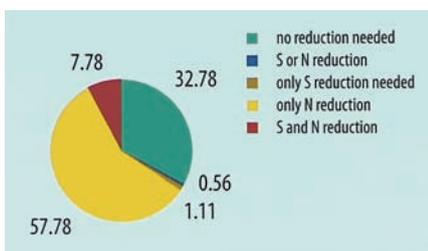
En los Cárpatos, los hayedos compuestos por especies arbóreas de origen natural cubren aún áreas extensas. Todavía existe un cierto número de bosques vírgenes. Sirven como áreas de estudio de las dinámicas forestales. Incluso aunque el estado de las hayas sea comparativamente bueno, se demostró que varios factores, como la sequía, el ozono y los excesos en cargas críticas de deposición ácida afectaban al estado de las copas.

### 3. Influencias medioambientales y reacciones del ecosistema

#### 3.1 Algunas mejoras en la deposición.

##### Aún se exceden las cargas críticas de nitrógeno.....14

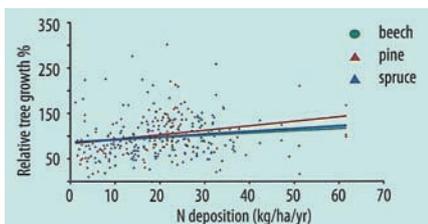
Las cargas críticas en cuanto a deposición de nitrógeno se excedieron en dos tercios de las cerca de 200 parcelas localizadas mayoritariamente en Europa Central. La deposición permaneció sin cambios en el 80% de las parcelas entre 1999 y 2004. Se predice que incluso si se implantan las reducciones de emisiones en consonancia con los acuerdos existentes, el estado de acidez del suelo no alcanzaría de nuevo los niveles pre-industriales dentro de las próximas décadas en la mayoría de las parcelas.



Porcentaje de parcelas en las que se necesita una reducción de la deposición para situarse por debajo de las cargas críticas

#### 3.2 La deposición de nitrógeno y las altas temperaturas aceleran el crecimiento de los árboles forestales..... 19

La deposición de nitrógeno se vinculó al aumento del crecimiento arbóreo para el caso del pino silvestre, la píceas y la haya. Las altas deposiciones de nitrógeno de manera continuada pueden tener a largo plazo efectos negativos sobre los ecosistemas forestales y causar declive en el crecimiento arbóreo o aumentos en la mortalidad. El crecimiento arbóreo fue asimismo relacionado con las desviaciones con respecto a las temperaturas medias a largo plazo.



Crecimiento arbóreo relativo en relación con la deposición de nitrógeno

### 3.3 Después de un año 2003 extremo, las concentraciones de ozono volvieron a bajar en 2004.....20

En 2004, las concentraciones de ozono medidas en las parcelas forestales fueron relativamente bajas. Esto se debe a que la formación de ozono tiene lugar bajo radiación solar intensa y 2004 fue un año bastante fresco. En general, las concentraciones de ozono son más elevadas en el Sur y en las zonas situadas a mayor altitud.

### 3.4 2006 no fue un año excepcional para los incendios forestales.....22

La campaña de verano de incendios forestales 2006 se ha caracterizó por condiciones medias en cuanto al riesgo de incendios en la región Mediterránea. Los incendios forestales más extensos tuvieron lugar en Galicia, España.

### 3.5 Los insectos y hongos son factores importantes que afectan al estado del árbol.....23

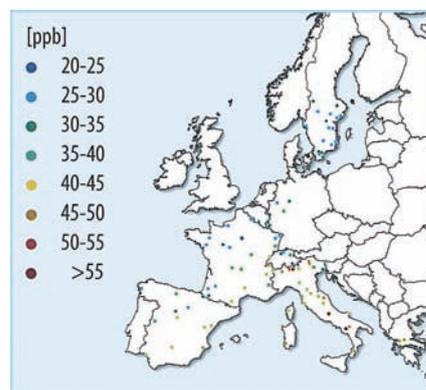
Muchos factores naturales y antropogénicos influyen en el estado de los árboles forestales. El empleo de un método de evaluación nuevo y con mayor nivel de detalle mostró que el roble y el haya eran las especies con mayor número de árboles con síntomas de daños. Los insectos y hongos eran las causas más comunes.

### 4. La diversidad biológica se encuentra bajo observación..... 24

El programa ha ampliado sus actividades en el campo del seguimiento de la diversidad biológica forestal en los últimos años. Se han detectado relaciones entre la estructura y por tanto el manejo forestal y la presencia de líquenes y plantas epifitas en el estrato herbáceo. Asimismo, se han relacionado las altas cargas de azufre y la deposición de nitrógeno con la baja diversidad de hierbas y líquenes epifitos en casi 100 parcelas a lo largo y ancho de Europa. Dentro del proyecto de demostración BioSoil, actualmente se recoge información representativa a gran escala sobre diversidad biológica forestal en más de 4000 puntos de la red de Nivel I.

### 5. Conclusiones ..... 28

### Anexos ..... 30



Concentraciones medias de ozono (Abril – Septiembre) 2000 – 2004



Ejemplar de pino silvestre infectado por roya de tronco



Matorrales de mirtilo con coloración otoñal

Información adicional:

<http://www.icp-forests.org>

[http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)

<http://forest.jrc.it>

## PRÓLOGO



Miroslav Jurena  
Ministro de Agricultura de la República de Eslovaquia

Hablar sobre los bosques Europeos significa hablar sobre casi la mitad de la superficie de Europa. El crecimiento anual de madera en los bosques Europeos asciende a 2.287 millones de m<sup>3</sup>, lo cual equivale a 73 metros cúbicos por segundo. Alrededor del 12% de la superficie forestal se califica como bosque protector (para la protección de suelo, agua u otros componentes o funciones del bosque). Pero difícilmente podemos medir, cuantificar y valorar el efecto real de las funciones no productivas del bosque, especialmente las ecológicas. Estas elevadas cifras así como los hechos cruciales antes expresados deberían hacer a los políticos y la opinión pública darse cuenta que aún poseemos una riqueza natural incalculable y que tenemos que entender y cuidar esta riqueza.

A principios de los años 80, Europa se alarmó por primera vez por el deterioro o declive a gran escala del estado de los bosques. Entretanto, 51 países habían firmado la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP, Ginebra 1979). La CLRTAP fue crucial para el comienzo en 1986 del seguimiento de los bosques en el marco del Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques (ICP Forests). El miedo a un declive forestal en Europa y la incertidumbre sobre el papel de los contaminantes atmosféricos fueron las fuerzas motrices del seguimiento en aquel momento. El programa de muestreo se implantó con el fin de evaluar el estado sanitario y la evolución a gran escala de los bosques Europeos y para informar periódicamente a los políticos, a los científicos y al público sobre los resultados. Las iniciativas de la Unión Europea, desde los primeros reglamentos sobre evaluación del estado de las copas arbóreas durante los años 80 hasta los reglamentos sobre el seguimiento intensivo de los ecosistemas forestales que comenzaron en los años 90 han promovido un sistema complejo de seguimiento desde el punto de vista de la evaluación de los efectos de la contaminación atmosférica en los bosques. Los resultados del ICP Forests proporcionaron no solo una imagen realista sobre la extensión y evolución de los daños forestales, sino que también aumentó nuestro conoci-

miento sobre el estado de los ecosistemas forestales en Europa, sobre los efectos de la deposición atmosférica y otros factores de estrés en los bosques y contribuyó a la comprensión de las causas y efectos. El Programa ICP Forests promueve el uso de sus datos para evaluaciones científicas. Los datos se ponen a libre disposición de usuarios externos, siempre bajo petición y de acuerdo con los propietarios de los datos.

El estado sanitario de los bosques se percibe hoy en día en un contexto más amplio y el programa ha evolucionado hasta convertirse en un sistema de seguimiento multifuncional único. El ICP Forests proporciona hoy en día una plataforma de intercambio de información para los científicos, gestores forestales y políticos de los 41 países participantes.

La considerable reducción de las emisiones industriales, en particular las de azufre, así como la mejora notable de la calidad del aire en Europa se consiguió gracias a la buena labor del ICP Forests y otros ICPs dentro de la CLRTAP. Sin embargo, se necesitan reducciones adicionales con objeto de asegurar un estado de los suelos que proporcione una estabilidad a largo plazo de los ecosistemas forestales. En contraste con la relativamente rápida reacción de la solución del suelo, la química de la fase sólida del suelo, e incluso más aún la flora y la fauna, reaccionan mucho más lentamente. En este caso, los procesos de recuperación pueden durar muchas décadas.

Riesgos nuevos y antiguos amenazan y dañan los ecosistemas forestales europeos. Entre estos factores, una amenaza relativamente nueva es el daño debido a los crecientes niveles de ozono en muchas regiones. La principal causa es el rápido incremento en el transporte de personas y productos por carretera con la consiguiente emisión de óxidos de nitrógeno, lo que contribuye al incremento del ozono troposférico. Adicionalmente, el incremento en la deposición de nitrógeno en los suelos forestales, debido al menos en parte a la misma causa, está amenazando la integridad y funcionamiento de los ecosistemas forestales.

A escala global, una de las principales amenazas es el cambio climático. De acuerdo con la mayor parte de los modelos climáticos, el cambio considerable en la temperatura y precipitación media puede



Paisaje forestal montañoso en la República de Eslovaquia

modificar sustancialmente las condiciones ecológicas de los bosques y las comunidades vegetales. Asimismo también los eventos climáticos extremos como tormentas, altas temperaturas y sequías duraderas probablemente ocurrirán mucho más a menudo en el futuro.

Los riesgos medioambientales se reflejan en varios procesos y Convenios Internacionales. El Convenio Marco sobre Cambio Climático (UNFCCC), el Protocolo de Kioto y el convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) reflejan, entre otras obligaciones, una necesidad de bases de datos más amplias y recientes.

El Sexto Programa Medioambiental Comunitario de Acción de la Unión Europea ha definido las áreas clave prioritarias a nivel medioambiental tales como el cambio climático, naturaleza y biodiversidad, salud medioambiental y calidad de la vida y de los recursos naturales y residuos. Los bosques pueden ser considerados el sector clave en relación con todas las áreas prioritarias del programa. Un proceso clave específicamente forestal es la Conferencia Ministerial sobre la Protección de los Bosques en Europa (MCPFE).

Además de los compromisos y obligaciones anteriormente mencionados, la UE y sus Estados Miembros se encuentran comprometidos en el suministro de datos relacionados con bosques a la Evaluación de Recursos Forestales de la FAO (FRA).

Como resultado de las obligaciones y procesos antes mencionados, los equipos de expertos han preparado listas de indicadores relevantes para estos temas. El programa de seguimiento multifuncional del ICP Forests ofrece una muy buena herramienta para registrar la extensión e intensidad de los factores de riesgo y para seguir y evaluar las reacciones de los ecosistemas forestales. La gran cobertura espacial y las largas series temporales para muchos de los datos hacen a este sistema de seguimiento especialmente único y permiten que los datos puedan ser utilizados además para la modelización y predicción de evoluciones futuras. La evaluación de datos ya existentes y de otros recogidos recientemente con respecto a indicadores y parámetros adicionales es una ocasión excepcional para obtener una clara imagen sobre el estado, los riesgos y los cambios actuales en los ecosistemas. Por otro lado, se requieren inevitablemente algunos cambios en el actual programa de seguimiento forestal con objeto de cumplir todas las actuales necesidades del seguimiento.

Tenemos que tener en mente que además de las actividades conjuntas de seguimiento de la UE y el ICP Forests, hay Inventarios Forestales Nacionales y asimismo programas medioambientales específicos y regionales sobre bosques. La integración y combinación de la información de todos los sistemas relevantes de seguimien-

to forestal parece ser la mejor solución y más efectiva.

Los muestreos representativos (seguimiento de Nivel I) proporcionan información sobre el estado actual y los cambios que tienen lugar en los bosques a lo largo de extensas áreas, mientras que el seguimiento intensivo (Nivel II) investiga los procesos ecológicos y las relaciones causa – efecto. Asimismo, los Inventarios Forestales Nacionales proporcionan la información más representativa a nivel nacional y regional. Es deseable mejorar la coherencia y eficiencia de las actividades y redes de seguimiento existentes bajo el paraguas del Sistema Europeo de Seguimiento Forestal, mejorar la fiabilidad, comparabilidad y precisión de todas las informaciones relacionadas con los bosques y por último, pero no por ello menos importante, mejorar la relación coste/efectividad de los datos y resultados que sirven a los compromisos relacionados con bosques a nivel nacional, regional y local.

Miroslav Jurena



Punto de Nivel I de *Pinus brutia* de nueva instalación en Turquía

## 1. UN PROGRAMA PAN-EUROPEO DE SEGUIMIENTO FORESTAL

### Datos para el manejo forestal, la conservación de la naturaleza y la política

A lo largo y ancho de Europa, los bosques desempeñan numerosas funciones importantes. Son una base para la actividad económica, y juegan un papel significativo en el desarrollo de áreas rurales y para objetivos recreativos. Los bosques asimismo constituyen un valor fundamental en la conservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente y son importantes sumideros de carbono, y por ello relevantes en el contexto del cambio climático. Los bosques también representan un factor de control dentro del ciclo hidrológico. La gestión forestal sostenible, así como las políticas medioambientales, se basan en las bases científicas proporcionadas por el seguimiento intensivo a largo plazo y a gran escala del estado de los bosques.

En 1985 se estableció el Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques (ICP Forests), que opera bajo la Convención de la CEPE de NNUU sobre

Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP).

En 1986 la Unión Europea adoptó el Esquema para la Protección de los Bosques contra la Contaminación Atmosférica y con el Reglamento del Consejo (CEE) n° 3528/86, se proporcionó la base legal para la co-financiación de las evaluaciones. En 2003, este Reglamento fue prolongado y modificado a través del Reglamento “Forest Focus” (CE n° 2152/2003) que expiró en 2006. Desde 2007 ya no existe una base legal que establezca la obligatoriedad del seguimiento forestal en la UE, a pesar de que podría proporcionarse una co-financiación para el futuro desarrollo del seguimiento forestal bajo el Reglamento “LIFE+” (CE n° 614/2007). El ICP Forests y la UE han estado cooperando estrechamente en el seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica y otros factores de estrés sobre los bosques. Hoy en día 41 países participan en el programa ICP Forests, el cual contribuye a la implantación de las políticas de aire limpio a escalas europea y nacional.

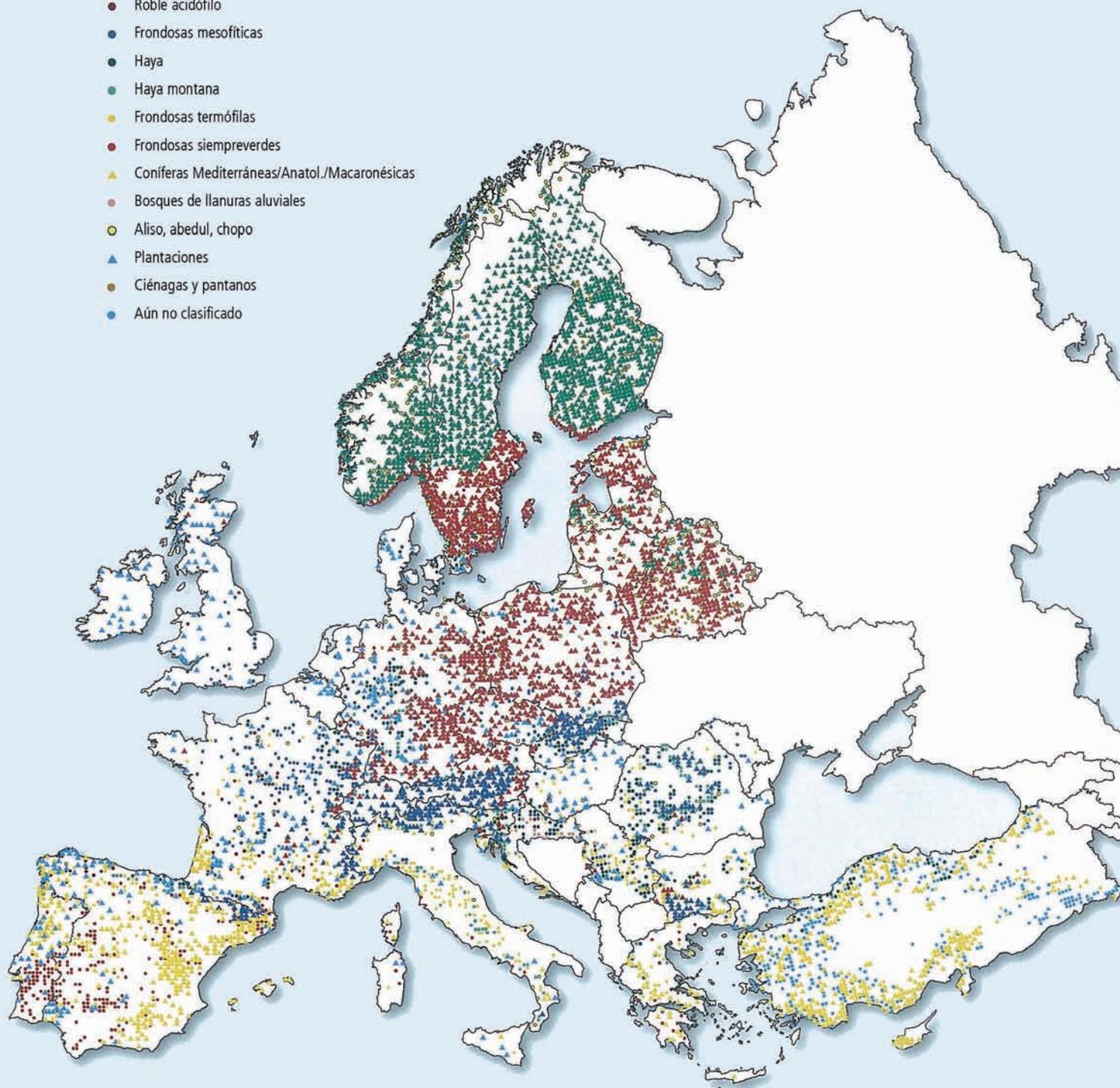
### Integrado en una red de cooperaciones

Los datos y resultados de las actividades de seguimiento proporcionan información para un cierto número de criterios e indicadores en la gestión forestal sostenible tal y como queda definido por la Conferencia Ministerial para la Protección de Bosques en Europa (MCPFE). Asimismo también hay contribuciones al Convenio Marco sobre Cambio Climático (UNFCCC) y al Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD). El programa también mantiene un estrecho contacto con la Red de Seguimiento de la Deposición Ácida en Asia del Este (EANET).

