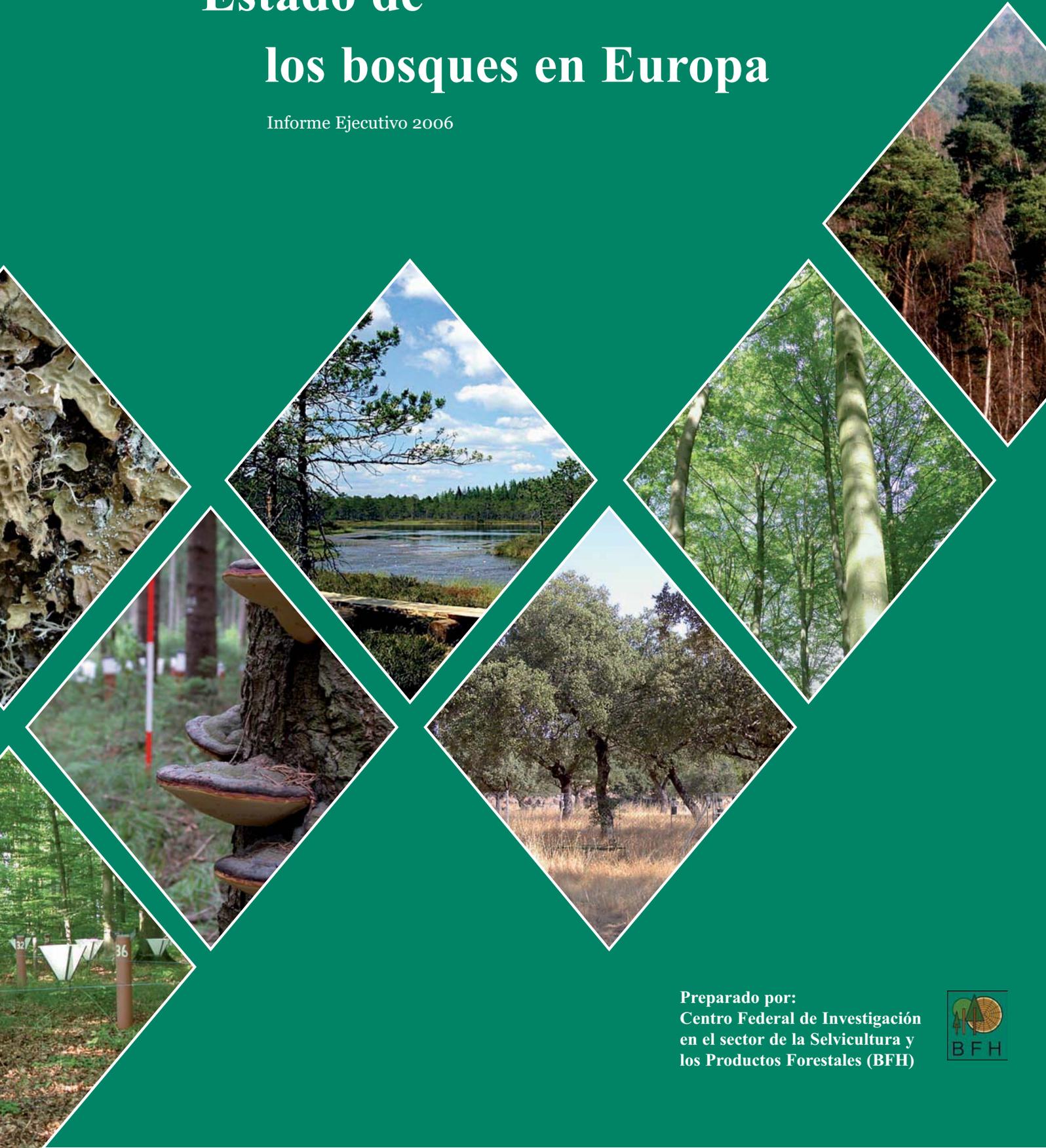


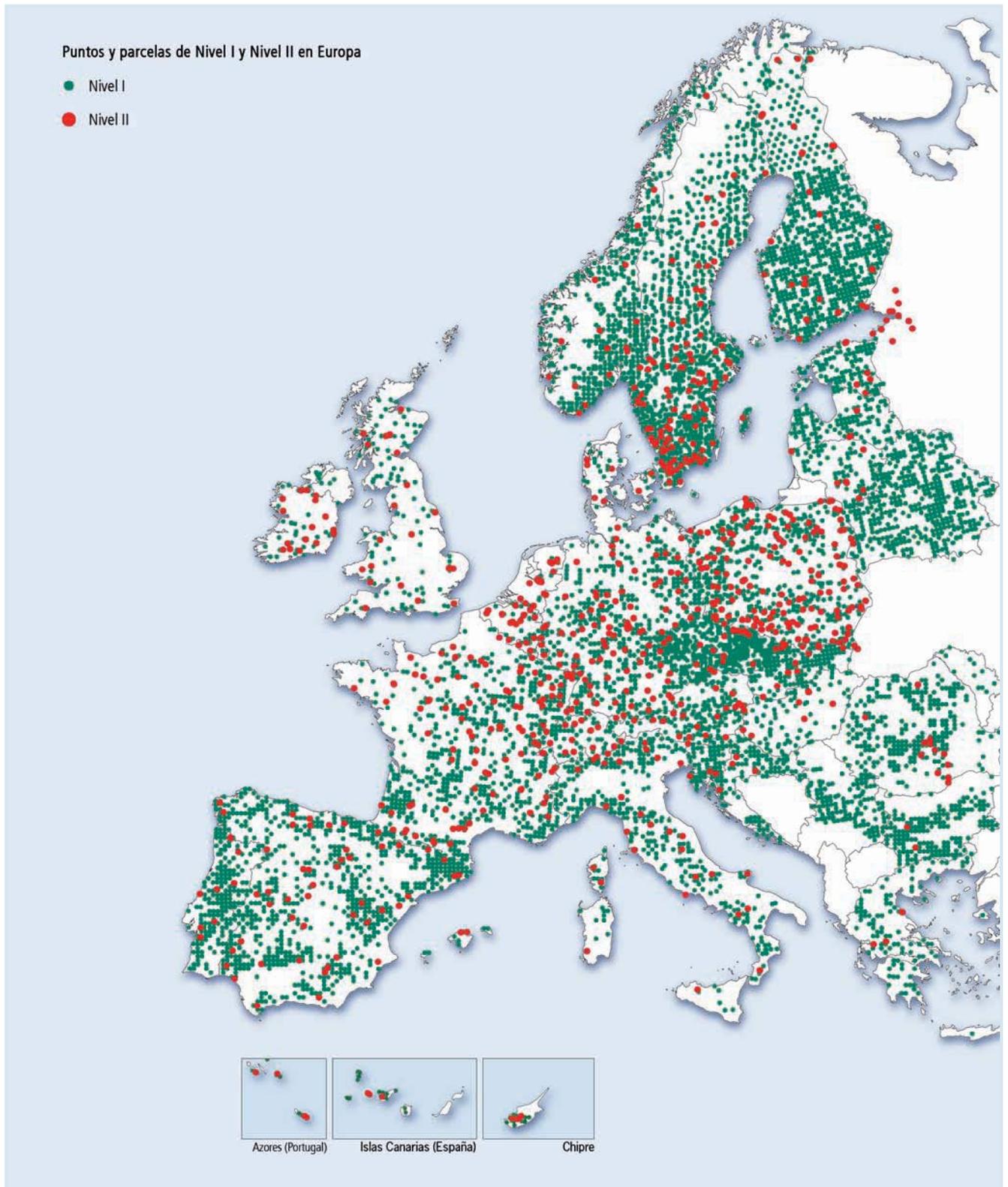
Estado de los bosques en Europa

Informe Ejecutivo 2006



Preparado por:
Centro Federal de Investigación
en el sector de la Selvicultura y
los Productos Forestales (BFH)





Hamburgo, 2006

Reproducción autorizada, excepto con fines comerciales, mencionando la fuente.

ISSN 1020-587X
Impreso en España

Estado de los Bosques en Europa

Informe Ejecutivo 2006

Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas

Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza
a Larga Distancia

Grupo de Trabajo de Efectos

Programa de Cooperación Internacional para la Evaluación y
Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica
en los Bosques (ICP Forests)

Agradecimientos

El ICP Forests desea expresar su aprecio 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), así como a los Centros Focales Nacionales por los datos

facilitados, y a la Comisión Europea por co-financiar gran parte de los muestreos en el marco del Reglamento “Forest Focus” (CE n° 2152/2003),

y a los autores

Richard Fischer, Matthias Dobbertin (Cáp. 2.2), Oliver Granke (Cáp. 4), Kalle Karoles (Estudio Específico), Michael Köhl (Cáp. 5),

Philipp Kraft (Cáp. 3.2), Meter Meyer (Cáp. 4), Volker Mues (Cáp. 3.1), Martin Lorenz (Cáp. 2.1.), Hans-Dieter Nagel (Cáp. 3.2), Walter Seidling (Cáp. 3.3; 4)

así como a

Georg Becher, Gherardo Chirici, Andy Moffat, Markus Neumann, Silvia Stofer, Davide Travaglini, Sören Wulff, Ieva Zadeika.

RESUMEN Y TABLA DE CONTENIDOS

Prefacio 4



Punto de Nivel I en Escandinavia

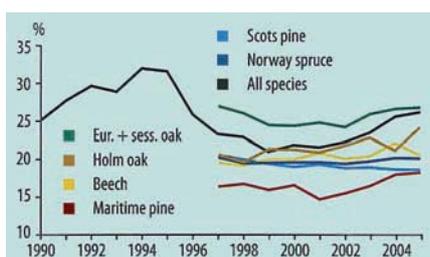
1. El Programa Pan-Europeo de seguimiento 6