Figura 1–1: Puntos de Nivel I clasificados de acuerdo a tipos de bosque (la validación de los datos nacionales se encuentra en marcha dentro del proyecto BioSoil, ver Cáp.4).

Tipos de bosque

- ▲ Bosques boreales
- ▲ Bosques hemiboreales/nemorales de coníferas ó mixtos
- ▲ Coníferas alpinas
- Roble acidófilo
- Frondosas mesofíticas
- Haya
- Haya montana
- Frondosas termófilas
- Frondosas siempreverdes
- ▲ Coníferas Mediterráneas/Anatol./Macaronésicas
- Bosques de llanuras aluviales
- Aliso, abedul, chopo
- ▲ Plantaciones
- Ciénagas y pantanos
- Aún no clasificado



Azores (Portugal)



Islas Canarias (España)

	Frecuencia	Número de puntos	Número de puntos con remisión de datos 2006
Estado sanitario del arbolado	anualmente	6093	6045
Química foliar	Una vez hasta el momento	1497	
Química del suelo	Una vez hasta el momento; (repetición lanzada en la mayor parte de los países de la UE dentro del proyecto BioSoil)	5289 (4000)	
Crecimiento arbóreo	Proyecto de demostración en curso (BioSoil)	(4000)	
Vegetación	Proyecto de demostración en curso (BioSoil)	(4000)	
Estructura de la masa, madera muerta	Proyecto de demostración en curso (BioSoil)	(4000)	

Tabla 1-1: Muestreos y número de puntos de Nivel I

	Frecuencia	Número de parcelas con datos	Número de parcelas; remisión de datos 2004
Estado sanitario del arbolado	Anualmente	822	676
Química foliar	cada 2 años	795	127
Química del suelo	Cada 10 años	742	1
Crecimiento arbóreo	Cada 5 años	781	338
Vegetación	Cada 5 años	757	105
Estructura de la masa incluido madera muerta	Una vez	90	-
Líquenes epífitos	Una vez	90	-
Química de la solución del suelo	Continuamente	262	221
Deposición atmosférica	Continuamente	558	434
Calidad del aire	Continuamente	100	98
Meteorología	Continuamente	227	212
Fenología	Varias veces al año	145	145
Desfronde	Continuamente	114	114
Teledetección	Preferiblemente en el momento de la instalación	Datos nacionales	

Tabla 1-2: Muestreos y número de parcelas de Nivel II (ver Anexo III para mas detalles)

## Objetivos exigentes y un sistema de seguimiento único

El mandato del ICP Forests consiste en

- el seguimiento de los efectos de los factores de estrés antropogénicos (en particular la contaminación atmosférica) y naturales sobre el estado y la evolución de los ecosistemas forestales en Europa, y
  - contribuir un mejor entendimiento sobre las relaciones causa - efecto en el funcionamiento de los ecosistemas forestales en diversas partes de Europa.
- Los datos son recogidos por los países participantes. Actualmente se tienen datos almacenados de más de 6.000 puntos de observación permanentes llamados de Nivel I (ver Fig 1-1).

Además, se seleccionaron 805 nuevos puntos en Turquía en 2006. Los puntos de Nivel I se localizan sobre una malla de 16 x 16 kilómetros que cubre 35 países en todas partes de Europa. Además de los muestreos anuales del estado sanitario de las copas, en 2006 comenzó el proyecto de demostración BioSoil bajo el Reglamento Forest Focus que permite la repetición de los muestreos originales de suelos que se llevaron a cabo en los puntos de Nivel I en 1994 en numerosos países Europeos (Tab. 1-1, ver Cáp. 4).

Con objeto de detectar la influencia de diversos factores de estrés en los ecosistemas forestales, se lleva a cabo un seguimiento intensivo en más de 800 parcelas de Nivel II. Un gran número de muestreos se realizan en estas parcelas que están localizadas en bosques que representan los ecosistemas forestales más importantes del Continente (ver Tab. 1-2). Debido al gran número de datos anuales y a las exhaustivas rutinas de validación llevadas a cabo dentro de la nueva plataforma de datos, en este informe solo pueden presentarse los resultados del seguimiento intensivo hasta el año 2004.

Información adicional:

<http://www.icp-forests.org>

[http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)

<http://forest.jrc.it>



Los tipos de bosque y las condiciones medioambientales difieren en gran medida a lo largo y ancho de Europa. El sobrepastoreo puede constituir una importante presión para las dehesas de encina en España.

### **Volúmenes importantes de datos requieren aplicaciones complejas de bases de datos y controles de calidad**

Dentro del programa de seguimiento los Centros Focales Nacionales remiten cada año unos 600-700 archivos de datos, ascendiendo a más de tres cuartos de millón de registros de datos unitarios por año.

En el marco del Reglamento Forest Focus, la Dirección General del Centro Conjunto de Investigación de la Comisión Europea (DG JRC) ha puesto en práctica un Sistema de Bases de Datos para manejar los datos de Forest Focus. El sistema fue desarrollado y realizado por medio de contrato por parte de un Consorcio, coordinado por la consultora “I-MAGE Consult” con “Nouvelles Solutions Informatiques s.a. (NSI)” como socio del Consorcio y el Centro Federal de Investigación de la Selvicultura y los Productos Forestales (BFH) como el sub-contratista.

La base de datos contiene datos de todos los muestreos de Nivel I y Nivel II.

Primeramente se chequea la adecuación de los datos a las especificaciones de formato estipuladas en las Especificaciones Técnicas del JRC. Estos chequeos se llevan a cabo en línea y generan resultados inmediatos al centro Focal Nacional que está remitiendo los datos. Los informes de resultados permiten a los Centros Focales Nacionales chequear sus datos y si es necesario hacer correcciones antes de enviar definitivamente los archivos de datos del muestreo.

Con objeto de mantener una auditoria completa sobre todo el proceso, todos los archivos anteriormente remitidos así como los informes generados permanecen dentro del sistema pero son etiquetados como obsoletos si son reemplazados por una nueva remisión de los archivos de datos del mismo muestreo.

Los datos que pasan el primer paquete de chequeos son más adelante sujeto de posteriores evaluaciones. Estos chequeos se realizan ya fuera de línea pues algunos de ellos requieren procesamientos relativamente intensos y acceso directo a los datos que ya han sido almacenados dentro de la base de datos. Se examina la validez de los valores individuales con respecto a los rangos generales (si dependen de un solo parámetro), con respecto a los valores de otros parámetros (cuando hay múltiples parámetros) o con respecto a los valores de otros años (cuando hay más de un año). Los valores de datos que generan mensajes de alerta son notificados al Centro Focal Nacional que envió los datos, el cual puede o bien corregir los datos si fuera necesario o bien confirmar la validez de los valores remitidos. Los valores confirmados de este modo se catalogan como eventos extremos.

Todos los módulos de chequeo anteriores evalúan las condiciones específicas del punto o parcela. La etapa final en el proceso de validación tiene como objeto

asegurar la idoneidad de los datos para análisis temporales y espaciales posteriores e identificar inconsistencias en los datos que no hayan podido ser detectadas en ninguno de los chequeos anteriores. Esto se hace comparando los valores de los datos con información de otros puntos o parcelas. Estos chequeos son más objetivos y constituyen un primer paso en la evaluación de los datos. Los resultados se presentan en tablas, gráficos y mapas, que requieren la interpretación de expertos y que podrían también incluir comparaciones con datos externos, siempre que estén disponibles. Los datos solo son almacenados dentro de la base de datos solamente una vez hayan pasado todos los chequeos o hayan sido confirmados como eventos extremos.

El programa de verificación de todos los datos remitidos desde el 2002 en adelante está en funcionamiento y se espera que se complete a finales de 2007. Hasta ese momento, todos los resultados que se muestren deben ser tomados como provisionales, ya que incluyen datos que no han pasado todas las etapas de validación.

---

Información adicional:  
<http://forestfocus.nsi-sa.be/>

---



Copas moderadamente defoliadas de pino marítimo y rebollo en el Mediterráneo. El principal parámetro evaluado dentro del muestreo a gran escala del estado de los bosques es la defoliación. Se trata de una estimación de la pérdida de hojas o acículas en comparación con un árbol de referencia con su follaje completo. La defoliación responde a muchos factores de estrés y es evaluable con fiabilidad en áreas extensas.

## 2. EL ESTADO DE LOS BOSQUES EN EUROPA

### 2.1. Tras varios años de empeoramiento, el estado de los bosques se ha estabilizado en 2006

#### Resumen

- *La defoliación media para todas las especies ha estado fluctuando desde 1990. Sin embargo, hubo un ligero empeoramiento general en el estado de los bosques a lo largo de los 10 últimos años. Solo en 2006 se registró algo de recuperación. Cerca de la quinta parte de los árboles evaluados en 2006 se calificaron como dañados o muertos.*
- *Mientras que el haya ha mostrado alguna mejoría en 2005 y una defoliación media estable en 2006, los Quercus caducifolios mostraron una marcada recuperación en las evaluaciones más recientes. En el caso del pino silvestre y la píce se registraron ligeras mejorías. La defoliación media de la encina y el pino rodeno permaneció sin cambios en 2006.*

#### La defoliación es un indicador operacional diseñado para muestrear áreas extensas

El estado de salud de los árboles forestales en Europa se sigue a través de extensas áreas mediante muestreos de la defoliación

de la copa arbórea. Los árboles que mantienen toda su cantidad de hoja se consideran como sanos. La Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa usa la defoliación como uno de los cuatro indicadores de salud y vitalidad forestal.

El muestreo del estado de las copas en 2006 comprendió 6045 puntos en 32 países. En total se evaluaron 129.880 árboles. Desde principios de los años 90, el número de puntos y árboles muestreados se ha incrementado. Por ello hay una mayor disponibilidad de muestras de árboles para el análisis de cambios a corto y medio plazo mientras que la evaluación de los cambios a largo plazo se basa en un número más pequeño de puntos y países.

#### Una quinta parte de todos los árboles evaluados estaban dañados

En 2006, el 21,9% de todos los árboles evaluados tenían una pérdida de hojas o acículas de más del 25% y por tanto fueron clasificados como dañados o muertos (ver Fig.

2-1). En el 2005, la proporción respectiva era del 23,2%. De entre las especies arbóreas más frecuentes, el roble común y el albar tenían la proporción más alta de árboles dañados y muertos, un 34,9%.

#### En el último año ha habido más mejoras que empeoramientos en el estado de las copas

A lo largo de los últimos 10 años la evolución del estado de las copas se ha caracterizado principalmente por un incremento en la defoliación. Esto no solo se ve reflejado por un incremento bastante constante de la defoliación media de todas las especies entre 1997 y 2005 (ver Fig. 2-2), sino también por una proporción mucho mayor de puntos con defoliación creciente comparado con los puntos con defoliación decreciente (ver Fig. 2-3). En 2006, sin embargo, prevalecieron las mejorías. El haya había mostrado ya en 2005 alguna recuperación de los efectos de la sequía prolongada. La defoliación media del haya apenas cambió en 2006 porque el empeo-

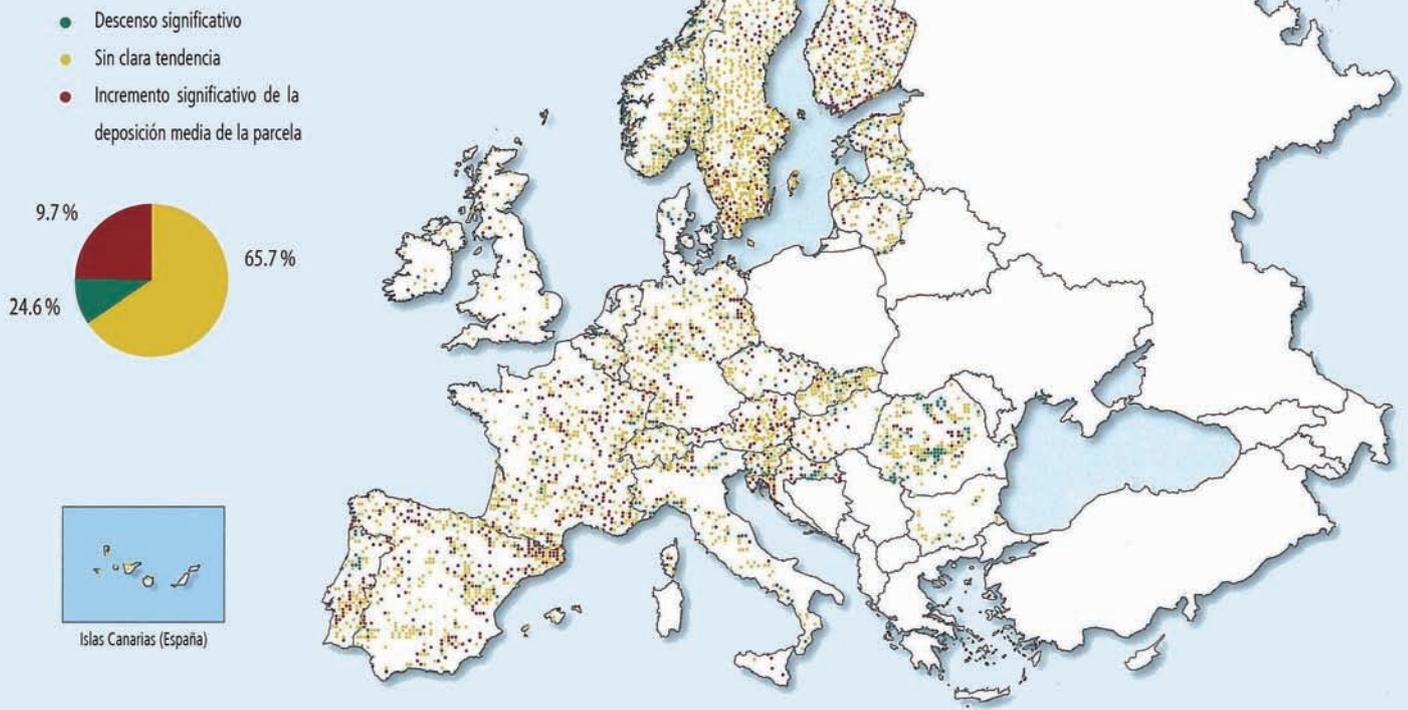


Figura 2-3: Evolución de la defoliación a nivel de punto para todas las especies arbóreas, 1997-2006. En algunos países y regiones de Europa los cambios en la localización de los puntos entorpecen el cálculo de los cambios a nivel de punto.

ramiento en las regiones atlánticas fue compensado por mejorías en las regiones montañosas del Mediterráneo.

Los robles común y albar mostraron una marcada mejoría en la mayor parte de las regiones en 2006. La defoliación en la encina se estabilizó después de una lenta tendencia al empeoramiento y el pino rodeno no mostró grandes cambios en comparación al año anterior. Hubo una ligera mejoría general en el estado del pino silvestre y de la píceas. La excepción fue el pino silvestre en las zonas montañosas del Mediterráneo y la píceas en la región Boreal.

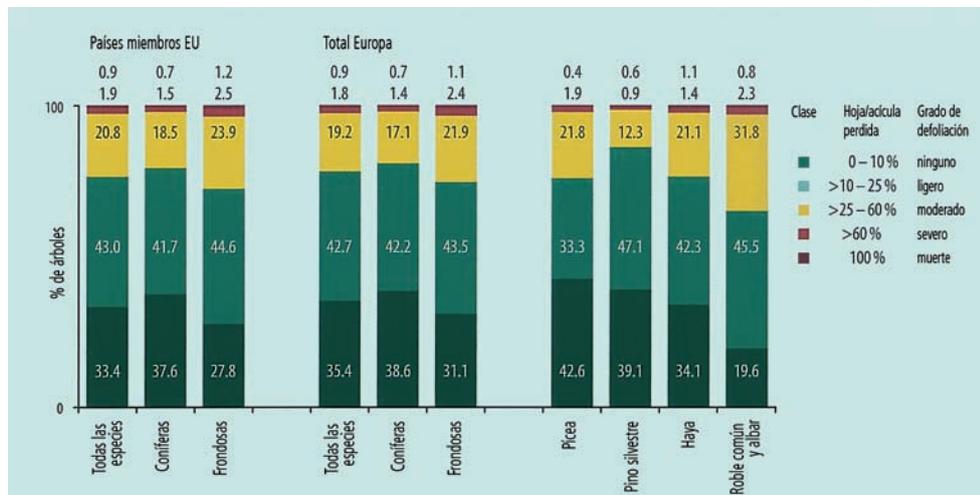


Figura 2-1: Porcentaje de árboles en las diferentes clases de defoliación. Total para Europa y para la UE, 2006. El tamaño de la muestra para el total de Europa es de 129.880 árboles y de 109.085 árboles para la UE.

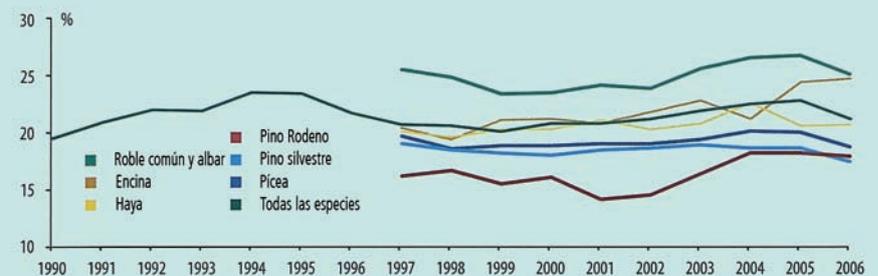


Figura 2-2: Defoliación media para las especies arbóreas más frecuentes y para el total de todas las especies arbóreas. Las muestras incluyen únicamente a países con remisión continua de datos. El tamaño de la muestra para las especies arbóreas principales seleccionadas varía entre 3.166 y 31.790 árboles por especie y año. Las series temporales que comienzan en 1990 están disponibles para un menor número de países y se basan en un número de entre 41.484 y 49.712 árboles dependiendo del año.

Información adicional:

Lorenz, M.; Fischer, R.; Becher, G.; Granke, O.; Riedel, T.; Roskams, P.; Nagel, H.-D.; Kraft, P. (2007) Forest Condition in Europe. 2007 Technical Report. BFH, Hamburg, 91pp, Annexes. <http://www.icp-forests.org/RepTech.htm>



El arce sicómoro y el abeto blanco son mezclas características en los bosques montanos de haya.

## LOS BOSQUES DE MONTAÑA DE HAYA EN LOS CÁRPATOS

### El área natural de los bosques de haya abarca la mayor parte de Europa

El hábitat natural del haya (*Fagus sylvatica*) abarca extensas áreas de Europa, del sur de Escandinavia a Sicilia y de la Península Ibérica al este de los Cárpatos. A lo largo de su amplio rango geográfico la dominancia natural del haya se explica principalmente por su alta tolerancia a la sombra y a su capacidad para crecer en un amplio rango de tipos de lugares distintos. En general, al desplazarnos hacia el Sur, los bosques de haya ocupan cada vez lugares situados a mayores altitudes, siendo su límite altitudinal de 1250 m al oeste de los Cárpatos y norte de los Alpes, 1500 en los Pirineos y 1850 m en los Apeninos. De acuerdo con la clasificación de “Tipos de Bosques en Europa” (Informe Técnico de la Agencia Europea de Medio Ambiente” 9/2006), hay dos tipos de categorías en las cuales se encuentra el haya como especie dominante: los bosques de haya y los bosques de montaña de haya. Uno de los tipos de bosque incluidos en esta última categoría son los bosques de montaña de haya de los Cárpatos.

### Los bosques de montaña de haya de los Cárpatos se adaptan a diferentes condiciones del lugar.

Con una extensión cercana a los 210.000 Km<sup>2</sup>, los Montes Cárpatos representan una de las áreas forestales naturales más importantes de Europa. Con una longitud de más de 1500 Km, se encuentran en la República Checa, Eslovaquia, Polonia, Ucrania y Rumania. Contienen más de 300.000 Ha de bosque “primigenio”. Gran parte de ellos son bosques de haya vírgenes. En los Cárpatos, el haya crece en masas puras o puede mezclarse con el abeto blanco, la píceo o frondosas como el sicómoro, olmo y serbal de cazadores, dependiendo del tipo de lugar. Un cierto número de unidades se encuentran incluidas en la Directiva de Hábitats de la UE (92/437EEC) tales como el hayedo de tipo Luzulo-Fagetum en suelos pobres y ácidos y los hayedos del tipo *Asperulo-Fagetum* en suelos más ricos. Los bosques de haya en terrenos calizos, del tipo *Cephalanthero-Fagion* se encuentran exclusivamente sobre materiales parentales calcáreos y frecuentemente en laderas rocosas y empinadas. Aquí, los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo son normalmente muy diversos, incluyendo al mostajo (*Sorbus aria*) y en unas pocas áreas al tejo (*Taxus baccata*).

### Los vestigios de bosques primigenios son núcleos para áreas protegidas más extensas y para la investigación

Los hayedos de montaña de los Cárpatos han sufrido una menor explotación por parte del hombre y la composición específica ha sido en general menos modificada que en Europa occidental. No obstante, en los Cárpatos el porcentaje de haya ha decrecido a favor de las coníferas debido a la demanda de maderas blandas. En la actualidad, los bosques se manejan mediante distintos sistemas de ordenación. En algunos casos se realizan todavía cortas a hecho.

Los hayedos naturales y semi-naturales de los Cárpatos son las partes dominantes de parques naturales, reservas naturales y reservas de la biosfera. Los grupos de “Bosque Primigenio de los Cárpatos” en Eslovaquia y posteriormente también “Hayedo Primigenio de los Cárpatos” en Rumania y Ucrania han sido propuestos para su inclusión en la lista de Patrimonio Natural de la Humanidad de la UNESCO. Los estudios en bosques primigenios en los Cárpatos han sido cruciales para el estudio científico sobre la evolución de los bosques vírgenes europeos y han influenciado en gran medida las técnicas selvícolas modernas.

En los bosques primigenios se puede reconocer un mosaico de segmentos bien equilibrado: la fase juvenil, la fase de madurez y la fase de desintegración. Un bosque primigenio tiene una estructura típica de árboles de diferentes especies, edades, volúmenes y alturas. El ciclo de una generación de haya es de aproximadamente 220 años, mientras que el ciclo vital del abeto se completa en aproximadamente 350 – 400 años. Entre otros, los bosques primigenios de Dobrocsky y Badín (ambos declarados reservas estrictas en 1913), y los de Hroncecky grún y Stuzica (el mayor de todos, con cerca de 760 Has) cobraron un creciente valor y se estudiaron con gran detalle. El volumen de madera en pie en estos bosques varía entre los 750 y los 1300 m<sup>3</sup> por hectárea y los volúmenes de madera muerta se sitúan entre los 100 y los 350 m<sup>3</sup> por hectárea dependiendo de la fase dominante y de las características de la estación. La altura de los pies más viejos varía normalmente entre los 35 – 45 m, pero la altura de los abetos blancos más grandes asciende a 58 m y el volumen total de un árbol individual ascendía hasta aproximadamente los 55 m<sup>3</sup>.

Los bosques mixtos de los Cárpatos proporcionan las condiciones favorables para muchas especies animales incluyendo grandes mamíferos que se extinguieron en Europa occidental en los siglos pasados tales como el oso pardo (*Ursus arctos*), el linco Europeo (*Lynx lynx*) y el lobo (*Canis lupus*). En el Parque Nacional Poloniny (Eslovaquia) y en el Parque Nacional Vânători Neamt (Rumanía) se reintrodujo el bisonte Europeo (Bison bonasus). La avifauna es también muy diversa. Por tanto, además de la función productora así como la protección del agua y el suelo, la preservación de la biodiversidad es una de las funciones más importantes de los hayedos de montaña de los Cárpatos.

### El seguimiento es la base para la evaluación de posibles daños y amenazas

Según el estudio específico encaminado a la detección de los efectos de la contaminación atmosférica en los bosques de los Cárpatos entre 1997 – 2002, entre un 17,9% (1997) y un 27,9% (2001) de las hayas estaban dañadas. Esta especie arbórea tuvo el mejor estado sanitario y la menor defoliación media, seguida por la picea, con 42,9% (2001) y 46,6% (1997) y el abeto con cerca del 50% de árboles dañados. Se demostró que varios facto-

res, como la edad de los árboles, la sequía, el ozono y los excesos en las cargas críticas de deposición ácida afectaban al estado de la copa. Aparecen varias especies de hongos e insectos, y pueden convertirse localmente en agentes dañinos, pero no desestabilizan los bosques. Parece que los efectos directos o indirectos de las actividades humanas, incluyendo la mala gestión forestal, son mucho más importantes. El haya, como árbol que es de corteza fina, es sensible a daños mecánicos por operaciones de corta y consiguientes infecciones por hongos de pudrición. A pesar de la relativa buena situación en lo que se refiere a la legislación forestal y estado de conservación natural, la presión ejercida por el turismo puede tener localmente efectos negativos. A largo plazo, el cambio climático parece ser la amenaza más importante para los hayedos de montaña de los Cárpatos ya que puede afectar a las condiciones sanitarias y de crecimiento.

Lo expuesto anteriormente nos indica claramente que se necesita de manera urgente un seguimiento detallado con objeto de detectar los factores de estrés y sus impactos en los hayedos. Una base indispensable para la toma de decisiones a nivel político y operativo es la evaluación científica e integral de resultados.



En los hayedos vírgenes de montaña, la madera muerta puede constituir hasta una quinta parte del volumen total de madera.



En los hayedos vírgenes de montaña, la madera muerta puede constituir hasta una quinta parte del volumen total de madera.

### 3. INFLUENCIAS MEDIOAMBIENTALES Y REACCIONES DEL ECOSISTEMA

#### 3.1 Algunas mejoras en la deposición; aún se exceden las cargas críticas de nitrógeno.

##### Resumen

- *La deposición de nitrógeno es generalmente más alta en las parcelas de Europa Central comparada con las regiones más al Norte o más al Sur. Esto conlleva al exceso en las cargas críticas en dos tercios de las parcelas, principalmente localizadas en Europa Central. La deposición y el consiguiente enriquecimiento del suelo en nitrógeno sigue siendo una amenaza ampliamente extendida. Los estudios se basan en cerca de 200 parcelas de seguimiento.*
- *Los cálculos de los modelos muestran que se necesita una reducción de la deposición de nitrógeno sobre el 60% de las parcelas en los próximos años con objeto de permanecer por debajo de los niveles críticos. Sin embargo, entre 1999 y 2004 las entradas de nitrógeno permanecieron sin cambios en alrededor del 80% de las parcelas.*
- *Las cargas críticas para la acidez se exceden solo en un tercio de las parcelas. Aún así se prevé que ni incluso en el 2050 el estado de acidez del suelo pueda llegar a alcanzar los niveles previos a la industrialización en la mayoría de las parcelas.*
- *La reducción de las aportaciones de azufre y la acidificación del suelo muestran algo de realismo en las políticas de aire limpio. Las parcelas con aportaciones de azufre relativamente bajas están localizadas principalmente en Europa central, en el extremo norte y en el suroeste del Continente.*

##### Importancia cambiante de los diferentes contaminantes atmosféricos

Cuando se fundó el ICP Forests hace más de 20 años, los óxidos de azufre, depositados principalmente como sulfatos ( $\text{SO}_4$ ), eran el eje primordial para los científicos, políticos y el público preocupado por la sanidad forestal y la sostenibilidad. Sin embargo, han ganado importancia compuestos adicionales como el nitrato

( $\text{NO}_3$ ) y el amonio ( $\text{NH}_4$ ). La deposición de nitratos y sulfatos se origina principalmente a partir de la quema de combustibles fósiles originada por el tráfico de vehículos, la industria y el uso doméstico de la energía. La deposición de amonio está ampliamente relacionada con las emisiones de los fertilizantes agrícolas y la cría de animales de granja.

##### Los bosques del Centro y Este de Europa reciben altas aportaciones de nitrógeno.

La deposición de nitrógeno es comparativamente alta en Centroeuropa. Las parcelas con aportaciones anuales de nitrato por encima de 6,3 Kg. por hectárea y con deposición de amonio por encima de 7,5 Kg. se concentran en Europa Central. En el caso del sulfato, las parcelas con deposiciones anuales por debajo de 3,3 Kg. por hectárea se pueden encontrar en las regiones Alpinas y en el norte (ver Figs. 3-1 – 3-3).

##### Las parcelas en el Mediterráneo y en el Norte son más sensibles a las aportaciones altas de nitrógeno

Las cargas críticas se calculan con objeto de estimar los posibles efectos dañinos de la deposición atmosférica a los ecosistemas. Las bajas cargas críticas de nitrógeno en muchas parcelas en Escandinavia, norte de Alemania, los Países Bajos así como en el Mediterráneo (ver Fig. 3-4) son características de ecosistemas sensibles a las altas aportaciones de nitrógeno. En Escandinavia y España esto se debe a las bajas tasas de crecimiento y los pequeños volúmenes de madera retirados con los aprovechamientos, lo que tiene como resultado la poca exportación de nitrógeno desde el ecosistema. En el Mediterráneo a ello se suma la poca exportación de nitrógeno mediante el filtrado, debido a las bajas precipitaciones. Por tanto, se supone que hay más nitrógeno que permanece en el ecosistema, causando riesgos más altos o efectos dañinos.

Deposición media anual [kg/ha]

- 0.2-1.8
- 1.8-3.2
- 3.2-4.5
- 4.5-6.3
- 6.3-19.1

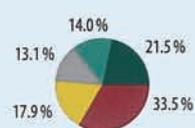


Figura 3-1: Deposición media de nitrato (NO<sub>3</sub>-N) bajo el dosel de copas para el periodo 2002-2004 en 219 parcelas

CL<sub>nut</sub>(N)

- ≥ 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 1250
- > 1250

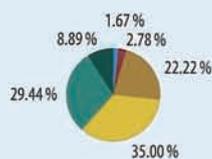


Figura 3-4: Cargas críticas de nitrógeno nutriente en 186 parcelas. La evaluación de datos de suelos necesarios para el cálculo de cargas críticas era opcional hasta recientemente. Existen datos disponibles para más parcelas; la remisión a partir de las bases de datos nacionales está todavía en curso.

Deposición media anual [kg/ha]

- 0.2-1.6
- 1.6-3.3
- 3.3-5.1
- 5.1-7.5
- 7.5-23.8

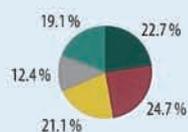


Figura 3-2: Deposición media de amonio (NH<sub>4</sub>-N) bajo el dosel de copas para el periodo 2002-2004 en 219 parcelas

- No exceso
- 1 - 200
- 201 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 1500
- > 1500

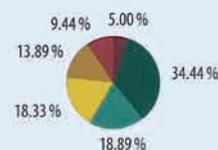


Figura 3-5: Exceso de cargas críticas para nitrógeno nutriente en mol<sub>c</sub>Ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> por la deposición presente. \*)

Deposición media anual [kg/ha]

- 0.7-3.3
- 3.3-4.2
- 4.2-5.7
- 5.7-8.0
- 8.0-27.7

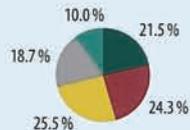


Figura 3-3: Deposición media de sulfato (SO<sub>4</sub>-S) bajo el dosel de copas para el periodo 2002 - 2004 en 219 parcelas.

- No exceso
- 1 - 200
- 201 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 1500
- > 1500

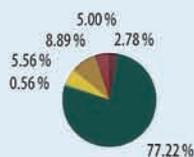


Figura 3-6: Exceso de cargas críticas para acidez en mol<sub>c</sub>Ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> por la deposición presente. \*)

\*) La evaluación de los datos de suelo necesarios para el cálculo de cargas críticas era opcional hasta recientemente. Existen datos disponibles para más parcelas; la remisión a partir de las bases de datos nacionales está todavía en curso.

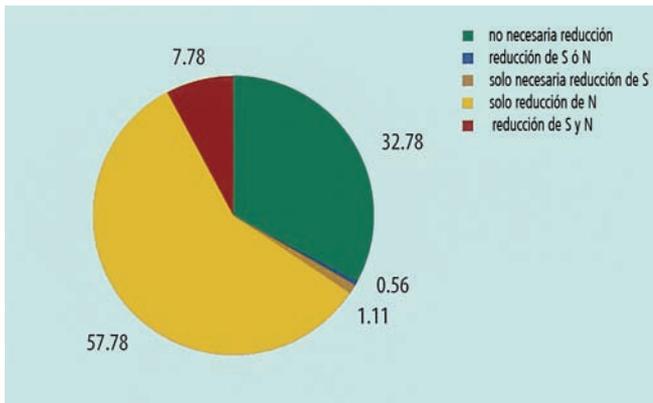


Figura 3-7: Reducción requerida para alcanzar depósitos por debajo de las cargas críticas (S = azufre, N = nitrógeno).

nos. En las parcelas Alpinas con altas precipitaciones, hay más deposición de nitrógeno que se filtra llevando por tanto ello a cargas críticas más altas. El cálculo de cargas críticas solo tiene en cuenta los efectos en las masas forestales. No se consideran en los modelos los posibles efectos negativos del nitrógeno filtrado en el agua subterránea. En Centroeuropa los cálculos de los modelos asumen una mayor absorción de nitrógeno por los árboles y por tanto una menor sensibilidad de los ecosistemas forestales.

### La deposición de nitrógeno está por encima de los umbrales críticos en casi todas las parcelas de Centroeuropa

Las cargas críticas para entradas de nitrógeno se excedieron en casi todas las parcelas en Europa Central y en un menor grado en las parcelas españolas (ver Fig. 3-5). La deposición de nitrógeno, con el consiguiente enriquecimiento del suelo (eutrofización), es un riesgo extendido. Se espera que los efectos negativos de la deposición de nitrógeno se noten en gran parte de Europa. Puede ocurrir una aceleración en el crecimiento (ver Cáp. 3.2), pero permanece la posibilidad de desestabilización de las masas forestales y la pérdida de la capacidad del suelo para amortiguar y ayudar a prevenir la contaminación del agua, una importante función de muchos suelos forestales. Los cambios en la composición de la vegetación también pueden estar relacionados con la deposición de nitrógeno. Solo hubo unas pocas parcelas con excesos en los Alpes, en Escandinavia, en el Reino Unido y en Grecia.

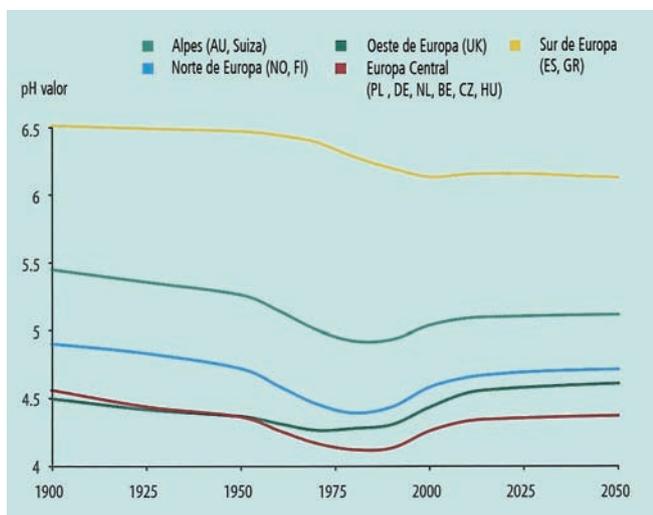


Figura 3-12: Evolución del pH del suelo modelizado para 158 parcelas de Nivel II localizadas en 13 países. Los valores bajos indican condiciones ácidas.