El Programa de seguimiento ICP – Forests fue creado en 1985 bajo los auspicios de la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia y ha celebrado recientemente su 20 aniversario. En la actualidad participan en el programa 40 países. Los resultados se basan en cerca de 6000 puntos de Nivel I y 800 parcelas de Nivel II. El seguimiento se lleva a cabo en estrecha cooperación con la Unión Europea.

2. El estado de los Bosques en Europa 8

2.1 El estado de las copas arbóreas depende de influencias medioambientales 9

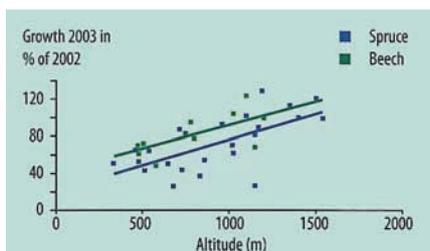
La proporción de árboles dañados se ha incrementado continuamente desde 2001 pero no ha alcanzado el pico de mediados de los años 90. Después de un marcado empeoramiento en Europa Central debido a la sequía de 2003, el haya y la píceas se han recuperado en muchos puntos y parcelas. En general, el pino silvestre y los robles caducifolios no mostraron cambios significativos.



Desarrollo de la defoliación

2.2 El crecimiento forestal responde a la sequía de 2003 11

La extrema sequía y el calor durante el verano de 2003 redujeron el crecimiento arbóreo en las parcelas de seguimiento intensivo de Europa Central. A grandes altitudes, donde las temperaturas constituyen normalmente un factor limitante, el crecimiento se vio estimulado por unas temperaturas estivales más altas.



Crecimiento arbóreo en 2003 comparado con 2002

Estudio específico: los pinares hemiboreales 12

3. La deposición atmosférica y la respuesta de los ecosistemas 14

3.1 Deposición creciente de azufre y fluctuante de nitrógeno entre 1998 y 2003. 15

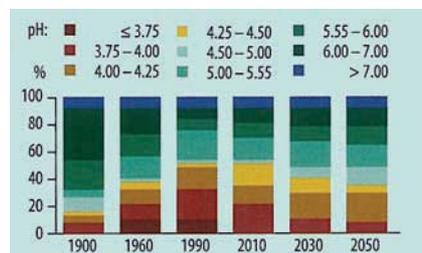
La deposición de azufre ha disminuido en cerca de un tercio de las parcelas evaluadas. Esta reducción muestra los efectos positivos de las estrategias de reducción de la contaminación. Los aportes de nitrógeno atmosférico han permanecido sin cambios en aproximadamente el 90% de las parcelas. La reducción de la deposición de nitrógeno permanece siendo una tarea importante para la política medioambiental.