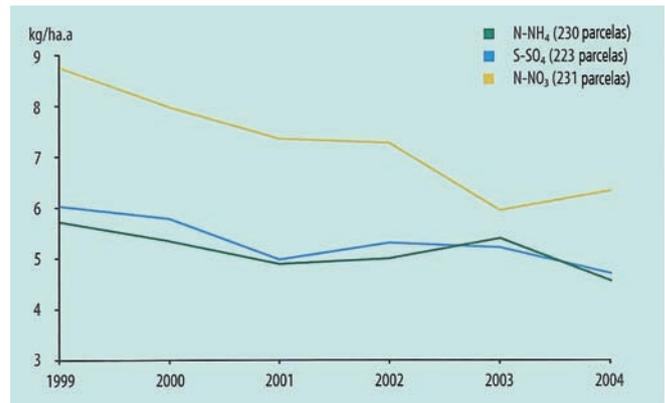


Figura 3-11: Evolución de la deposición media medida bajo dosel de copas de azufre ( $\text{SO}_4 - \text{S}$ ), nitrato ( $\text{NO}_3 - \text{N}$ ), y amonio ( $\text{NH}_4 - \text{N}$ ).

Las cargas críticas para la acidez se excedieron en una proporción mucho menor de parcelas evaluadas que las cargas críticas para nitrógeno (ver Fig. 3-6). Esto es resultado de las políticas de aire limpio. Sin embargo, el estado de acidez de muchas parcelas se encuentra todavía bajo influencia de las deposiciones históricas de azufre y nitrógeno en los años 1960 – 2000, de las cuales los suelos forestales aún no se han recuperado. Los excesos actuales respecto al nivel crítico de acidez son causadas por una combinación de las deposiciones de nitrógeno y azufre.

Con objeto de mantenerse por debajo de las cargas críticas, la deposición de nitrógeno debe reducirse en cerca del 60% de las parcelas evaluadas. Tanto la deposición de nitrógeno como la de azufre necesitan ser reducidas en cerca del 8% de las parcelas, mientras que no se necesita reducción en el 33% de las parcelas (ver Fig. 3-7).

### La deposición de azufre muestra un descenso más fuerte en comparación con las entradas de nitrógeno.

En más del 80% de aproximadamente 200 parcelas evaluadas, no se han observado cambios significativos en la deposición de nitrógeno entre 1999 y 2004. En las parcelas restantes han prevalecido las mejoras. Casi no hubo ninguna parcela en la cual se incrementase la deposición (ver Figs. 3-8, 3-9). La deposición media de nitratos descendió de 6,0 kg. de nitrógeno por hectárea en 1999 a 4,7 kg. en 2004 (ver Fig. 3-11). La deposición media de amonio

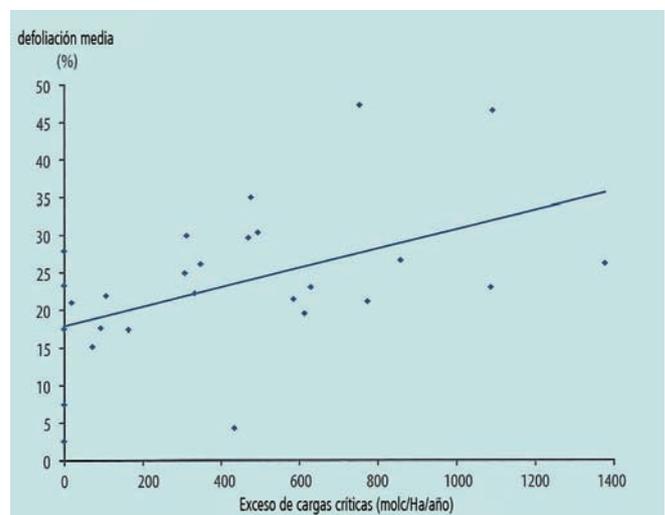


Figura 3-16: La defoliación de haya en parcelas de Nivel II relacionada con los excesos de cargas críticas para el nitrógeno nutriente.

- Descenso significativo
- Sin tendencia clara
- Incremento significativo de la deposición

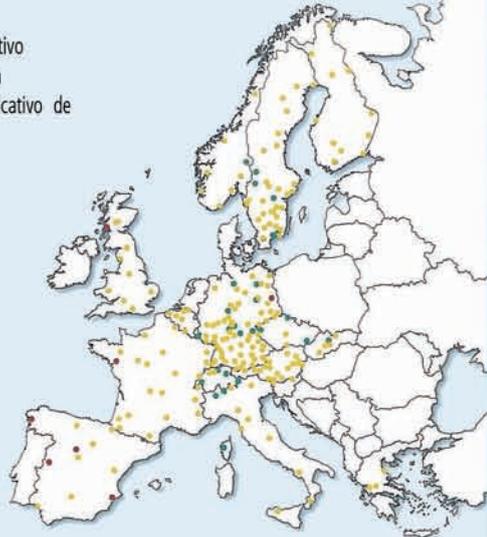
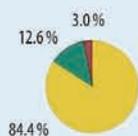


Figura 3-8: Tendencia de la deposición de nitrato ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) medida bajo dosel de copas. 1999 – 2004 en 206 parcelas

- pH (1950)
- $\leq 3.8$
  - 3.8-4.0
  - 4.0-4.2
  - 4.2-4.5
  - 4.5-5.0
  - 5.0-6.0
  - 6.0-7.0
  - $>7.0$

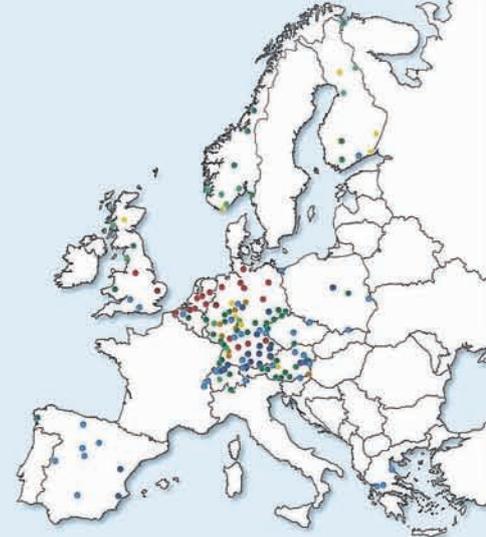


Figura 3-13: Valores de pH modelizados en parcelas de Nivel II para 1950. El valor de pH es un indicador químico común para acidificación. Los valores bajos indican condiciones ácidas \*).

- Descenso significativo
- Sin tendencia clara
- Incremento significativo de la deposición

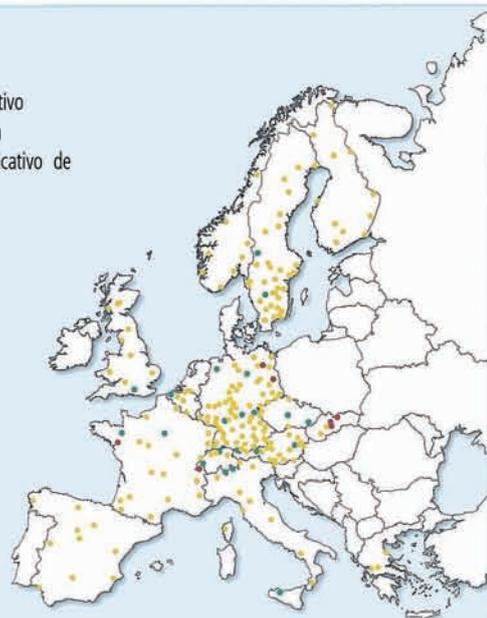
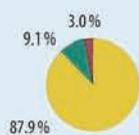


Figura 3-9: Tendencia de la deposición de amonio ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) medida bajo dosel de copas. 1999 – 2004 en 205 parcelas

- pH (2000)
- $\leq 3.8$
  - 3.8-4.0
  - 4.0-4.2
  - 4.2-4.5
  - 4.5-5.0
  - 5.0-6.0
  - 6.0-7.0
  - $>7.0$

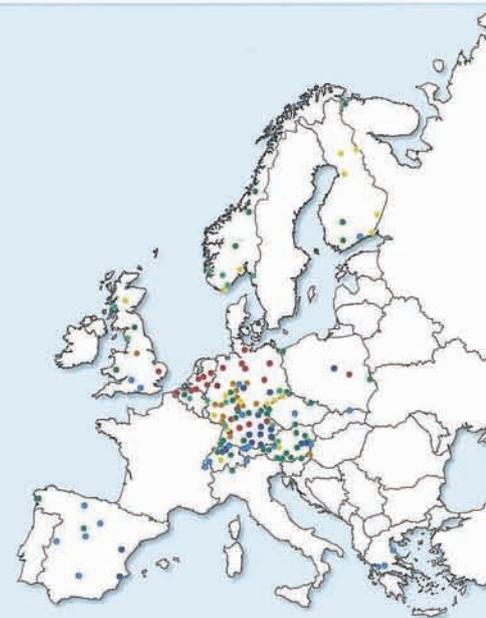


Figura 3-14: valores de pH modelizados en parcelas de Nivel II para 2000. \*)

- Descenso significativo
- Sin tendencia clara
- Incremento significativo de la deposición

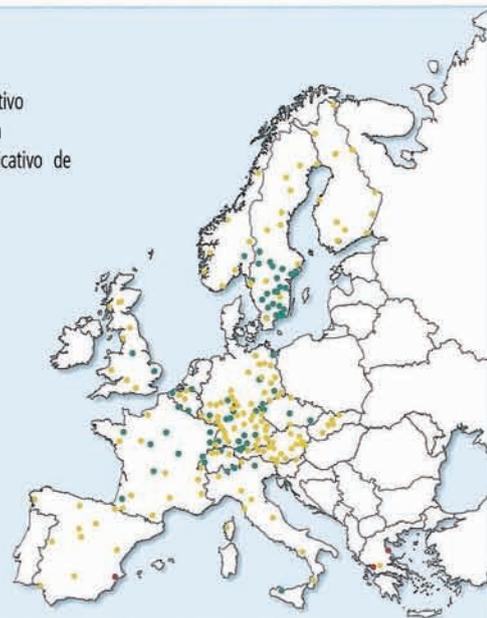
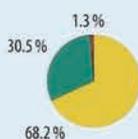


Figura 3-10: Tendencia de la deposición de azufre ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) medida bajo dosel de copas. 1999 – 2004 en 198 parcelas

- pH (2030)
- $\leq 3.8$
  - 3.8-4.0
  - 4.0-4.2
  - 4.2-4.5
  - 4.5-5.0
  - 5.0-6.0
  - 6.0-7.0
  - $>7.0$

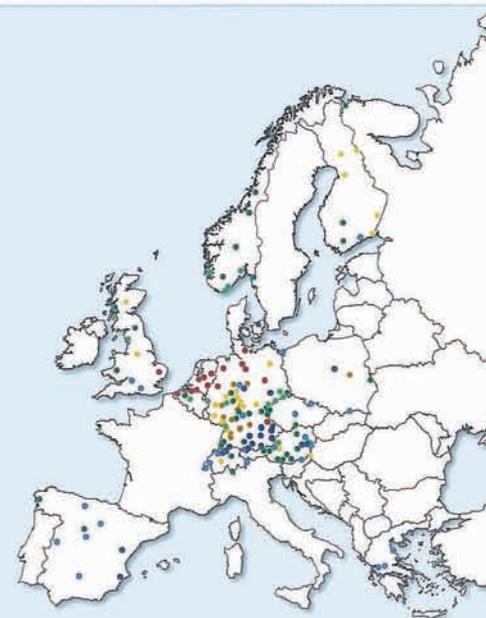


Figura 3-15: valores de pH modelizados en parcelas de Nivel II para 2030. \*)

\*) La evaluación de los datos de suelo necesarios para la modelización del pH era opcional hasta recientemente. Existen datos disponibles para más parcelas; la remisión a partir de las bases de datos nacionales está todavía en curso.

descendió de 5,7 Kg. a 4,6 kg. por hectárea en las parcelas con seguimiento durante el mismo periodo. El caso de las deposiciones de sulfatos es donde se observaron los descensos más acusados, con descensos significativos en las entradas de azufre en aproximadamente un tercio de las parcelas (ver Fig. 3-10). Las parcelas de seguimiento evaluadas están localizadas principalmente en Europa Central.

### La reducción en la deposición lleva a una cierta recuperación de la acidificación del suelo

Los modelos dinámicos pueden ayudar a evaluar las respuestas de los ecosistemas forestales en los escenarios de deposición cambiantes. Tienen en cuenta condiciones específicas del lugar y de la masa en cada parcela y permiten el estudio de los efectos futuros de las actuales políticas de aire limpio. Los resultados muestran que los efectos acidificantes de la deposición se han extendido (ver Figs. 3-13 a 3-15). Hasta mediados de los 90, el descenso en el pH del suelo indica acidificación del agua subterránea en todas las regiones estudiadas. La reducción que en la deposición de azufre y en menor medida la de nitrógeno han mostrado las parcelas de Nivel II, lleva a una recuperación del pH en la mayoría de las parcelas. Sin embargo se prevé que el pH original modelizado para principios del siglo pasado no se alcanzará de nuevo antes de 2050 (ver Fig. 3-12) Solo se estimó una completa recuperación del pH para las parcelas del Reino Unido. Debido a la predominancia de los materiales parentales calcáreos, los pH en las parcelas de España y Grecia son generalmente mayores. La industrialización y por ello la acidificación del suelo comenzó más tarde en estas regiones.

**Las mediciones de deposición** se realizan dentro de las masas forestales (deposición bajo cubierta arbórea) y en zonas abiertas cercanas (deposición a cielo abierto). En el dosel de copas arbóreas de la masa forestal, algunos elementos pueden filtrarse desde el follaje y aumentar la carga de deposición medida, mientras que otros son absorbidos por hojas y acículas y por tanto no son detectados en la deposición bajo cubierta arbórea. La deposición a cielo abierto no se encuentra influenciada por los flujos de elementos en la cubierta arbórea, pero es más baja sobre todo porque la cubierta arbórea filtra cargas adicionales de deposición del aire. Así, ni la deposición bajo cubierta arbórea ni la deposición a cielo abierto son iguales a la deposición total recibida por las masas forestales. Las muestras son recogidas semanal, quincenal o mensualmente en las parcelas y analizadas por expertos nacionales. Después de intensos controles de calidad, se calcularon las deposiciones anuales medias para los años 1999 a 2004 en las parcelas con series completas de datos. Se comprobaron los niveles de significación de las pendientes de regresiones lineales a nivel de parcela para la deposición a lo largo del tiempo. La deposición bajo cubierta arbórea se usó para calcular excesos en las cargas críticas.

**Los modelos dinámicos de la química de suelo**, como el VSD (Very Simple Dynamic Model) muestran los efectos de la deposición ácida y las medidas selvícolas en el agua subterránea a lo largo del tiempo. Los procesos clave incluidos en el modelo son los flujos de elementos en la deposición, la absorción de nutrientes por parte de los árboles, los ciclos de nutrientes incluyendo la mineralización, los procesos de desgaste para cationes básicos y aluminio, y la lixi-

### Las hayas muestran incrementos en la defoliación en las parcelas con mayores excesos de cargas críticas

Los anteriormente mencionados excesos de las cargas críticas para acidez y nitrógeno nutriente calculadas para un año dado se compararon con la defoliación de las principales especies arbóreas evaluada en el mismo año y en las mismas parcelas de Nivel II. De entre estas especies, solo el haya reveló una relación estadística entre la defoliación y el exceso de cargas críticas para el nitrógeno nutriente (ver Fig. 3-16). Para las otras especies no se pudo verificar ninguna relación de este tipo. El hecho de que casi no se observara ninguna relación con los síntomas de daños en parcelas que mostraran excesos en las cargas críticas no es contradictorio con el concepto de cargas críticas. Los bosques son capaces de almacenar nitrógeno hasta un cierto grado, por tanto la excedencia actual en las cargas críticas no está necesariamente unida a daños directos e inmediatos en los árboles.

---

#### Información adicional:

Lorenz, M.; Fischer, R.; Becher, G.; Granke, O.; Riedel, T.; Roskams, P.; Nagel, H.-D.;

Kraft, P. (2007) Forest Condition in Europe. 2007 Technical Report. BFH, Hamburg, 91pp, Annexes.

<http://www.icp-forests.org/RepTech.htm>

---

viación de elementos a las aguas subterráneas. Los cálculos se basan en datos de suelos de las parcelas de Nivel II. Como las propiedades químicas y físicas del suelo cambian bastante despacio, se han usado todos los datos remitidos desde el principio del Programa de Seguimiento Intensivo. Además, había tasas de deposición históricas disponibles en la literatura. Se aplicaron futuros escenarios de deposición basados en el Protocolo de Gotemburgo de la CEPE de NNUU tal y como fueron calculados por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA). Los modelos dinámicos fueron aplicados en 158 parcelas de Nivel II.

Las **cargas críticas** definen los umbrales para los efectos de la contaminación atmosférica. Si la contaminación se encuentra por debajo de los valores críticos, se asume que no va a ocurrir ningún daño medioambiental y que se ha alcanzado una estabilidad a largo plazo del ecosistema. Las cargas críticas son obtenidas usando el principio de una balanza graduada para comparar por un lado la cantidad de contaminantes principalmente antropogénicos como entradas y por otro la cantidad aceptable de almacenaje y las salidas de estas sustancias. El sistema permanece en equilibrio mientras las cargas críticas no se excedan. Cualquier entrada adicional de contaminantes puede causar efectos dañinos.

La acidez se da en  $\text{mol}_c \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  ("mol de carga por hectárea y año"). Los Moles de carga permiten las comparaciones de la deposición de diferentes sustancias. La unidad más simple, el  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  no permite esta comparación. 1000 mol<sub>c</sub> son equivalentes a 14 Kg. de nitrógeno y 16 kg. de sulfato de azufre.

### 3.2 La deposición de nitrógeno y las altas temperaturas aceleran el crecimiento de los árboles forestales.

#### Resumen

- Los resultados sugieren que la deposición de nitrógeno lleva a un incremento en el crecimiento arbóreo. En parcelas con altas deposiciones, el crecimiento del pino, de la píceas y del haya fue considerablemente mayor que el esperado para las condiciones del lugar, densidad y edad de la masa dadas.
- El mayor incremento en el crecimiento se produjo en lugares que originalmente presentaban un nivel bajo de nitrógeno. Estos lugares con disponibilidad de nitrógeno limitada responden de manera más acusada a las aportaciones atmosféricas, como era de esperar. Investigaciones posteriores probarán si las altas deposiciones de nitrógeno prolongadas en el tiempo tendrán efectos negativos tales como un declive en los crecimientos o un incremento de la mortalidad.
- Las temperaturas a largo plazo por encima de la media durante la estación de crecimiento se correlacionan también con el incremento en el crecimiento arbóreo.

#### Las parcelas de Nivel II son la base para investigar el crecimiento arbóreo.

Los informes anteriores han sugerido que el crecimiento forestal en Europa se ha venido incrementando en las recientes décadas. Se han utilizado los datos de las Parcelas de Seguimiento Intensivo a lo largo de un periodo de 5 años para determinar la influencia de los factores medioambientales en el crecimiento (ver Fig. 3-17). La evaluación se centró en la influencia de la deposición de nitrógeno, azufre y la deposición ácida, las temperaturas, la precipitación y un índice de sequía calculado como la desviación de la media a largo plazo. El estudio incluyó

a las principales especies arbóreas: píceas, pino silvestre y haya, así como a los robles común y albar y se basó en datos de 363 parcelas.

#### Las principales especies arbóreas reaccionan a las influencias medioambientales

El crecimiento relativo de la píceas y el pino fue significativamente mayor en parcelas con altas deposiciones de nitrógeno. Para el haya también se detectó una relación positiva con la deposición de nitrógeno, aunque no fuera estadísticamente significativa (ver Fig. 3-18). En lugares que ya estaban saturados de nitrógeno este efecto fue menor mientras que la influencia del nitrógeno detectada fue mayor en lugares que presentaban un bajo status de nitrógeno. Estos resultados indican un efecto acelerador del crecimiento arbóreo por parte de la deposición de nitrógeno. En lugares que fueron sobreexplotados en el pasado y con buen aporte de otros nutrientes diferentes al nitrógeno, estas aportaciones podrían compensar las pérdidas de nitrógeno anteriores. En otros lugares es posible que, mientras que la deposición de nitrógeno aumente el crecimiento en un principio, podría causar desequilibrios nutricionales y llevar a largo plazo a una desestabilización de las masas forestales. Estos hallazgos se encuentran todavía en proceso de evaluación.

Las temperaturas por encima de la media a largo plazo durante la estación de crecimiento se encuentran correlacionadas con un crecimiento relativo más alto para las tres especies arbóreas principales (ver Fig. 3-19). Sin embargo, la sequía podría contrarrestar los efectos del incremento de temperaturas, al menos en el caso del pino y la píceas, en lugares con baja disponibilidad hídrica. En el caso del roble, con sólo 32 parcelas disponibles, los resultados no son ni consistentes ni significativos.

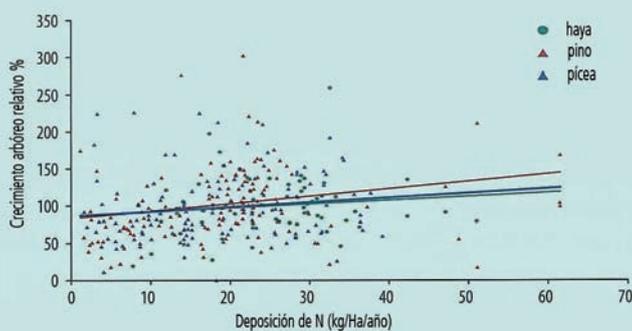


Figura 3-18: Crecimiento arbóreo relativo en relación con la deposición de nitrógeno. En general, un incremento de 1 Kg. de nitrógeno por hectárea y año contabilizó para un incremento de un 1% en crecimiento del tronco (Dobbertin y Solberg, 2007).

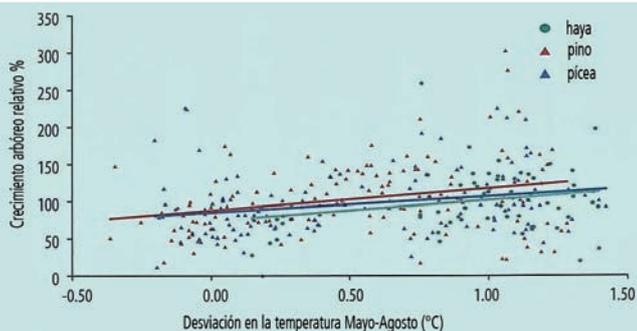


Figura 3-19: Crecimiento arbóreo relativo en relación con la desviación de la temperatura de la media a largo plazo. Una desviación en la temperatura de 0,1° C contabilizó para un incremento de entre 2 – 4% en crecimiento (Dobbertin y Solberg, 2007).

#### Cálculo del crecimiento relativo

Como muchos otros factores que influyen en el crecimiento arbóreo, además del nitrógeno y la temperatura, el crecimiento esperado se modelizó usando la productividad de la masa, la edad y un índice de densidad de la masa. Posteriormente, el crecimiento arbóreo relativo se calculó como el crecimiento real sobre el porcentaje del crecimiento esperado. El modelo explicó entre un 18% y un 39% de la varianza, correlacionando de manera positiva el crecimiento real con la productividad de la masa y de manera negativa con la edad. La productividad de la masa se tomó bien de estimaciones de expertos o de las curvas de calidad de estación.



Figura 3-17: Crecimiento arbóreo relativo en parcelas de Nivel II en Europa dado como una desviación del crecimiento medido a partir del modelizado. El incremento en el crecimiento arbóreo se observó sobre todo en parcelas de Europa Central (Dobbertin y Solberg, 2007).



Ejemplos de diferentes aparatos de muestreo usados en Parcelas de Seguimiento Intensivo en Europa. A) Francia, B) y C) Suiza, D) España. Los dosímetros pasivos proporcionan un método preciso y barato para medir exposiciones acumuladas de diferentes contaminantes atmosféricos como el ozono y no requieren energía eléctrica. Las moléculas de ozono se difunden dentro del aparato donde son absorbidas. Tras el análisis en laboratorio dan un valor de concentración medio a lo largo del tiempo.

### 3.3. Después de un año 2003 extremo, las concentraciones de ozono volvieron a bajar en 2004

#### Resumen

- El ozono a nivel del suelo es el contaminante atmosférico tóxico más importante para las plantas a nivel mundial y contribuye al calentamiento global.
- Los dosímetros pasivos de la red de seguimiento de Nivel II del ICP Forests constituyen la única campaña transnacional de mediciones armonizadas para una amplia selección de áreas forestales remotas en Europa.
- A lo largo de los periodos de medición 2003 – 2004, las concentraciones fueron mayores en 2003 y relativamente bajas en 2004, probablemente debido a las condiciones climáticas opuestas durante las respectivas temporadas.
- Todos los años se excedieron frecuentemente los niveles críticos para las especies forestales sensibles (AOT40) durante la época de verano.
- El flujo de ozono en los bosques se modelizó satisfactoriamente, basándose en los datos del seguimiento intensivo.

#### El ozono a nivel del suelo es tóxico para las plantas y contribuye al calentamiento global

Las concentraciones actuales de ozono ( $O_3$ ) a nivel del suelo (troposférico) se consideran, con diferencia, el contaminante atmosférico gaseoso más importante para las plantas a nivel mundial. Además, el ozono troposférico ha sido considerado como un importante gas de efecto invernadero y contribuye significativamente al “calentamiento global”. Las elevadas concentraciones de  $CO_2$  en la atmósfera estimulan el crecimiento de las plantas y por tanto el potencial de sumidero de las plantas, pero estos efectos mitigantes son potencialmente reducidos por la toxicidad del ozono. La formación del ozono tiene lugar bajo radiación solar intensa y altas temperaturas y se ve reforzada por la presencia de contaminantes como óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. Se prevé que las concentraciones de ozono en áreas remotas permanecerán altas o incluso se incre-

mentarán, subrayando la necesidad de continuar con el seguimiento en Europa.

#### Los dosímetros pasivos proporcionan un método de seguimiento con buena relación coste efectividad para áreas remotas

Los dosímetros “pasivos” usados en la Red de seguimiento de Nivel II del ICP Forests constituyen la única campaña transnacional de mediciones armonizadas para una amplia selección de áreas forestales remotas en Europa. Este método proporciona datos sobre niveles ambientales de ozono y exposiciones a contaminantes a lo largo de Europa lo que también juega un papel importante para la validación de los modelos a gran escala de los ecosistemas forestales Europeos.

#### Las concentraciones de ozono a lo largo del periodo 2003 - 2004

Dentro de Europa, las concentraciones más elevadas de ozono en áreas forestales se encuentran típicamente en el Sur (ver Fig.

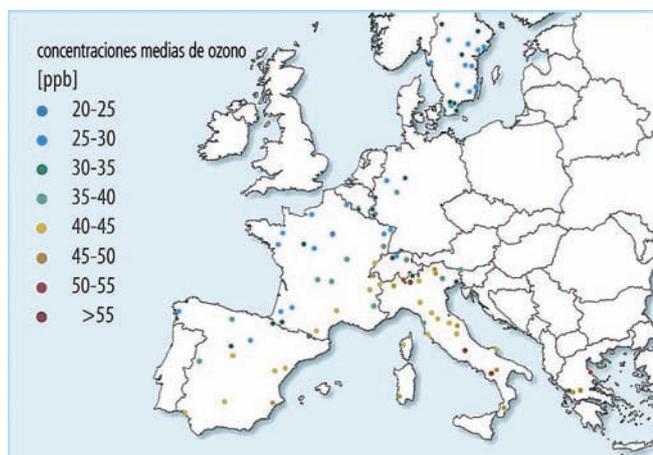


Figura 3-20: Concentraciones medias de ozono para Abril – Septiembre en 2000 – 2004. Debido a la elevada radiación solar, las concentraciones típicamente se incrementan del Norte al Sur de Europa.

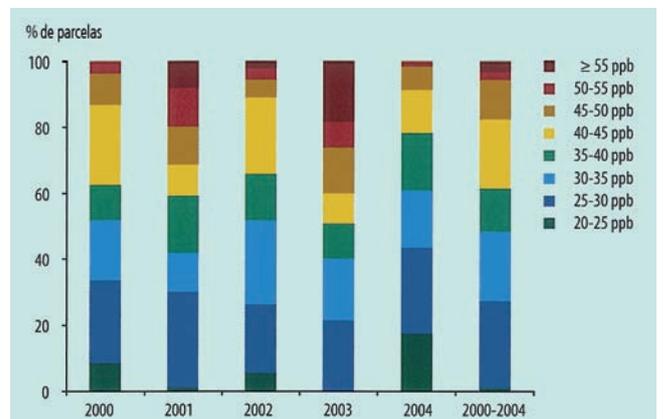


Figura 3-21: Proporción de parcelas pertenecientes a 8 clases de concentraciones de ozono basado en los valores medios de ozono (Abril – Septiembre) 2000 – 2004. Solo se consideraron las parcelas con al menos un 70% de datos cubiertos durante el periodo de observación.



3-20). A lo largo del periodo 2000 a 2004 las concentraciones más altas se midieron en 2003, un año con uno de los veranos más calurosos que se han registrado en Europa. Las altas temperaturas del aire medidas en el verano de 2001 también se ven reflejadas en los altos niveles de ozono durante ese año. En los cinco años del periodo de estudio, las menores concentraciones se dieron en 2004, debido a la radiación solar relativamente baja registrada durante Abril–Septiembre 2004 (Fig. 3-21).

### Los niveles críticos de ozono para la vegetación sensible se exceden frecuentemente

Los datos de los dosímetros pasivos se han usado con éxito para modelizar el AOT40 (ozono acumulado por encima de un umbral de 40 partes por billón), es decir el índice usado para identificar un posible riesgo para la vegetación sensible. Un reciente chequeo del modelo para el caso de 24 parcelas italianas a lo largo del periodo 2000 – 2004 reveló un exceso continuo del nivel crítico establecido por la CEPE de NNUU para la vegetación sensible bajo

condiciones de sensibilidad (5000 ppb\*h) en todas las parcelas. Sin embargo, se continúa investigando hasta qué punto estos excesos pueden conducir a efectos adversos en la vegetación forestal.

### Los estudios de flujos de ozono constituyen un enfoque moderno para evaluar los efectos sobre la vegetación forestal

Los estudios recientes se han centrado en qué cantidad del contaminante gaseoso es absorbido por las plantas. El así llamado flujo de ozono puede ser estimado por modelos de proceso basados en los datos de las parcelas de seguimiento intensivo de Nivel II. Los modelos requieren nutrirse de datos (ver Fig. 3-22) ya que necesitan predecir los procesos fisiológicos complejos que dependen sucesivamente de factores medioambientales como las condiciones climáticas, de suelo y del lugar y la estructura de la masa forestal incluyendo la edad de las plantas, la composición específica y otros factores. El desarrollo posterior y la validación de los modelos de flujos de ozono se está llevando a cabo actualmente en colaboración con el Programa de Cooperación

Internacional para la Evaluación de los Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Vegetación Natural y los Cultivos (ICP Vegetation).

### Se está desarrollando un enfoque estandarizado de las evaluaciones

Se ha demostrado que la evaluación de los daños visibles inducidos por el ozono en hojas y acículas constituye un método útil y nada caro para evaluar los efectos del ozono en los ecosistemas forestales. Con objeto de estandarizar las evaluaciones de los daños visibles por ozono y su relevancia a nivel de flujos, en la actualidad se está probando en una submuestra de parcelas de Nivel II la idoneidad como bioindicadores de los clones de un genotipo de chopo sensible al ozono (*Populus x berolinensis*). El enfoque mediante bioindicadores proporciona datos estandarizados de referencia valiosos sobre los efectos del ozono, que pueden ser útiles para una mejor comprensión de la evaluación de los riesgos del ozono para los ecosistemas forestales en Europa (Ej. la determinación de los flujos críticos).

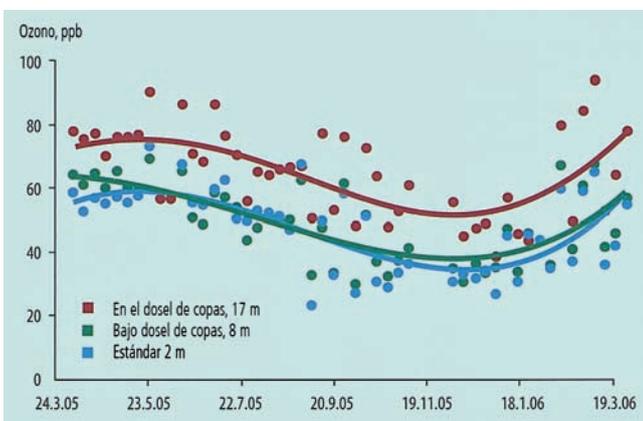


Figura 3-22: Concentraciones de ozono a diferentes alturas del dosel de copas en una parcela italiana de Nivel II entre marzo de 2005 y marzo de 2006 (Bussotti y Ferretti, 2007). Con objeto de estimar la captación de ozono por los árboles forestales se requieren evaluaciones muy detalladas e intensivas de los datos.



Típicos síntomas visibles inducidos por el ozono en una hoja de chopo.

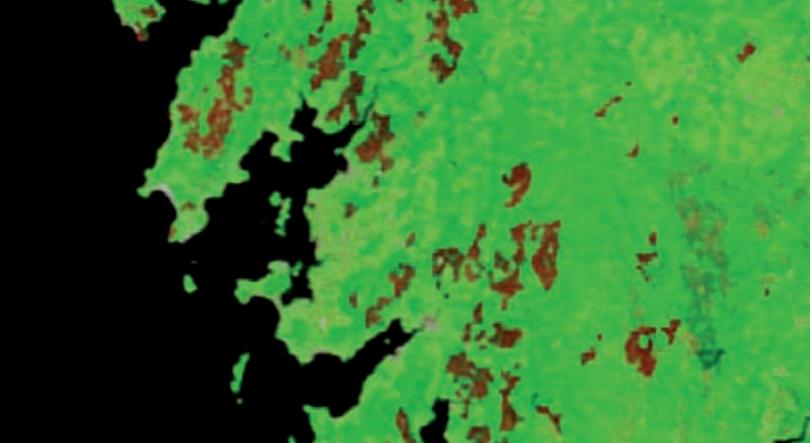


Imagen de satélite mostrando visiblemente la situación en cuanto a áreas quemadas en Galicia, España, el 21 de agosto de 2006.

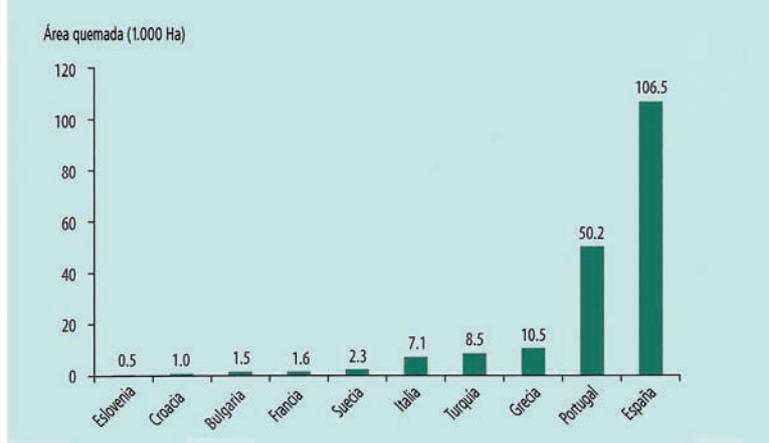


Figura 3-24: Área forestal quemada en un cierto número de países en verano de 2006 tal y como fue representada en los mapas mediante el uso de imágenes de satélite.

### 3.4 2006 no fue un año excepcional para los incendios forestales

#### Resumen

- La campaña de verano de incendios forestales 2006 se ha caracterizó por condiciones medias en cuanto al riesgo de incendios en la región Mediterránea. Los incendios forestales más extensos tuvieron lugar en Galicia, España.
- La ocurrencia de los incendios forestales depende en gran medida de las condiciones meteorológicas específicas. El Índice Meteorológico de Incendios calculado por la Comisión Europea se basa en datos meteorológicos y puede proporcionar información fiable sobre el riesgo real de incendios en diferentes zonas de Europa.