Colector de deposición en Grecia

3.2 Los modelos dinámicos revelan una recuperación parcial de los suelos forestales ante la acidificación 18

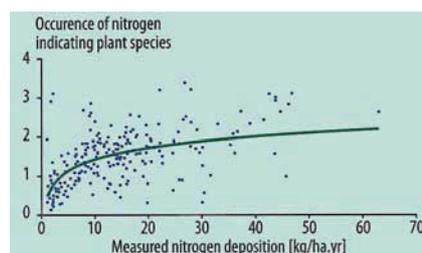
La mayoría de las parcelas evaluadas muestran un incremento en la acidificación del suelo entre 1900 y 1990 y posteriormente una ligera mejoría. Sin embargo, en muchas de las parcelas evaluadas no se alcanzará de nuevo el estado original de acidez hasta el año 2050. La reducción de emisiones es crucial para la recuperación de los suelos forestales. Las reacciones de los ecosistemas dependen mucho de las condiciones locales del lugar y de la masa forestal.



Valores de pH modelizados de 37 parcelas de Seguimiento Intensivo

3.3 La vegetación y la deposición de nitrógeno 21

Existen claras indicaciones sobre que la deposición de nitrógeno influencia la composición específica de la vegetación. Las plantas indicadoras de nitrógeno aparecen más frecuentemente en parcelas con alta deposición de nitrógeno. Sin embargo, los factores naturales tienen un efecto más fuerte y muchas de las influencias sobre la composición de la vegetación no pueden determinarse mediante evaluaciones a escala Europea. Un periodo de seguimiento de 5 años resulta demasiado corto para detectar cambios significativos en la composición en especies. El seguimiento regular en un largo lapso de tiempo se hace necesario para seguir las dinámicas en curso.



Relaciones entre la aparición de especies de plantas indicadoras de nitrógeno y la deposición de nitrógeno

4. Un nuevo desafío: las evaluaciones de biodiversidad forestal 24

Con los datos existentes y módulos de seguimiento desarrollados recientemente, el programa contribuye a la evaluación armonizada de la biodiversidad forestal en Europa. La estructura de la masa, la presencia de madera muerta, las características de la vegetación y la composición de líquenes difieren significativamente entre los distintos ecosistemas forestales. Se ha demostrado la viabilidad y necesidad de una clasificación de tipos de bosque como base para investigaciones adicionales. El volumen de madera muerta muestra una gran variación entre las parcelas de muestreo. El manejo forestal y la edad de las masas explican de manera significativa la cantidad de madera muerta. La contaminación atmosférica, entre otros factores, afecta a la composición y el número de especies de líquenes epífitos en las parcelas.



Muestreros de madera muerta en una parcela de seguimiento intensivo

5. Conclusiones 28

6. Anexos 30

Información adicional:
www.icp-forest.org



Bosque de pino silvestre en los Estados Bálticos. El bosque cubre el 50% de la superficie de Estonia. La superficie total de bosque en el país se ha visto incrementada continuamente a lo largo de las últimas décadas.



Villu Reiljan

PREFACIO

A principios de los años 80, hace ya más de 20 años, Europa se encontraba alarmada por el deterioro a gran escala del estado de los bosques y la posibilidad de que esto estuviera causado por la contaminación atmosférica. Desde entonces, el cambio climático y el deterioro de la biodiversidad forestal han tomado trascendencia en la agenda política.

Las tendencias y el desarrollo del estado de los bosques y de los daños forestales sólo pueden ser evaluados en base a un muestreo sistemático a largo plazo. A lo largo de los años, los Programas Internacionales de Cooperación sobre Bosques y sobre el Seguimiento Integrado de Ecosistemas (ICP Forests) y los Centros Focales Nacionales bajo el marco de la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa, en buena cooperación con la CE, han proporcionado información muy relevante sobre la variación espacial y temporal a gran escala del estado de los bosques. Todo esto ha sido posible mediante el uso de una red de puntos de Nivel I a escala Europea, así como estudian-

do las relaciones causa–efecto a nivel de ecosistema por medio del seguimiento intensivo en las parcelas de Nivel II. En el Nivel II, además del estado de las copas arbóreas, se evalúa también el estado en nutrientes del suelo y de los árboles, los crecimientos, la deposición atmosférica, la solución del suelo y otros parámetros.

Hoy en día, 40 países participan en el programa. El programa de seguimiento ha proporcionado muchos y diversos resultados como base para la política forestal y medioambiental. La infraestructura bien establecida del ICP Forests, el enfoque multidisciplinar de los muestreos y la extensa base de datos existente posibilitan asimismo las contribuciones significativas a otros procesos y programas internacionales de política forestal y medioambiental.

Los resultados de los muestreos se resumen cada año en los Informes Ejecutivos anuales. Los métodos empleados, así como los resultados de los muestreos específicos, son descritos en los Informes Técnicos y en monográficos especiales. Existen evidencias de que el

estado de los bosques no se encuentra influenciado solo por la contaminación atmosférica local y transfronteriza a larga distancia, sino también por el clima, interrelacionado con un complejo de otros factores bióticos y abióticos. En algunas zonas, los bosques se encuentran ahora en mejores condiciones y muestran mayores crecimientos que antes.

El presente informe se refiere a los resultados del 2005 de los muestreos a gran escala de la evaluación del estado de las copas en el Nivel I así como de los últimos resultados del seguimiento intensivo en Nivel II, específicamente en los campos de deposición y biodiversidad.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing letters that are difficult to decipher but clearly identify the person as Villu Reiljan.

Villu Reiljan
Ministro de Medio Ambiente
de Estonia



Punto de Nivel I en Escandinavia

1. EL PROGRAMA PAN-EUROPEO DE SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO DEL ESTADO DE LOS BOSQUES

Datos del programa para la planificación forestal y la política

Un tercio de la superficie forestal de Europa está cubierta por bosques, con un importante valor económico y social, los cuales constituyen a lo largo de grandes áreas los ecosistemas más naturales del continente. Tanto el manejo forestal sostenible como las políticas medioambientales deben apoyarse en recursos científicos sólidos proporcionados por el seguimiento intensivo a gran escala y a largo plazo del estado de los bosques.

Seguimiento a largo plazo

En 1985 se estableció el Programa Internacional de Cooperación para el Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre los Bosques. El Programa opera bajo la Convención de la CEPE de NNUU sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia y proporciona una plataforma para el intercambio de información para científicos, gestores y políticos de 40 países participantes.