#### El riesgo de incendios se puede calcular en base a datos meteorológicos

El nivel de riesgo de incendios se analiza y se refleja continuamente en mapas mediante el módulo de Previsión de Peligro de Incendios de EFFIS. El Índice Meteorológico de Incendios (FWI) se usa

como indicador de riesgo de incendios (ver Fig. 3-23).

#### Las imágenes de satélite constituyen una importante base para el análisis de la situación en cuanto a incendios forestales

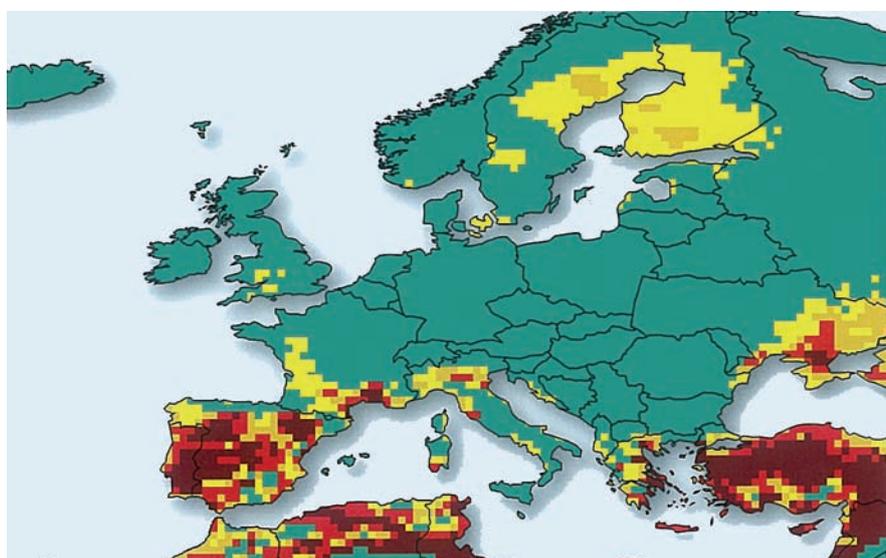
El trazado de mapas de áreas forestales quemadas en Europa se realiza mediante el análisis de imágenes de satélite (MODIS). Esta Evaluación Rápida de Daños corresponde sólo a las superficies quemadas de 50 o más hectáreas. Las estadísticas oficiales sobre área total quemada y número de incendios, basadas en información de campo, se proporcionan anualmente por parte de los Estados miembros y son compiladas en los informes de incendios publicados por el Centro Conjunto de Investigación.

#### España fue el país con mayor superficie afectada por incendios forestales

El Sistema de Información sobre Incendios Forestales (EFFIS) ha sido desarrollado en el Centro Conjunto de Investigación y proporciona informa-

ción actualizada sobre la situación en cuanto a incendios forestales en Europa. La campaña de incendios forestales en el verano de 2006 se caracterizó por condiciones medias en cuanto a peligro de incendios en la región mediterránea, con condiciones localizadas de alto peligro de incendios durante el mes de agosto en el Noroeste de España y Norte de Portugal. Este hecho se tradujo en un elevado número de incendios que condujo a una superficie quemada inusualmente extensa en la región de Galicia, España. En Europa Central y del Norte hubo unos pocos períodos inusuales de peligro de incendios lo que condujo, por ejemplo, a un aumento del número de incendios en Noruega y a incendios excepcionalmente grandes en Suecia (ver Fig.3-24).

Información adicional:  
<http://effis.jrc.it/>



Riesgo de incendios (previsión de 1 día de 08.08.2006)

- Muy bajo riesgo
- Bajo riesgo
- Riesgo moderado
- Alto riesgo
- Muy alto riesgo

Figura 3-23: Índice climático de incendios (FWI) para Europa el 8 de Agosto de 2006 tal y como fue calculado por el Sistema de Información de Incendios Forestales del Centro Conjunto de Investigación de la UE. En 2006, el indicador de riesgo se correlacionaba estrechamente con las regiones donde ocurrían realmente los incendios.



Ejemplar de pino silvestre infectado por roya de tronco



Larvas del coleóptero perforador de robles *Agilus biguttatus*, alimentándose de la madera bajo la corteza de un roble europeo.



Síntomas de sequía sobre encina en España.

### 3.5 Los insectos y hongos son factores importantes que afectan al estado del árbol

#### Resumen

- En los dos últimos años se ha implantado con éxito un nuevo sistema que implica una evaluación más detallada de los factores que influyen en el estado de los árboles.
- El roble y el haya fueron las especies con mayor número de árboles con síntomas de daños. Los insectos y hongos fueron las causas más comúnmente señaladas.
- Cuando las series temporales sean más extensas, los datos serán no solo una base importante para la interpretación del estado sanitario del árbol sino que contribuirán, con información sobre las especies, a las discusiones en curso sobre biodiversidad y reflejarán las reacciones del ecosistema ante el cambio climático.

Además de la defoliación, otros muchos síntomas pueden proporcionar información sobre la vitalidad y el estado sanitario del árbol, como la decoloración de hojas, la presencia de ramas secas o heridas en el tronco. Conocer su presencia es esencial para el estudio de los mecanismos causa – efecto. Desde el principio del

ICP Forests, mediante el programa de seguimiento en los puntos de Nivel I se ha recogido información sobre la presencia o ausencia de ocho causas de daños fácilmente identificables. En 2004, se implantó un nuevo método para la evaluación de las causas de daños, permitiendo la recogida más detallada de información.

#### El roble y el haya presentaron las proporciones más elevadas de árboles con síntomas de daños

Se evaluaron datos de 2006 recogidos a partir de 80.093 árboles en 4.464 puntos de Nivel I localizados en 19 países. El roble y el haya presentaron la mayor proporción de árboles con síntomas observados (ver Fig. 3-25). Los defoliadores fueron parte importante de estos síntomas para ambas especies. Esto ayuda a explicar que los valores de defoliación media de estas especies sean mayores que los de las coníferas (ver Fig. 2-2). Las causas de daños pudieron ser identificadas para cerca de la mitad de los síntomas evaluados. Los insectos y los factores abióticos como la sequía, la nieve y las tormentas constituyen las causas de daños observadas en mayor proporción (ver Fig. 3-26). En el caso de los

*Quercus* es bien conocido que existe un gran número de insectos que de manera natural viven y dependen de ellos. De esta manera, la información sobre factores que influyen el estado del árbol refleja también aspectos de la biodiversidad y los síntomas observados no son exclusivamente interpretados como daños.

#### Datos de referencia sobre estado sanitario, aspectos de biodiversidad y cambio climático

El nuevo sistema de evaluación de causas de daños se ha implantado con éxito y han comenzado las primeras evaluaciones. Los resultados hasta el momento indican que sólo unos pocos síntomas son comunes y que su importancia relativa varía entre las especies arbóreas. Almacenar los registros de síntomas de daños y factores causales a lo largo de los años proporcionará datos de referencia para cuantificar su influencia en el estado sanitario del árbol así como su papel en la dinámica de las masas forestales. El sistema contribuirá también con los conocimientos adquiridos sobre aspectos de biodiversidad y sobre las reacciones de los ecosistemas forestales ante el cambio climático.

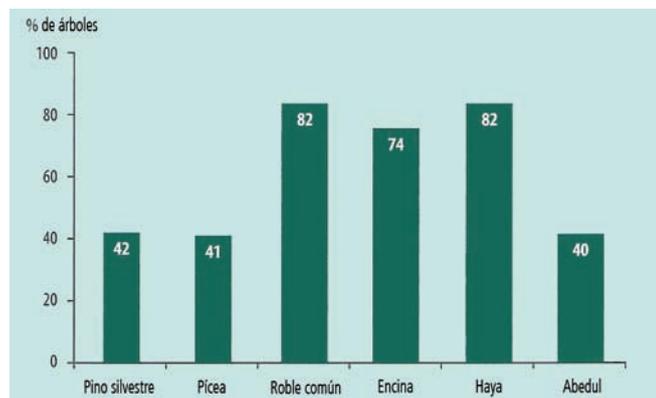


Figura 3-25: Porcentaje de árboles con síntomas registrados. Las especies de robles y hayas tuvieron las proporciones más elevadas de árboles con causas de daños anotadas.

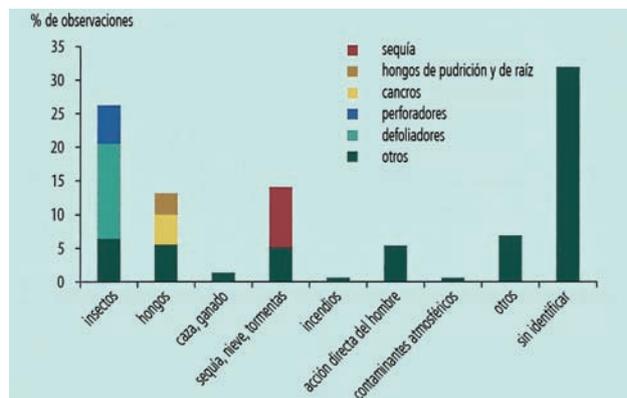


Figura 3-26: Porcentaje de causas de daños observadas. Los insectos, hongos e influencias climáticas fueron las más frecuentes.



Madera muerta en un hayedo Centroeuropeo en tierras bajas



Parcela estructurada de pino marítimo con estratos arbustivo y herbáceo ricos en especies en la región Mediterránea.

## 4. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA SE ENCUENTRA BAJO OBSERVACIÓN

### Resumen

- La información sobre los bosques Europeos tiene que abarcar la gran diversidad de tipos de bosques que existen en el continente. La aparición de una nueva clasificación de tipos de bosques ha resultado muy valiosa en este contexto.
- Los tipos de bosque y las características del lugar determinan fuertemente la riqueza en especies de la vegetación forestal. La estructura de la masa y la gestión forestal influyen también en la presencia de líquenes epífitos y en menor medida las plantas del estrato herbáceo.
- Las altas cargas de deposición de nitrógeno y azufre son impactos antrópicos relacionados con la baja diversidad de herbáceas y líquenes epífitos en cerca de 100 parcelas en Europa. Sin embargo, esto podría deberse, al menos en parte, al número naturalmente bajo de especies presentes en los hayedos y bosques de repoblación localizados en áreas con alta deposición.
- Dentro del proyecto de demostración BioSoil, actualmente se recoge información representativa a gran escala sobre diversidad biológica forestal en más de 4000 puntos de la red de Nivel I.

### Las evaluaciones de biodiversidad cobran importancia

En 2002, los ministros de Medio Ambiente de Europa acordaron poner fin a la pérdida de biodiversidad para el año 2010. Este

ambicioso objetivo necesita ser apoyado por información representativa y fiable sobre el estado biológico de los bosques en Europa. Dentro del Programa Europeo de Seguimiento, con cofinanciación de la Comisión Europea, desde el principio se

han evaluado algunos indicadores relacionados con la diversidad biológica tales como las especies arbóreas y la vegetación. Bajo el Reglamento Forest Focus se realizó una fase test específica sobre biodiversidad en 96 parcelas de seguimiento

### Indicadores para biodiversidad

La diversidad biológica se evalúa mediante un cierto número de indicadores, ya que es prácticamente imposible evaluar la diversidad de todos los organismos vivos.

#### Madera muerta

La presencia de madera muerta se considera un parámetro clave para la biodiversidad forestal ya que proporciona nutrición y habitats para muchas especies, específicamente para insectos, hongos, musgos y líquenes, su presencia o ausencia está fuertemente relacionada con el manejo forestal y el aprovechamiento de madera.

#### Estructura de la masa

Las masas forestales estructuralmente diversas contienen más estratos verticales de árboles y arbustos y muestran un patrón de distribución horizontal de árboles más aleatorio. Se asume que dichas masas se asocian con un rango más extenso de tipos de habitats. Por ejemplo, se observa una relación estrecha entre la estructura de las masas forestales y la presencia de especies de aves.

#### Líquenes epífitos

Los líquenes epífitos crecen en la corteza de los árboles. Los líquenes son organismos vivos longevos, con alta sensibilidad a las influencias medioambientales incluyendo la contaminación atmosférica. Se ha demostrado que la presencia de líquenes depende de parámetros climáticos y de la estructura de la masa.

#### Vegetación

Muchas plantas dependen de tipos específicos de suelos y de tipos de habitats. La composición en especies de plantas puede relacionarse con las condiciones medioambientales. Las evaluaciones de vegetación han sido realizadas desde el principio del Programa de Seguimiento Intensivo.



La especie de líquen *Hypogamnia physodes*



Coloración otoñal de arbustos de mirtilo en una combinación típica con líquenes de suelo en Escandinavia.

(ForestBIOTA). En 2006 comenzó un proyecto de demostración relacionado (BioSoil) en los puntos de Nivel I. La aplicación de una nueva clasificación de tipos de bosque constituyó una base importante para las evaluaciones (ver Fig. 4-1).

### Por encima de todo: la diversidad en tipos de bosque

Es esencial tener una perspectiva regional para comprender, evaluar e informar acerca de los indicadores de gestión forestal sostenible. Por ello, se aplicó a las

parcelas de seguimiento intensivo una nueva clasificación de tipos de bosque propuesta por la Agencia Europea de Medio Ambiente (ver Figs. 1-1 y 4-1). Se calcularon las medias para un cierto número de índices por cada tipo de bos-

Tipo de bosque	Número de parcelas (varía según el muestreo)	Especies arbóreas por parcela	pH del suelo	Índice de acidez de las plantas *	Índice de nitrógeno de las plantas *	Índice de temperatura de las plantas *	Exceso en las cargas críticas de nitrógeno (mol <sub>c</sub> .ha <sup>-1</sup> .a <sup>-1</sup> )	Deposición de NH <sub>4</sub> <sup>**</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> .a <sup>-1</sup> )	Deposición de NO <sub>3</sub> <sup>**</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> .a <sup>-1</sup> )
Boreal	17 - 136	2.1	3.6	2.8	2.8	4.0	0.01	0.7	0.8
Hemiboreal/nemoral de coníferas y mixto	30-190	2.2	3.4	3.4	3.9	5.0	729.5	5.1	5.3
Coníferas Alpinas	34-196	3.1	3.8	4.6	4.6	4.4	439.0	5.5	6.3
Roble acidófilo	9-59	3.2	3.5	4.2	4.4	5.3	682.8	5.2	3.8
Frondosas mesofíticas	13-97	4.5	3.9	5.6	5.1	5.3	410.6	8.1	5.9
Haya	29-152	2.9	4.0	5.0	5.2	5.1	216.3	6.8	6.9
Haya de montaña	9-84	2.9	4.2	5.3	5.3	4.9	237.0	6.8	7.4
Frondosas termófilas	13-29	2.1	5.3	6.3	4.6	6.0	-	-	-
Frondosas siempreverdes	21-32	2.3	5.2	5.7	3.6	6.3	-	-	-
Coníferas Mediterráneas	7-30	1.3	5.4	5.8	3.5	6.2	196.4	2.7	5.7
Plantaciones	23-129	1.7	3.9	3.5	3.9	5.3	592.2	6.4	5.4

tabla 4-1: Medias de los parámetros clave seleccionados por tipos de bosque, calculados para parcelas de seguimiento intensivo. Las celdas sombreadas indican valores altos. Todos los parámetros difieren significativamente entre tipos de bosque. Resulta esencial tener una perspectiva regional para realizar el seguimiento e información para el manejo forestal sostenible.  
 \*Principal indicador Ellenberg      \*\*suma de la deposición bajo el dosel de copas y de escorrentía por el tronco

que. Tal y como se esperaba, los resultados mostraron diferencias significativas en la composición de las especies de plantas, en las propiedades del suelo y en las excepciones de las cargas críticas a lo largo y ancho de Europa (ver Tab.4-1). Los bosques boreales se encuentran en el norte de Europa. Aquí, las especies de plantas y el pH medido del suelo indican un suelo más ácido de manera natural. La deposición y el exceso de cargas críticas son bajos en esta zona. Los hayedos están localizados en su mayor parte en Europa Central. Las aportaciones de nitrógeno en este tipo de bosque están entre las más altas. En los bosques de frondosas perennifolias localizados en áreas Mediterráneas, los suelos son menos ácidos y las plantas se encuentran adaptadas a temperaturas más elevadas.

### La presencia de musgos, herbáceas y líquenes difiere de manera natural en los bosques en Europa.

Las especies herbáceas, los líquenes y los musgos constituyen una parte importante de la diversidad biológica en muchos tipos de bosques. Por ello, se realizaron evaluaciones en profundidad dentro del proyecto ForestBIOTA. En los bosques boreales, los musgos y líquenes normalmente dominan la vegetación del suelo. La vegetación en los hayedos de zonas bajas suele ser pobre en especies. Un gran número de líquenes epífitos suele ser típico de parcelas en los hayedos de montaña. Las parcelas Alpinas y Mediterráneas mostraron el mayor número en especies herbáceas (ver Fig. 4-2).

### Los líquenes epífitos son más sensibles a la estructura de la masa que la vegetación

Comparado con los factores geográficos u otros factores del lugar, la estructura de la masa y por ello el manejo forestal son los elementos que tienen menos influencia de todos en la riqueza de los grupos de especies observados. La diversidad del estrato de musgo no estaba relacionada con la estructura de la masa a escala Europea. En el caso de las herbáceas, los mayores números de especies se detectaron en parcelas con más de tres estratos. En las parcelas con mayores densidades y con una distribución de pies irregular y en grupos se observó un gran número de especies de líquenes epífitos. Esto sugiere que son más sensibles a la estructura de la masa que la vegetación del suelo. La deposición tanto de amonio como

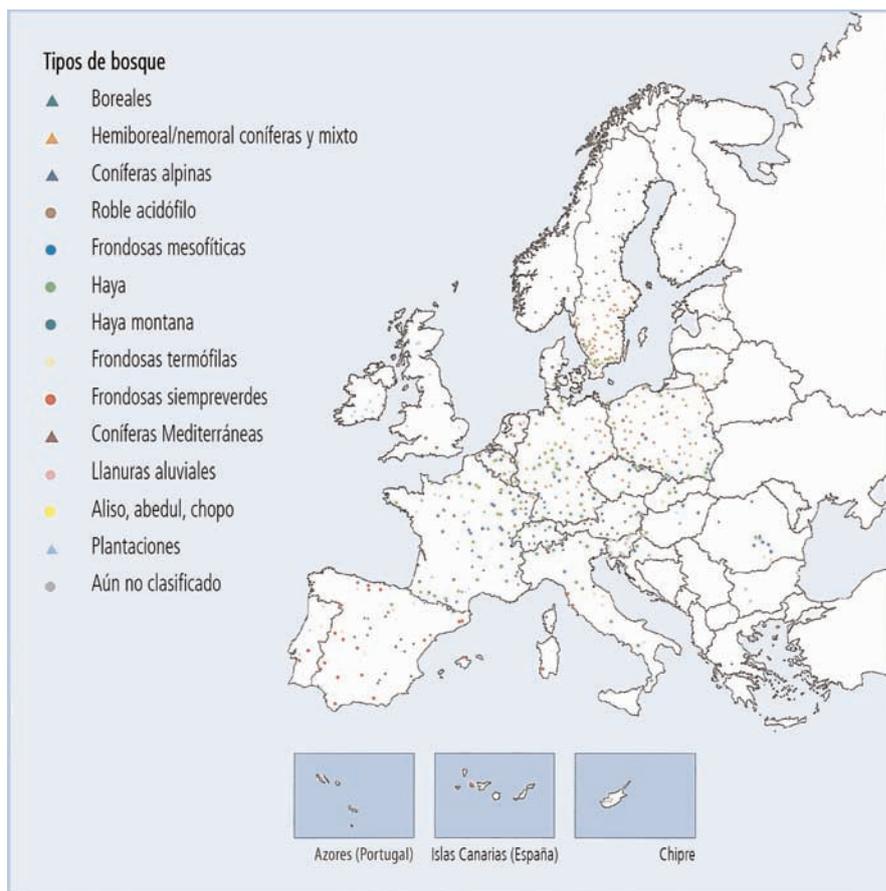


Figura 4-1: Parcelas de Nivel II clasificadas de acuerdo a tipos de bosque.

de sulfato estaba relacionada negativamente con el número de especies herbáceas y de líquenes epífitos.

En el caso de las herbáceas, este efecto podría deberse al menos en parte al número naturalmente bajo de especies presentes en los hayedos y bosques de repoblación localizados en áreas con altas aportaciones de amonio atmosférico. Las influencias adicionales, como las perturbaciones naturales y antropogénicas, no fueron objeto del presente estudio (ver Tab. 4-2).

### Actualmente se está recogiendo información sobre biodiversidad a gran escala

Los resultados arriba presentados se basan en cerca de 100 parcelas seleccionadas de seguimiento intensivo. Hasta hace poco tiempo no había un sistema de seguimiento de la biodiversidad forestal a gran escala en Europa. Sin embargo, la plataforma del sistema de seguimiento de Nivel I representa una oportunidad ideal para medir y describir la biodiversidad forestal a nivel de parcela y recolectar información armonizada y relevante para la biodiversidad forestal a nivel Europeo. La así llama-

da iniciativa BioSoil, cofinanciada bajo el Rgto. Forest Focus, tiene como objetivo evaluar y demostrar la eficacia de la red sistemática de Nivel I como herramienta representativa para el seguimiento de la biodiversidad forestal en Europa. El proyecto BioSoil también aspira a apoyar las políticas tanto nacionales como internacionales sobre biodiversidad forestal probando una serie de indicadores de biodiversidad seleccionados, reconocidos internacionalmente, robustos y prácticos, mediante un muestreo a gran escala; y a desarrollar la metodología práctica en un manual. Otro objetivo importante del proyecto es mejorar el marco común de referencia para integrar otra información y los proyectos en marcha (incluyendo la iniciativa de suelos de BioSoil) sobre biodiversidad forestal, con objeto de obtener el máximo valor añadido.

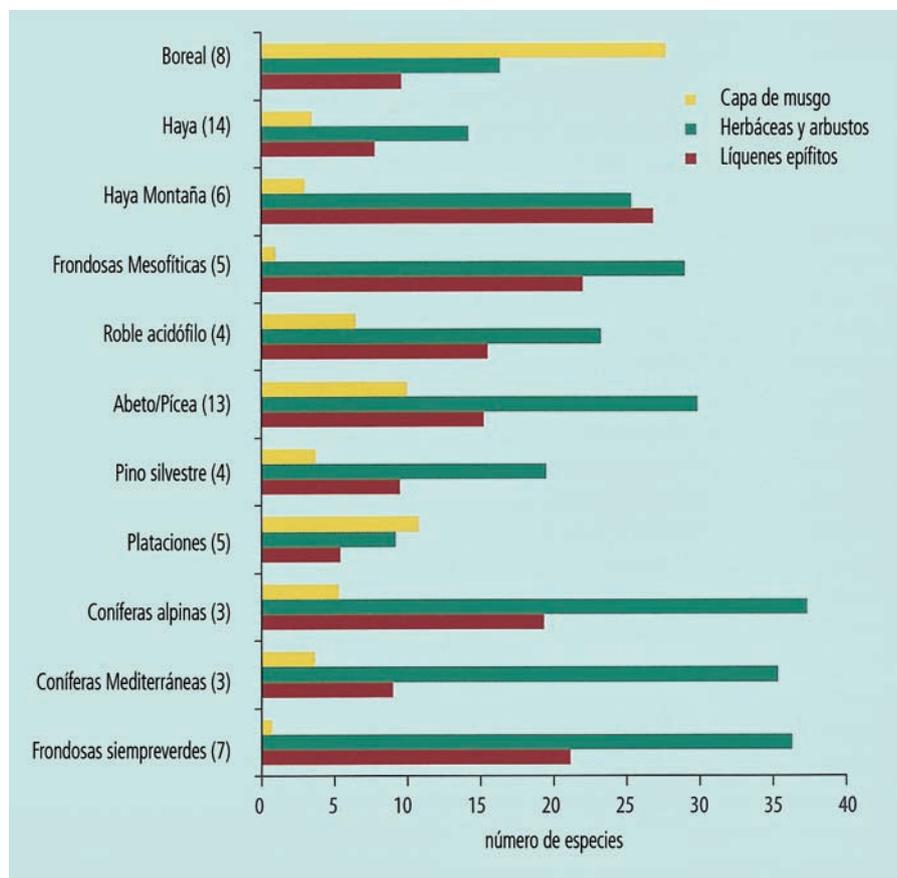
El proyecto fue realizado durante los veranos de 2006 y 2007. La caracterización y el seguimiento incluyen el diseño general y la descripción de la parcela, la clasificación en categorías forestales y la verificación del tipo real de bosque, la diversidad forestal estructural (diáme-

		Capa de musgo		Herbáceas y arbustos		Líquenes epífitos	
		Número de especies	Uniformidad	Número de especies	Uniformidad	Número de especies	Uniformidad
Situación Geográfica	Gradiente Norte/sur (*latitud)	++		--		--	--
	Gradiente Este/Oeste (*longitud)						
	Altitud (m. sobre nivel mar)			++		++	++
Lugar	pH del suelo (capa orgánica)	--		++		++	++
	Número de estratos arbóreos			++			
	Número de árboles por Ha.					++	
	Área cubierta por troncos arbóreos (área basal)			--			
	Regularidad en la distribución horizontal de los árboles					++	++
	Edad de la masa						
	Densidad de las copas arbóreas (densidad del dosel de copas)						
Deposición atmosférica	Amonio (NH <sub>4</sub> - N)			--			--
	Nitrato (NO <sub>3</sub> - N)						
	Azufre (SO <sub>4</sub> - S)			--			--

Tabla 4-2: Correlaciones entre la diversidad en especies y diferentes parámetros estructurales de la masa y medioambientales (-- importante correlación negativa, ++ importante correlación positiva). A escala Europea, los factores geográficos y del lugar muestran más relación con la riqueza en especies que la estructura de la masa. Los líquenes epífitos son los más sensibles a los factores medioambientales evaluados. La uniformidad describe si unas pocas especies son dominantes o si las especies se presentan con frecuencias similares.

tros, composición específica de todas las plantas leñosas, densidad del dosel de copas, estratos arbóreos y madera muerta) y la diversidad forestal composicional, entendido como lista de especies de plantas vasculares. Veintiún países Europeos están llevando a cabo evaluaciones de campo en más de 4000 puntos de Nivel I. Se encuentran disponibles los primeros resultados de una categorización forestal basada en la colección completa de datos transnacionales (ver Fig. 1-1). Los datos serán remitidos al Centro Conjunto de Investigación y tras su validación serán introducidos dentro de la base de datos de Forest Focus.

Tabla 4-2: Correlaciones entre la diversidad en especies y diferentes parámetros estructurales de la masa y medioambientales (-- importante correlación negativa, ++ importante correlación positiva). A escala Europea, los factores geográficos y del lugar muestran más relación con la riqueza en especies que la estructura de la masa. Los líquenes epífitos son los más sensibles a los factores medioambientales evaluados. La uniformidad describe si unas pocas especies son dominantes o si las especies se presentan con frecuencias similares.





Paisaje forestal en Noruega

## 5. CONCLUSIONES

### **En 41 países se ha implantado un sistema único de seguimiento forestal**

Durante más de 20 años el Programa ICP Forests y la Comisión Europea han realizado de manera conjunta un seguimiento del estado de los bosques. Hoy en día, el programa conjunto es una de las redes de bioseguimiento más grandes del mundo. El sistema combina un enfoque de inventario con el seguimiento intensivo. Proporciona datos fiables y representativos sobre la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales y ayuda a detectar las respuestas de los ecosistemas forestales a un medioambiente cambiante. Los datos recogidos hasta el momento constituyen una importante contribución para varios programas e iniciativas internacionales, tales como la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) y la Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa (MCPFE).

### **El Programa proporciona un sistema de alerta temprana ante factores de estrés tales como los contaminantes atmosféricos y el cambio climático**

A principios de los años 80 se observó en Europa un dramático deterioro en el estado de los bosques al mismo tiempo que se inició la implantación del seguimiento del estado de los bosques bajo la CLRTAP. La evaluación anual del estado de los bosques permite obtener una imagen integral del estado actual y de los cambios en el espacio y en el tiempo. Los resultados muestran los efectos de la deposición ácida sobre el estado de las copas arbóreas, que acentúan la influencia de otros factores de estrés como los insectos, hongos y los eventos climáticos. La sequía en la región medi-

terránea a mediados de los años 90 y el verano extraordinariamente cálido que se vivió en gran parte de Europa en 2003 condujeron a un incremento de la defoliación como reacción natural de los árboles a este tipo de factores de estrés. En 2006 se produjo una cierta recuperación general del estado del arbolado, el primer año después de muchos en los cuales se registraron deterioros. Sin embargo es muy probable que Europa tenga que enfrentarse a los efectos del cambio climático en un futuro cercano, incluyendo la alteración de los ecosistemas forestales, cambios en la productividad agrícola, forestal y pesquera, incremento del riesgo de inundaciones, erosión y pérdida de humedales. Aunque las especies forestales han respondido ante los cambios medioambientales a lo largo de su evolución histórica, las especies y sus ecosistemas se ven afectados de manera primordial por el rápido ritmo de cambios inducidos por el hombre.

### **Las entradas de Nitrógeno siguen siendo una fuerza motriz en el cambio del estado de los bosques**

La deposición atmosférica ha sido el eje específico del programa desde su inicio. Las evaluaciones actuales muestran descensos en las entradas de azufre en el 30% de cerca de 200 Parcelas de Seguimiento Intensivo desde 1999, lo cual es resultado de las políticas de aire limpio implantadas bajo la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia y la legislación de la Unión Europea. Sin embargo, las deposiciones de nitrógeno aun exceden las cargas críticas en un gran número de parcelas. Además, el legado de anteriores aportaciones afecta aún hoy en día al estado de los bosques. Los estudios han mostrado que el riesgo por tor-



mentas/temporales se incrementa en suelos ácidos. Se puede observar el efecto de la deposición de nitrógeno sobre la abundancia de vegetación herbácea y sobre el incremento del crecimiento arbóreo en las parcelas de seguimiento intensivo en Europa.

### **La diversidad biológica se encuentra entre los temas más complejos y exigentes a evaluar**

Las campañas de seguimiento recientemente lanzadas aportan información a los procesos políticos bajo el Convenio de Diversidad Biológica. Se ha aplicado una nueva clasificación de tipos de bosque en los puntos de Nivel I y parcelas de Nivel II, clasificación que fue propuesta por la Agencia Europea de Medio Ambiente y que podría ser considerada para posteriores informes. Se han desarrollado métodos para la evaluación de indicadores tales como madera muerta, estructura de la masa, vegetación y líquenes epífitos. Actualmente se están llevando a cabo evaluaciones en cerca de 4000 puntos de Nivel I dentro del proyecto “BioSoil” financiado por la Unión Europea, que constituye el primer enfoque a gran escala de seguimiento de la biodiversidad forestal en Europa. Se han cuantificado las relaciones entre la estructura de la masa y la diversidad de grupos de especies tales como líquenes epífitos, plantas o musgos sobre suelo forestal. Con objeto de facilitar la interpretación de resultados un grupo de expertos ha empezado a elaborar métodos para la aplicación del concepto de naturalidad. Otros grupos adicionales de especies como pájaros o coleópteros podrían ser objeto de seguimiento en los puntos y parcelas del programa en el futuro.

### **La cooperación sigue siendo importante para el desarrollo futuro del sistema de seguimiento**

La larga cooperación entre ICP Forests y la Comisión Europea ha permitido la implantación de un sistema de seguimiento armonizado y operativo. La mayoría de los países del ámbito pan-europeo participa en el programa que se ha convertido en uno de los principales proveedores de datos para la Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa. Se han llevado a cabo contribuciones a la Evaluación de Recursos forestales de FAO, al Convenio sobre Diversidad biológica y a otras iniciativas y programas internacionales. En la actualidad se están llevando a cabo actividades para enlazar la Red de Nivel I con los Inventarios Forestales Nacionales. Se ha celebrado un primer taller conjunto con la Red Europea de Inventarios Forestales Nacionales (ENFIN).

Las principales piedras angulares del éxito del programa son los fuertes compromisos nacionales, la implicación y compromiso de los expertos nacionales y su labor activa en los Paneles de Expertos y Grupos de Trabajo, así como la colaboración ejemplar del centro Coordinador del Programa ICP Forests y los servicios de la Comisión Europea.

Los nuevos desafíos que provienen de la contaminación atmosférica, la pérdida de diversidad biológica y los efectos del cambio climático sobre los bosques así como la importancia creciente de los bosques como una fuente de recursos renovables justifican los esfuerzos conjuntos necesarios para mantener el programa y mejorarlo con vistas a futuras necesidades.

## ANEXO I: BOSQUES, MUESTREOS Y CLASES DE DEFOLIACIÓN EN PAÍSES EUROPEOS (2006)

### - Resultados de los muestreos nacionales remitidos por los Centros Focales Nacionales -

Países participantes	Área muestreo (x 1000 ha)	% terreno forestal respecto al área total	Tamaño malla (km x km)	Nº de puntos muestreo	Nº de árboles muestra	Defoliación de todas las especies por clases (agregadas), muestreos nacionales		
						0	1	2-4
Albania	1036	35.8	10 x 10	299	8970	44.0	45.0	11.0
Alemania	11076	28.9	16Ç / 4Ç	423	10327	31.8	40.6	27.6
Andorra	17		16 x 16	3	74	18.9	58.1	23.0
Austria	3878	46.2	16 x 16	135	3425	57.8	27.2	15.0
Bélgica	691	22.8	4Ç / 8Ç	121	2841	33.1	49.0	17.9
Bielorrusia	7812	37.8	16 x 16	398	9373	37.4	54.7	7.9
Bulgaria	4064	29.9	4Ç/8Ç/16Ç	141	5069	17.3	45.3	37.4
Chipre	298	32.2	16x16	15	360	11.7	67.5	20.8
Croacia	2061	36.5	16 x 16	88	2108	41.6	33.6	24.8
Dinamarca	468	10.9	7Ç/16Ç	22	528	64.2	28.2	7.6
Eslovenia	1099	54.2	16 x 16	45	1080	31.0	39.7	29.3
España	11588	30.9	16 x 16	620	14880	17.2	61.2	21.6
Estonia	2264	49.4	16 x 16	92	2191	46.6	47.2	6.2
Fed. Rusa	8125	73.2				No hubo muestreo en 2006		
Finlandia	20338	65.9	16Ç / 24x32	606	11506	55.3	35.1	9.6
Francia	14591	26.6	16 x 16	498	9950	28.5	35.9	35.6
Grecia	2512	19.5				No hubo muestreo en 2006		
Hungría	1853	19.4	4 x 4	1220	28386	41.3	39.5	19.2
Irlanda	680	6.3	16 x 16	37	455	73.7	18.9	7.4
Italia	8675	28.8	16 x 16	251	6941	30.8	38.7	30.5
Letonia	2950	45.0	8 x 8	342	8116	19.4	67.2	13.4
Liechtenstein	8	50.0				No hubo muestreo en 2006		
Lituania	2121	31.7	8x8/16x16	203	4872	15.3	72.7	12.0
Luxemburgo	89	34.4				No hubo muestreo en 2006		
Noruega	12000	37.1	3Ç/9Ç	1669	9004	39.8	36.9	23.3
Países Bajos	334	9.6	16 x 16	11	230	64.0	17.0	19.0
Polonia	9200	29.4	16 x 16	376	7520	27.0	52.9	20.1
Portugal	3234	36.4	16 x 16					
Reino Unido	2825	11.6	Aleatorio	341	8184	26.1	48.0	25.9
República Checa	2630	33.4	8Ç/16Ç	135	5661	12.3	31.5	56.2
República de Eslovaquia	1961	40.0	16 x 16	107	3975	13.9	58.0	28.1
República de Moldavia	318	9.4	2 x 2/ 2 x 4	528	12729	44.3	28.1	27.6
Rumania	6244	26.3	4 x 4	3879	97626	69.8	21.6	8.6
Serbia y Montenegro	2360	16 x 16/ 4 x 4	130	2935	63.9	24.8	11.3	
Suecia	23400	57.1	Variable	4315	17326	45.6	35.0	19.4
Suiza	1186	28.7	16 x 16	48	1025	29.2	48.3	22.5
Turquía	21188	27.2				No hubo muestreo en 2006		
Ucrania	9400	15.4	16 x 16	1518	35900	68.3	25.1	6.6
TOTAL	203612		Variable	18616	333567			

*Federación Rusa:* Solo las partes Noroeste y Centroeuropea.