Integrado en una red de cooperaciones

Desde 1986, el ICP Forests ha estado cooperando estrechamente con la Unión Europea. Actualmente, el Reglamento “Forest Focus” (CE nº 2152/2003) constituye la base legal para esta cooperación incluyendo la co-financiación de actividades de seguimiento. Los datos y resultados de las actividades de seguimiento del programa proporcionan información para algunos criterios e indicadores de manejo forestal sostenible, tal y como son definidos por la Conferencia Ministerial sobre Protección de los Bosques en Europa (MCPEF). Asimismo, contribuyen al Convenio Marco de Cambio Climático (FCCC) y el Convenio de Diversidad Biológica (CBD). El Programa también mantiene estrechos contactos con la Red de Seguimiento de la Deposición Ácida en Asia Oriental (EANET).

	Frecuencia	Número de puntos
Estado sanitario del arbolado	Anualmente	6093
Química foliar	Una vez hasta el momento.	1497
Química del suelo	Una vez hasta el momento; (repetición lanzada en muchos de los países de la UE dentro del proyecto BioSoil)	5289 (5000)
Crecimiento arbóreo	Proyecto de demostración lanzado (proyecto BioSoil)	
Crecimiento arbóreo	Proyecto de demostración lanzado (proyecto BioSoil)	
Estructura de la masa, madera muerta	Proyecto de demostración lanzado (proyecto BioSoil)	

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

	Frecuencia	Número de puntos
Estado sanitario del arbolado	Anualmente	797
Química foliar	Cada dos años	767
Química del suelo	Cada diez años	738
Crecimiento arbóreo	Cada cinco años	769
Vegetación	Cada cinco años	723
Estructura de la masa, madera muerta	Fase test en curso	90
Líquenes epífitos	Fase test en curso	90
Química de la solución del suelo	Continuamente	254
Deposición atmosférica	Continuamente	545
Calidad del aire	Continuamente	41
Meteorología	Continuamente	209
Fenología	Varias veces al año	Validación de datos en curso
Desfronde	Continuamente	Validación de datos en curso
Teledetección	Preferiblemente en el momento de la instalación	Validación de datos en curso

Tabla 1-2: Muestras y número de parcelas de Nivel II

Objetivos exigentes y un sistema de seguimiento único

Un objetivo del ICP Forests es evaluar el estado y el desarrollo de la salud y la vitalidad de los Bosques Europeos a gran escala. Los efectos de la contaminación atmosférica constituyen el núcleo principal del programa. Los datos son recolectados por los países participantes en aproximadamente 6100 puntos permanentes de observación. Estos puntos están localizados en una malla de 16 x 16 Km que cubre 33 países a lo largo y ancho de Europa (ver Fig. 1-1, Tabla 1-1). Además de los muestreos anuales de estado de las copas, el proyecto de demostración Biosoil comenzado en 2006 propiciará una repetición del muestreo original de suelos llevado a cabo en 1994 en muchos países Europeos.

Con objeto de detectar la influencia de los diversos factores de estrés en los ecosistemas forestales, se llevan a cabo seguimientos intensivos en 860 parcelas de Nivel II (ver Fig. 1-1, Tabla 1-2). Estas parcelas se ubican en bosques que representan los ecosistemas forestales más importantes del Continente.



Figura 1-1: Puntos de Nivel I y parcelas de Nivel II en Europa



Bosque Mediterráneo de *Quercus perennifolia* en Italia

2. EL ESTADO DE LOS BOSQUES EN EUROPA

El ICP Forests reúne y presenta regularmente información sobre el estado de salud de los bosques en Europa. Las series temporales de casi dos décadas de seguimiento de los bosques constituyen una importante base sobre la que comparar el estado actual de los bosques. El estado de la copa arbórea es el principal parámetro de las evaluaciones. Responde a muchos factores de estrés y por tanto se trata de un valioso indicador de tipo general (Cap- 2.1). Las evaluaciones estadísticas han mostrado que la variación en la defoliación se explica principalmente por la edad de los árboles, los extremos climáticos y factores bióticos como plagas y enfermedades. También se encontró que la contaminación atmosférica estaba correlacionada con la defoliación, aunque menos estrechamente que los factores naturales mencionados anteriormente. La reciente respuesta del estado del arbolado a la ola de calor y la sequía del año 2003 en extensas áreas de Europa prueba el valor del programa de seguimiento como un sistema de alerta temprana. Los efectos de esta extrema sequía no son sólo visibles en el estado de las copas a gran escala sino también en los datos de crecimiento forestal del programa de seguimiento intensivo (Cap. 2.2).



Copa de un roble severamente dañado en Francia. El principal parámetro evaluado dentro del muestreo a gran escala del estado del arbolado es la defoliación. Se trata de una estimación de la falta de hojas y acículas en comparación con un árbol de referencia con su follaje completo. La defoliación es consecuencia de muchos factores de estrés y se evalúa de forma fiable en extensas áreas.

2.1 El estado de las copas arbóreas depende de influencias medioambientales

Resumen

- *La proporción de árboles dañados se ha incrementado continuamente desde 2001 pero no ha alcanzado el pico de mediados de los años 90. En 2005, cerca de un cuarto de todos los árboles evaluados se clasificaron como dañados o muertos.*
- *Después de un marcado empeoramiento en muchas parcelas de Europa Central debido a la sequía de 2003, el haya y la picea se han recuperado en 2005. En contraste, a lo largo de extensas regiones, el roble común y el roble albar no mostraron una recuperación significativa. El estado de la copa del pino silvestre empeoró en el Suroeste de Europa y mejoró en Europa oriental.*
- *Las evaluaciones se basan en aproximadamente 134000 árboles evaluados anualmente en 30 países.*

La defoliación es un indicador operacional diseñado para 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 tienen 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 2005 comprendió 6093 puntos en 30 países. En total se evaluaron 133840 árboles. A lo largo de los años, el número de puntos y árboles muestreados se ha incrementado continuamente. Por tanto muestras más extensas de árboles se encuentran disponibles 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.

Cerca de la cuarta parte de todos los árboles estaban dañados

En 2005, el 23,2 % 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. 2-2). En el 2004, la proporción respectiva era del 23,3%. De entre las especies arbóreas más frecuentes, el roble común y el albar tenían la proporción más alta de árboles dañados y muertos, un 41%.

El desarrollo temporal depende de las especies y de la región de observación.

En aquellos países que llevaron a cabo muestreos del estado de las copas al menos desde 1990, la proporción de árboles dañados alcanzó un máximo del 32,1% en 1994 y después descendió al 20,7% en 1999. Desde entonces, se ha venido incrementando de nuevo, pero sin alcanzar su máximo de 1994 (ver Fig. 2-3).

Desde 1997, la defoliación media se ha incrementado en el 22,1% de los puntos evaluados y ha disminuido solo en el 9,4% de ellos (ver Fig. 2-1).

Los resultados por especies y por regiones nos muestran una imagen más diferenciada. En el caso de la píceca hubo un repentino incremento de la defoliación en las regiones centroeuropeas en 2004 y un descenso en 2005. Este hecho puede interpretarse como un efecto de la sequía de 2003 y la subsiguiente recuperación. Gran parte de los puntos de píceca evaluados se encuentran en las regiones boreales del Norte de Europa y no se vieron afectados por la sequía de 2003. En estos casos, se ha observado una mejoría en el estado de las copas desde 2003.

La defoliación media del pino silvestre en Europa difícilmente cambió ya que la defoliación descendió en Europa del Este y se incrementó en el Oeste y Suroeste de Europa a lo largo de los años desde 1997.

El haya mostró un marcado incremento en la defoliación en todas las regiones en años anteriores al 2004. Esto se debió principalmente al extremo calor y la sequía durante el año 2003. En 2005 sin embargo se observó una mejoría en el estado de las copas en muchos puntos de Europa Central, mostrando cierta recuperación del estrés hídrico de 2003.

El estado de las copas del roble común y el albar ha empeorado desde el año 2000. Para el periodo de 1997 a 2005 un 20,1% de los puntos de roble mostraron un deterioro significativo del estado de las copas, mientras que sólo se registró mejoría en el 9,4 % de los puntos. Este deterioro se localizó en puntos de Europa occidental, Europa Central y del Sur. Se consignaron daños por insectos defoliadores en Suiza, Francia y Alemania. Los Quercus mediterráneos sufrieron especialmente por la sequía. En Europa del Este no se observaron tendencias claras. Dinamarca y Alemania informaron sobre una recuperación en el estado de las copas en 2005.

Información adicional:

Lorenz, M.; Fischer R.; Becher, G.; Mues, V.; Seidling, W.; Kraft, P.; H-D. (2006) Forest Condition in Europe. 2006 Technical Report. Geneva, UNECE, 113pp, Annexes.

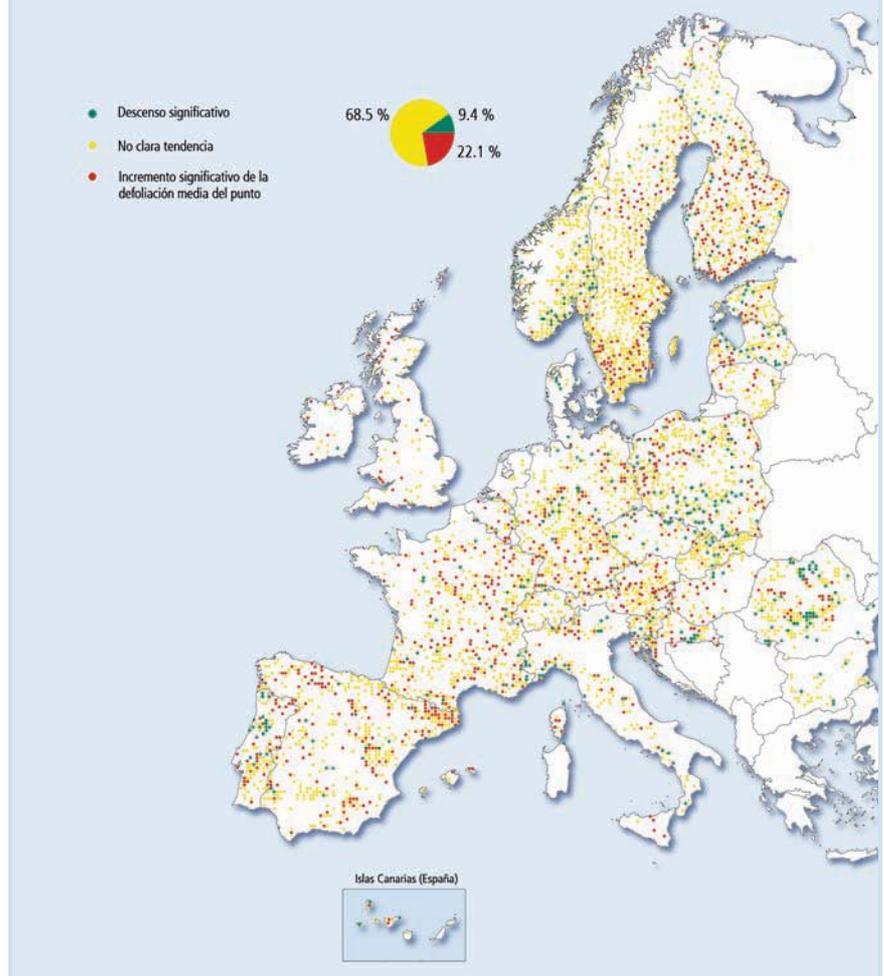


Figura 2-1: Desarrollo de la defoliación a nivel de punto para todas las especies, 1997-2005



Figura 2-2: Porcentaje de árboles en las diferentes clases de defoliación. Total Europa y UE, 2005. El tamaño de la muestra es para el total de Europa de 133.840 árboles y para la UE de 107.077 árboles. año de la muestra es para el total de Europa de 133.840 árboles y para la UE de 107.077 árboles.

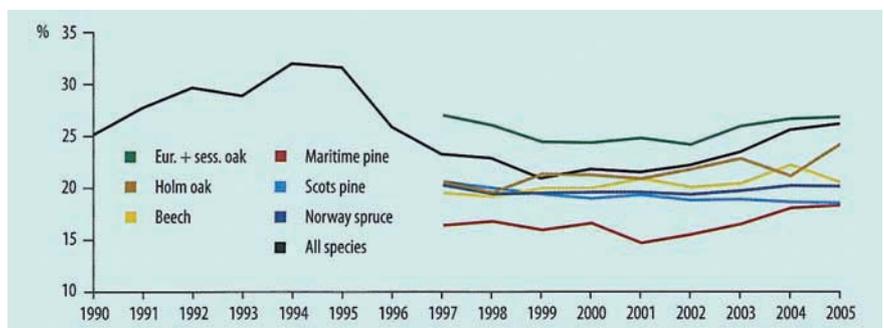


Figura 2-3: Porcentaje de árboles dañados de todas las especies y defoliación media para las especies arbóreas más frecuentes. La muestra solo incluye a países con remisión continuada de datos. El tamaño de la muestra para las especies arbóreas principales seleccionadas varía entre 3.279 y 37.157 árboles por especie y año. Las series temporales que comienzan en 1990 se encuentran disponibles solo para un menor número de países y árboles. El tamaño de la muestra para todas las especies varía entre 42.136 y 49712 árboles por año.