Debe tenerse en cuenta que algunas diferencias en el nivel de daños entre fronteras nacionales pueden deberse al menos en parte a las diferencias en los estándares empleados. Esta restricción, sin embargo, no afecta a la fiabilidad de las tendencias a lo largo del tiempo.

## ANEXO II: DEFOLIACIÓN DE TODAS LAS ESPECIES (1994-2006)

### - Resultados de los muestreos nacionales remitidos por los Centros Focales Nacionales -

Países participantes	Clases de defoliación de todas las especies 2-4												% Cambio puntos 2005/2006
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Albania				9.8	9.9	10.1	10.2	13.1		12.2		11.1	
Alemania	22.1	20.3	19.8	21.0	21.7	23.0	21.9	21.4	22.5	31.4	28.5	27.6	-0.9
Andorra										36.1		23.0	
Austria	6.6	7.9	7.1	6.7	6.8	8.9	9.7	10.2	11.1	13.1	14.8	15.0	0.2
Bélgica	24.5	21.2	17.4	17.0	17.7	19.0	17.9	17.8	17.3	19.4	19.9	17.9	-2.0
Bielorrusia	38.3	39.7	36.3	30.5	26.0	24.0	20.7	9.5	11.3	10.0	9.0	7.9	-1.1
Bulgaria	38.0	39.2	49.6	60.2	44.2	46.3	33.8	37.1	33.7	39.7	35.0	37.4	2.4
Chipre							8.9	2.8	18.4	12.2	10.8	20.8	10.0
Croacia	39.8	30.1	33.1	25.6	23.1	23.4	25.0	20.6	22.0	25.2	27.1	24.9	-2.2
Dinamarca	36.6	28.0	20.7	22.0	13.2	11.0	7.4	8.7	10.2	11.8	9.4	7.6	-1.8
Eslovenia	24.7	19.0	25.7	27.6	29.1	24.8	28.9	28.1	27.5	29.3	30.6	29.4	-1.2
España	23.5	19.4	13.7	13.6	12.9	13.8	13.0	16.4	16.6	15.0	21.3	21.5	0.2
Estonia	13.6	14.2	11.2	8.7	8.7	7.4	8.5	7.6	7.6	5.3	5.4	6.2	0.8
Fed. Rusa	12.5						9.8	10.9					
Finlandia	13.3	13.2	12.2	11.8	11.4	11.6	11.0	11.5	10.7	9.8	8.8	9.7	0.9
Francia	12.5	17.8	25.2	23.3	19.7	18.3	20.3	21.9	28.4	31.7	34.2	35.6	1.4
Grecia	25.1	23.9	23.7	21.7	16.6	18.2	21.7	20.9			16.3		
Hungría	20.0	19.2	19.4	19.0	18.2	20.8	21.2	21.2	22.5	21.5	21.0	19.2	-1.8
Irlanda	26.3	13.0	13.6	16.1	13.0	14.6	17.4	20.7	13.9	17.4	16.2	7.4	-8.8
Italia	18.9	29.9	35.8	35.9	35.3	34.4	38.4	37.3	37.6	35.9	32.9	30.5	-2.4
Letonia	20.0	21.2	19.2	16.6	18.9	20.7	15.6	13.8	12.5	12.5	13.1	13.4	0.3
Liechtenstein													
Lituania	24.9	12.6	14.5	15.7	11.6	13.9	11.7	12.8	14.7	13.9	11.0	12.0	1.0
Luxemburgo	38.3	37.5	29.9	25.3	19.2	23.4							
Noruega	28.8	29.4	30.7	30.6	28.6	24.3	27.2	25.5	22.9	20.7	21.6	23.3	1.7
Países Bajos	32.0	34.1	34.6	31.0	12.9	21.8	19.9	21.7	18.0	27.5	30.2	19.5	-10.7
Polonia	52.6	39.7	36.6	34.6	30.6	32.0	30.6	32.7	34.7	34.6	30.7	20.1	-10.6
Portugal	9.1	7.3	8.3	10.2	11.1	10.3	10.1	9.6	13.0	16.6	24.3		
Reino Unido	13.6	14.3	19.0	21.1	21.4	21.6	21.1	27.3	24.7	26.5	24.8	25.9	1.1
República Checa	58.5	71.9	68.6	48.8	50.4	51.7	52.1	53.4	54.4	57.3	57.1	56.2	-0.9
Rep. Eslovaquia	42.6	34.0	31.0	32.5	27.8	23.5	31.7	24.8	31.4	26.7	22.9	28.1	5.2
Rep. de Moldavia	40.4	41.2				29.1	36.9	42.5	42.4	34.0	26.5	27.6	1.1
Rumania	21.2	16.9	15.6	12.3	12.7	14.3	13.3	13.5	12.6	11.7	8.1	8.6	0.5
Serbia y Montenegro		3.6	7.7	8.4	11.2	8.4	14.0	3.9	22.8	14.3	16.4	11.3	-5.1
Suecia	14.2	17.4	14.9	14.2	13.2	13.7	17.5	16.8	19.2	16.5	18.4	19.4	1.0
Suiza	24.6	20.8	16.9	19.1	19.0	29.4	18.2	18.6	14.9	29.1	28.1	22.6	-5.5
Turquía													
Ucrania	29.6	46.0	31.4	51.5	56.2	60.7	39.6	27.7	27.0	29.9	8.7	6.6	-2.1

*Austria:* Desde el año 2003 en adelante, los resultados están basados en la malla transnacional de 16x16 km y no deben ser comparados con los de años anteriores. *República Checa:* Sólo los pies mayores de 60 años fueron evaluados hasta el año 1997. *Francia:* Debido a cambios metodológicos, las series temporales 1993-94 y 1997-2005 son consistentes pero no comparables entre sí. *Italia:* Debido a cambios metodológicos, las series temporales 1993-96 y 1997-2006 son consistentes, pero no com-

parables entre sí. *Federación Rusa:* solo las partes Noroeste y Centroeuropea. *Ucrania:* debido a que desde 2005 la red es más densa, los resultados no pueden ser comparados con años anteriores. Debe tenerse en cuenta que algunas diferencias en el nivel de daños entre fronteras nacionales pueden deberse al menos en parte a las diferencias en los estándares empleados. Esta restricción, sin embargo, no afecta a la fiabilidad de las tendencias a lo largo del tiempo.

## ANEXO III: NÚMERO DE PARCELAS DE SEGUIMIENTO INTENSIVO EN LA BASE DE DATOS DE FOREST FOCUS/ICP FOREST

País	todos	Estado sanitario arbolado	Suelos	Foliar	Crecimientos	Deposición	Meteorología	Solución del suelo	Vegetación	Fenología	Desfronde	Daños por ozono	Calidad del aire
Alemania	95	95	87	92	91	92	75	83	85				*
Austria	20	20	20	20	20	20	2	2	20				
Bélgica	21	21	20	21	20	10	6	8	20	1	*		
Bulgaria	3	3	3	3		3	3	1			3		3
Chipre	4	4				2	2		4				1
Croacia	7	7	7	7	7	1							
Dinamarca	22	22	16	20	15	18	4	22	15		8		5
Eslovenia	11	11				5	11	2	11	11			
España	58	58	53	58	56	14	13	2	53	13	*	12	13
Estonia	8	8	7	8	8	6		2	7				
Finlandia	31	31	31	31	31	24	12	16	32				
Francia	100	100	100	100	100	25	25	15	99	89	94	16	25
Grecia	4	4	4	4	3	4	4	2	4		2		1
Hungría	15	14	14	15	14	15	11		15	*		9	
Irlanda	16	15	15	15	15	4	9	4	9				
Italia	29	27	20	26	24	28	16	2	19	15		4	29
Letonia	3	3	1	1	3	1		1	3			1	
Lituania	9	9		9	9	1		1	9		1	9	2
Luxemburgo	2	2	2	2	2	1	2		2	2	2		2
Noruega	19	19	17	19	19	19	2	19	12				
Países bajos	14	14	14	14	14	14		14	14				
Polonia	150	150	150	148	148	150			148				
Portugal	13	13	4	13	12	2			12				
Reino Unido	20	20	10	20	20	10	2	7	20			14	19
Republica Checa	21	14	11	14	12	11	2	3	15				
Rep. Eslovaquia	9	9	8	9	9	9			8				
Rumania	13	13		11	13	4			7	4	4		
Rusia	12		12										
Suecia	100	100	100	99	100	51	10	48	98				
Suiza	16	16	16	16	16	14	16	8	16			16	*
	845	822	742	795	781	558	227	262	757	145	114	81	100

Nota: la tabla muestra el número total de parcelas de las que se han remitido datos, independientemente del año en que los datos se hayan remitido. Las bases de datos también incluyen parcelas abandonadas.

\*Este muestreo se lleva a cabo en este país pero los datos se encuentran aún en proceso de validación. Algunos totales de algunos países podrían incrementarse si se han llevado a cabo recientemente muestreos en nuevas parcelas – el último muestreo podría estar aún en proceso de validación.

El muestreo de la calidad del aire cuenta las parcelas con dosímetros pasivos y con medidores activos separadamente. Cuando hay una parcela con medidores activos en el mismo sitio no se cuenta de nuevo.

Dinamarca y Bulgaria tienen solo medidores activos en su base de datos validada.

Para más información contactar también con:  
 Johann Heinrich von Thünen-Institute (vTI)  
 Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries  
 Institute for World Forestry  
 PCC of ICP Forests  
 Attention: Dr. M. Lorenz, R. Fischer  
 Leuschnerstr. 91  
 D-21031 HAMBURG  
 Germany

Internet:  
<http://www.icp-forests.org>  
[http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)  
<http://forest.jrc.it>

## PAISES PARTICIPANTES Y CONTACTOS

- Albania: Ministry of the Environment, Dep. of Biodiversity and Natural Resources Management, e-mail: cep@cep.tirana.al, Rruga e Durrësit Nr. 27, Tirana.
- Andorra: Ministry of Agriculture and Environment, Environmental Department, Ms Anna Moles / Ms. Silvia Ferrer, e-mail: silvia\_ferrer\_lopez@govern.ad, C. Prat de la Creu, 62-64, Andorra la Vella
- Austria: Bundesforschungs – und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Mr. Ferdinand Kristöfel, e-mail: ferdinand.kristoefel@bfw.gv.at , Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien.
- Belarus: Forest Inventory republican unitary company “Belgosles”, Mr. V. Kastsiukevich, e-mail: belgosles@open.minsk.by, 27, Zheleznodorozhnaja St., 220089 Minsk.
- Belgium: Flanders, Research Institute for Nature and Forest, Mr. Peter Roskams, e-mail: peter.roskams@inbo.be, Gaverstraat 4, B-9500 Geraardsbergen.
- Wallonia, Ministère de la Région Wallonne, Div. de la Nature et des Forêts, Mr. C. Laurent, e-mail: c.laurent@mrw.wallonie.be, Avenue Prince de Liège, 15, B-5000 Namur.
- Bulgaria: Ministry of Environment and Waters, Ms. Penka Stoichkova, e-mail: forest@nfp-bg.eionet.eu.int, 136, Tzar Boris III blvd., BG-1618 Sofia.
- Canada: Natural Resources Canada, Ms Brend McAfee, e-mail: bmcafee@nrcan.gc.ca, 580 Booth Street – 7th Floor, CDNOttawa, ONT K1A 0E4. Quebec: Ministère des Ressources naturelles, Mr. Rock Ouimet, e-mail: rock.ouimet@mrn.gouv.qc.ca , 2700, Einstein, CDN STE. FOY - Quebec G1P 3W8.
- Croatia: Sumarski Institut, Mr. Joso Gracan, e-mail: josog@sumins.hr , Cvjetno Naselje 41, 10450 Jastrebarsko.
- Cyprus: Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Mr. Andreas K. Christou, e-mail: achristou@fd.moa.gov.cy CY-1414-Nikosia.
- Czech Republic: Forestry and Game Management Research Institute (VULHM, v.v.i.), Mr Bohumir Lomsky, e-mail: lomsky@vulhm.cz , Strnady 136, CZ-25202 Jilovi%otů.
- Denmark: Centre of Forest Landscape and Planning, Mr. Lars Vesterdal, e-mail: lv@kvl.dk , Hørsholm Kongevej 11, DK-2970 Hørsholm.
- Estonia: Estonian Centre for Forest Protection and Silviculture, Mr. Kalle Karoles, kalle.karoles@metsad.ee, Rõõmu tee 2, EE-51013 Tartu.
- Finland: Finnish Forest Research Institute, Mr. John Derome, e-mail: john.derome@metla.fi , Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, FIN-96300 Rovaniemi.
- France: Ministère de l’agriculture et de la pêche, Mr. Jean Luc Flot, e-mail: jean-luc.flot@agriculture.gouv.fr , 19, avenue du Maine, F-75732 Paris Cedex 15.
- Germany: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – Ref. 533, Ms Sigrid Strich, e-mail: sigrid.strich@bmelv.bund.de , Postfach 140270, D-53107 Bonn.
- Greece: Institute of Mediterranean Forest Ecosystems, Mr. George Baloutsos, Mr. Anastasios Economou, e-mail: mpag@fria.gr, Terma Alkmanos, GR-11528 Athens-Illisia.
- Hungary: State Forest Service, Mr. Andras Szepesi, e-mail: szepesi.andras@aes.hu , Szechenyi u. 14, H-1054 Budapest 5.
- Ireland: Coillte Teoranta, Research and Development, Mr. Pat Neville, e-mail: pat.Neville@coillte.ie, Newtownmountkennedy, IRL- CO. Wicklow.
- Italy:Corpo Forestale dello Stato, CONECOFOR Office, Mr. Bruno Petriccione, e-mail: conecofor@corpoforestale.it , via Carducci 5, I-00187 Roma.
- Latvia: State Forest Service of Latvia, Ms Ieva Zadeika, e-mail: ieva.zadeika@vmd.gov.lv , 13. Janvara iela 15, LV-1932 Riga.
- Liechtenstein: Amt für Wald, Natur und Landschaft, Mr. Felix Näscher, e-mail: felix.naescher@awnl.llv.li , Dr. Grass-Strasse 10, FL-9490 Vaduz.
- Lithuania: State Forest Survey Service, Mr. Andrius Kuliesis, e-mail: vmt@lvmi.lt Pramones ave. 11a, LT-3031 Kaunas.
- Luxembourg: Administration des Eaux et Forêts, Claude Parini, e-mail: claude.parini@ef.etat.lu , 16, rue Eugène Ruppert, L-2453 Luxembourg-Ville (Cloche d’Or).
- Moldova: State Forest Agency, Mr. Anatolie Popusoi, e-mail: icaspiu@starnet.md , 124 bd. Stefan Cel Mare, MD-2012. Chisinau.
- The Netherlands: Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Mr. Gerald Grimberg, e-mail: g.t.m.grimberg@minlnv.nl , P.O. Box 482, NL-6710 BL Ede.
- Norway: Norwegian Forest and Landscape Institute, Mr. Dan Aamlid, e-mail: dan.aamlid@skogoglandskap.no , P.O. Box 115, N-1431 Ås.
- Poland: Forest Research Institute, Mr. Jerzy Wawrzoniak, e-mail: j.wawrzoniak@ibles.waw.pl , Bitwy Warszawskiej 1920 nr. 3, PL-00973 Warszawa.
- Portugal: Ministerio da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Direcção Geral dos Recursos Florestais, Ms Maria Barros, e-mail: mbarros@dgrf.min-agricultura.pt , Av. Joao Crisostomo 28-6°, P-1069-040 Lisboa.
- Former Yugoslav Republic of Macedonia: University “St. Kiril and Mtodij”, Mr. Nikola Nikolov, e-mail: nnikolov@sf.ukim.edu.mk , Aleksander Makedonski Boulevard, Skopje.
- Romania: Forest Research and Management Institute, Mr. Romica Tomescu/ Mr. Ovidiu Badea, e-mail: biometrie@icas.ro , Sos. Stefanesti nr. 128 sector 2, RO-72904 Bukarest.
- Russian Federation: Centre for Forest Ecology and Productivity, RAS, Ms Natalia Lukina, e-mail: lukina@cepl.rssi.ru , Profsouznaya st., 84/32, 117997 Moscow.
- Serbia: Institute for Forestry, Mr. Radovan Nevenic, e-mail: nevenic@Eunet.yu , Kneza Visislava Street 3, YU-11000 Novi-Beograd.
- Slovak Republic: National Forest Centre, Mr. Pavel Pavlenda, e-mail: pavlenda@nlcsk.org , T.G. Masaryka 22, SK-96092 Zvolen.
- Slovenia: Gozdarski Institut Slovenije, Ms Nike Krajnc, e-mail: nike.pogacnik@gozdis.si , Vecna pot 2, SLO-1000 Ljubljana.
- Spain: Dirección General para la Biodiversidad, Mr. Gerardo Sanchez, e-mail: gsanchez@mma.es, Ríos Rosas, 24, E-28003 Madrid.
- Sweden: Swedish Forest Agency, Mr. Sture Wijk, e-mail: sture.wijk@skogsstyrelsen.se , Vallgatan 6, S-551 83 Jönköping.
- Switzerland: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Mr. Norbert Kräuchi, e-mail: kraeuchi@wsl.ch , Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf.
- Turkey: General Directorate of Forestry, Orman Genel Müdürlüğü, Mr. Ali Temerit, e-mail: NFCTurkey@gmail.com , Gazi Tesisleri 7, Nolu Bina 3. Kat., TR-06560 Gazi-Ankara.
- Ukraine: Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Mr. Igor F. Buksha, e-mail: buksha@uriffm.org.ua , Pushkinskaja 86, UKR-61024 Kharkiv.
- United Kingdom: Forest Research Station, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Mr. Andrew J. Moffat, e-mail: andy.moffat@forestry.gsi.gov.uk , UK-Farnham-Surrey GU10 4LH.
- United States of America: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Mr. Andrzej Bytnerowicz, e-mail: abytnero-wicz@fs.fed.us , 4955 Canyon Crest Drive, Riverside, CA 92507.