Banda permanente de medición de la circunferencia en un haya.

2.2 El crecimiento forestal responde a la sequía de 2003

Resumen

- La extrema sequía y el calor durante el verano de 2003 redujeron el crecimiento arbóreo en las parcelas de seguimiento intensivo de Europa Central. La píceas fue la especie más afectada, mientras que el roble permaneció comparativamente sin cambios.
- A grandes altitudes, donde las temperaturas constituyen normalmente un factor limitante, el crecimiento se vio estimulado por unas temperaturas estivales más altas.

Las disminuciones en el crecimiento en 2003

Se han analizado los datos disponibles de bandas permanentes de medición de circunferencia y canutillos de crecimiento, tomados de parcelas del Sur de Alemania, Suiza, Austria, Eslovenia y el Norte de Italia. Esta área de Europa Central había sido severamente afectada por la sequía y el calor del 2003. Las parcelas cubren un rango amplio en altitudes y en situaciones de estrés hídrico.

La píceas mostró la respuesta más

acusada en cuanto a crecimientos ante la sequía de 2003, el haya reaccionó de una manera menos acusada (ver Fig. 2-5), y los robles común y albar no mostraron apenas reducción en su crecimiento. Los resultados para la píceas y para el haya muestran que la reducción de crecimientos en 2003 ocurrió sobre todo en bajas cotas. A mayores altitudes, debido a las temperaturas más bajas y posiblemente mayores

precipitaciones, la sequía no fue el factor limitante. Por el contrario, el crecimiento se vio estimulado por temperaturas veraniegas más altas que alargaron el periodo de crecimiento arbóreo. Esto resultó en mayores tasas de crecimiento en parcelas situadas a gran altitud en la región Alpina (ver Fig. 2-6). Los datos del estado de las copas (ver Cap. 2.1) indican una recuperación del haya y la píceas en 2005.

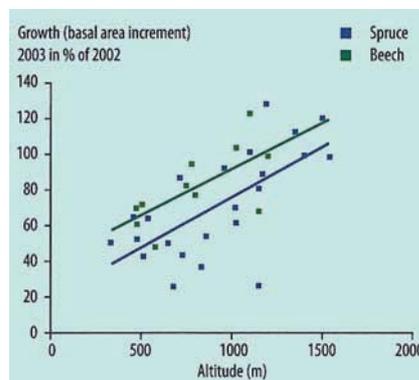


Figura 2-5: Crecimiento arbóreo en 2003 comparado con el 2002^a diferentes altitudes para el haya y la píceas en la región Alpina. Por debajo de 1000 m. de altitud en todos los emplazamientos se redujo el crecimiento en 2003. Reducciones del 40 – 80% para la píceas y entre el 50 – 95% para el haya fueron comunes.

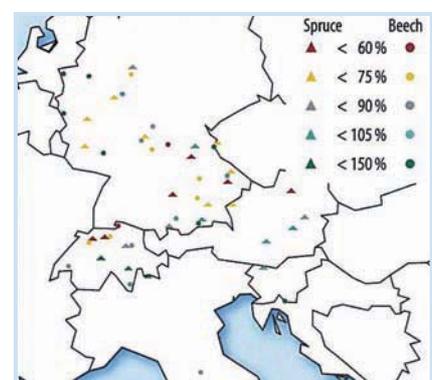


Figura 2-6: Crecimientos arbóreos en parcelas de píceas y haya en Europa Central, dadas como el incremento en área basal en 2003 en porcentaje sobre la de 2002.



Los bosques hemiboreales de pino muestran una baja diversidad estructural con un estrato arbóreo constituido la mayor parte de las veces por tan solo una, dos o tres especies arbóreas. Los bosques presentan una baja cobertura de matorral y herbácea, pero una considerable cobertura de musgos.

LOS PINARES HEMIBOREALES

Los tipos de bosque nos permiten tener una perspectiva regional y funcional sobre los ecosistemas forestales

Los bosques muestran una gran variedad en cuanto a su composición específica, funcionalidad ecológica y estructura a lo largo y ancho del continente Europeo. Por tanto, una consideración detallada del estado de los bosques requiere una visión específica a nivel regional y de tipos de bosque. Además, en el contexto de las evaluaciones de biodiversidad, la clasificación de tipos de bosque ha ganado más y más importancia en los años recientes y se ha elaborado un cierto número de esquemas de clasificación.

El sistema de información del ICP Forests ha tenido estos factores en cuenta. Mientras que en años previos en el apartado de estudio específico se presentaban los resultados para una especie arbórea forestal determinada, el Informe Ejecutivo del año pasado incorporó una visión más funcional y presentó el estado, la dinámica y las amenazas de un tipo específico de bosque – en este caso el bosque Mediterráneo de *Quercus perennifolios*. Esta serie se continúa ahora con un tipo de bosque del Norte de Europa.

Los bosques hemiboreales se encuentran situados entre la Europa boreal y Central

Los bosques boreales constituyen una franja casi continua de terrenos forestales, en su mayor parte de coníferas, a lo largo del Norte de Eurasia y Norteamérica. Muchos de los bosques de Fenoscandia así como los de la Federación Rusa son bosques boreales. Los bosques hemiboreales están situados en la zona de transición entre estos bosques boreales nórdicos y los templados Centroeuropeos. Los bosques hemiboreales cubren el centro y sur de Suecia, las partes más meridionales de Finlandia y Noruega así como gran parte de Estonia y Letonia. Históricamente también se encontraban en Escocia.

Se caracterizan típicamente por ser masas forestales de un solo estrato y con escaso número de especies arbóreas

Las coníferas dominan en los bosques boreales y hemiboreales. El pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y la píceas (*Picea abies*) son las especies arbóreas más importantes. El pino silvestre o pino Escocés es también nativo de las tierras altas de Escocia, de donde procede su nombre.

Hoy en día es la especie de pino más ampliamente distribuida a nivel mundial. Dentro de la zona hemiboreal, el pino silvestre se encuentra en lugares secos o pobres en nutrientes, como suelos poco profundos sobre roca madre cristalina, o suelos arenosos profundos, o graveras. En los suelos fértiles predomina más la píceas y se hace bastante común la mezcla en diferentes proporciones de pino y píceas. En los tipos de masas más fértiles en el sur de la zona hemiboreal, las coníferas son incapaces de competir con las especies arbóreas de los bosques templados caducifolios como el tilo (*Tilia cordata*), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el roble común (*Quercus robur*) o el olmo (*Ulmus glabra*).

Las ciénagas y barrizales son características adicionales de los ecosistemas de la zona boreal y hemiboreal. Se crean normalmente por plantas hidrófilas como los musgos del tipo *Sphagnum* y son cubiertas por helechos y arbustos como sauces y arándanos. Los lodazales ácidos de *Sphagnum* y las ciénagas boreales son habitats protegidos bajo la Directiva de Habitats de la UE (92/43/EEC).

Los pinares hemiboreales componen el 31% de todos los bosques en Estonia. Allí, aproximadamente el 32% crecen en suelos secos y moderadamente húmedos, el 35% en *gley soils* y suelos turbosos y el 33% en *forest bog soils*. En Letonia, los pinares componen el 37% de todos los bosques, y el 56% de ellos ocupan suelos minerales secos.

Los incendios forestales son importantes para la dinámica natural

Bajo condiciones naturales el fuego es un factor importante en la dinámica de los ecosistemas forestales, especialmente en pinares sobre



Ruta de senderismo a través de terrenos encharcados y bosques de pino, Estonia. Los bosques se aprovechan cada vez más con fines recreativos.

sustratos arenosos y secos, o para árboles caídos sobre suelos orgánicos. Los incendios forestales estimulan nuevas sucesiones seriales, liberannutrientes almacenados en el humus y crean habitats para muchos grupos de especies. El pino silvestre se encuentra adaptado a los incendios forestales; los viejos pinos con su gruesa corteza pueden tolerar incendios de baja intensidad y los semillados de pino pueden también extenderse en suelos recientemente quemados. Las etapas de sucesión recientes tras un incendio pueden estar también caracterizadas por especies de frondosas tales como el abedul (*Betula* spp.), chopo (*Populus tremula*), aliso (*Alnus* spp.) o serbal (*Sorbus aucuparia*).

Amenazas naturales y antropogénicas

El pino silvestre es a menudo dañado por hongos, alces (*Alces alces*), incendios frecuentes, tormentas, insectos y contaminación atmosférica industrial. Se han consignado daños considerables causados por hongos de pudrición de raíz (*Heterobasidion annosum*) específicamente en zonas arenosas secas de

los países Bálticos. Un hongo del tipo roya (*Gremmeniella abietina*) causó considerables daños en las masas forestales más jóvenes en 2002 y 2003 en Suecia. Entre los insectos, la mosca del pino (*Diprion pini*) puede causar periódicamente grandes defoliaciones en pinos. Las masas jóvenes son especialmente preferidas por el alce, que busca los brotes. Los derribos por vendavales se producen en suelos húmedos arcillosos donde el sistema radical es superficial. Los pinares son asimismo sensibles a la contaminación atmosférica así como a la compactación del suelo durante los aprovechamientos forestales. La defoliación del pino en los puntos de Nivel I del ICP Forests de la zona hemiboreal han estado fluctuando en los recientes años (ver Fig. 2-4).

Los pinares completan diversas funciones

Los pinares son empleados en gran medida para múltiples funciones, incluyendo la producción de madera y otros bienes, la protección medioambiental, el recreo y el turismo. Las prácticas de manejo forestal incluyen los claros y la regeneración natural seguidas de cortas a hecho. En muchos lugares se ha regenerado con píceas en recientes décadas ya que esto proporciona ventajas en producción y menores problemas con el ganado de alce comparando con el pino. Por tanto la cantidad total de pino silvestre ha decrecido a favor de la píceas. Los pinares en suelos arenosos secos y en dunas en áreas costeras resultan más fuertemente afectados por las actividades turísticas. Con objeto de proteger la biodiversidad de estos bosques, en los últimos años se ha creado un número creciente de áreas protegidas, algunas de ellas con un alto nivel de protección.

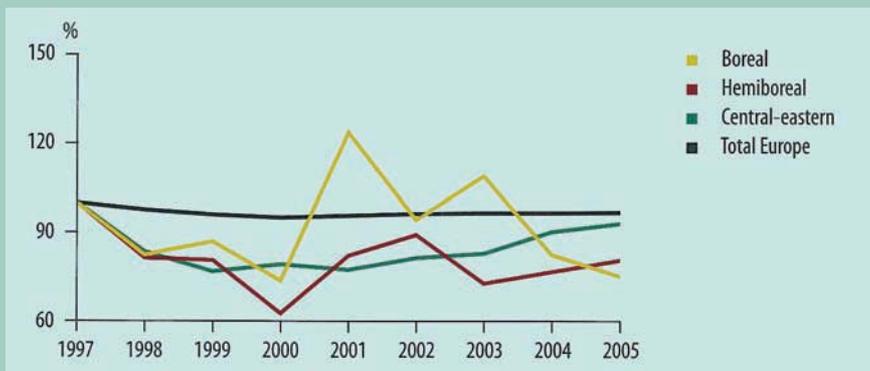


Figura 2-4: Proporción de ejemplares de pino silvestre (clases de defoliación 2-4) en zonas seleccionadas de Europa, dado como la desviación relativa de su estado en el año 1997. Tomando como referencia toda Europa, su estado permanece relativamente estable. Si se observan las distintas zonas, ya hay fluctuaciones más pronunciadas (no todas las zonas están representadas).



Dosel de copas en un hayedo de zonas bajas. Las copas filtran grandes cantidades de contaminantes del aire. La deposición atmosférica medida en bosques es por tanto mayor comparada con las zonas a cielo abierto.

3. LA DEPOSICION ATMOSFÉRICA Y LA RESPUESTA DE LOS ECOSISTEMAS

En los años 70, los efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana y el medio ambiente comenzaron a hacerse cada vez más obvios cuando la acidificación de los lagos escandinavos y posteriormente el declive en la salud de los bosques se relacionó con la deposición de contaminantes atmosféricos. En el marco de la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia, los científicos proporcionan una imagen realista sobre la deposición actual y sus efectos sobre los bosques y otros ecosistemas en Europa.

En las dos últimas décadas Europa ha experimentado los primeros efectos de la reducción de emisiones. Sin embargo, hay extensas áreas que aún sufren por el exceso en los niveles críticos de acidez y nitrógeno (ver Fig. 3-1). Los bosques filtran los contaminantes del aire y son por tanto especialmente susceptibles. El 45% de los bosques sufren todavía de aportes de nitrógeno que exceden los límites críticos.

El ICP Forests contribuye con resultados específicos sobre los efectos de la

incorporación de contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales, y apoya el desarrollo y la aplicación de los modelos antes mencionados, con datos sobre deposición medidos en bosques de toda Europa. En informes anteriores se mostraba como el crecimiento forestal, la química foliar y los daños por tormentas se relacionan con la deposición. Los siguientes capítulos informan sobre la acidificación del suelo y resaltan los efectos de la deposición en la composición específica y otros aspectos de la biodiversidad. Los bosques son ecosistemas complejos y hay muchos otros riesgos y efectos directos e indirectos como consecuencia de la contaminación atmosférica.

Información adicional:

CCE (2005), Posch M, Slootweg J, Hettelingh J-P (eds), European critical loads and dynamic modelling: CCE Status Report 2005. Coordination Centre for Effects, MNP Report 259101016.

Bilthoven, Netherlands, 171 pp. www.mnp.nl/cce.



Colectores de deposición (rojos) y de desfronde (blancos) en una parcelas de Nivel II.

3.1 Deposición decreciente de azufre y fluctuante de nitrógeno entre 1998 y 2003

Resumen

- La deposición de azufre ha disminuido en cerca de un tercio de las 230 parcelas evaluadas desde 1998. Esta reducción muestra los efectos positivos de las estrategias de reducción de la contaminación.
- Los aportes de nitrógeno atmosférico han permanecido sin cambios en aproximadamente el 90% de las parcelas.

La reducción de la deposición de nitrógeno permanece siendo una tarea importante para la política medioambiental.

Los datos proporcionan la base para la determinación de los efectos de la contaminación atmosférica en los ecosistemas forestales y para el desarrollo y aplicación de los cálculos de cargas críticas (ver los siguientes capítulos).

Importancia cambiante de los diferentes contaminantes atmosféricos

Cuando hace más de 20 años se creó el ICP Forests, tanto científicos como políticos y público en general se centraban en los óxidos de azufre, depositados principalmente en forma de sulfato (SO_4^{2-}). Sin embargo, compuestos adicionales como el nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) han ganado en importancia. La deposición de nitrato y de sulfato se origina principalmente a partir de la combustión de combustibles fósiles mediante el tráfico de vehículos, la industria y el uso doméstico de energía. La deposición de amonio se encuentra en gran medida relacionada a las emisiones de amoniaco mediante los fertilizantes y el uso de animales en agricultura. Desde finales de los años 90 se han recogido muestras de deposición en las Parcelas de Seguimiento Intensivo y han sido analizadas siguiendo métodos armonizados.

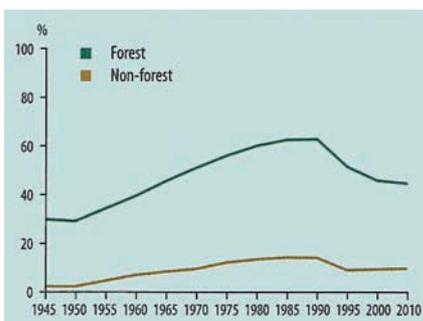
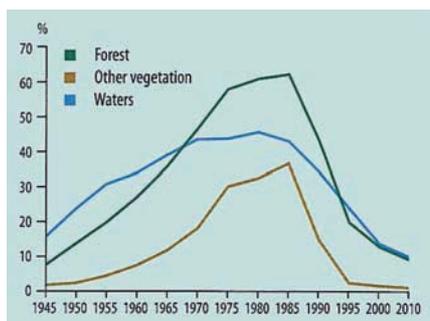


Figura 3-1: Superficie de Europa que excedió las cargas críticas de acidez (izquierda) y nitrógeno nutriente (derecha). Los cálculos son llevados a cabo por el programa "ICP on Modelling and Mapping", programa asociado ICP Forests, basándose en inventarios de emisiones y modelos complejos para el transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos (CCE, 2005).



Colectores de deposición bajo dosel de copas en Grecia

Los resultados provienen de las mediciones de deposición dentro de las masas forestales (deposición bajo el dosel de las copas). En la cubierta forestal, algunos elementos pueden ser filtrados a través del follaje e incrementar la carga de deposición medida, mientras que otros son asimilados por las hojas y acículas y por tanto no medidos. Por tanto, la deposición bajo el dosel de copas, al ser medida bajo la cubierta forestal, no es igual a la deposición total recibida por las masas forestales. Como la cubierta forestal no es uniformemente densa, se colocan varios colectores de deposición en cada parcela de seguimiento. Las muestras se recolectan semanal, quincenal o mensualmente y son analizadas por los expertos nacionales. Después de chequeos intensivos de calidad, se calcularon las deposiciones medias anuales para los años 2001 a 2003 en las parcelas que dispusieran de la serie completa de datos. Para el periodo 1998 a 2003, se chequeó la importancia de las pendientes de las regresiones lineales de deposición a lo largo del tiempo.

Deposición fluctuante de nitrógeno y decreciente de azufre

La deposición media de nitrógeno medida para el intervalo de 1998 a 2003 y calculada como media para cerca de 230 parcelas en Europa (ver Fig. 3-2) fue de aproximadamente 10 Kg. por hectárea y año, como la suma de 5 Kg. de deposición de amonio y 5 Kg. de nitrato. Los valores medios anuales eran fluctuantes y alrededor del 90% de las parcelas no revelan cambios significativos en la deposición de nitrógeno (ver Figs. 3-6 y 3.7). Entre 1998 y 2003, los aportes medios anuales de sulfato descendieron de 9,3 kg. por hectárea a 5,8 Kg. Un tercio de las parcelas mostraron un descenso significativo en las aportaciones de azufre (ver Fig. 3-5). Las deposiciones medidas en parcelas de la región alpina, Escandinavia y la Península Ibérica fueron comparativamente bajas (ver Fig. 3-8).

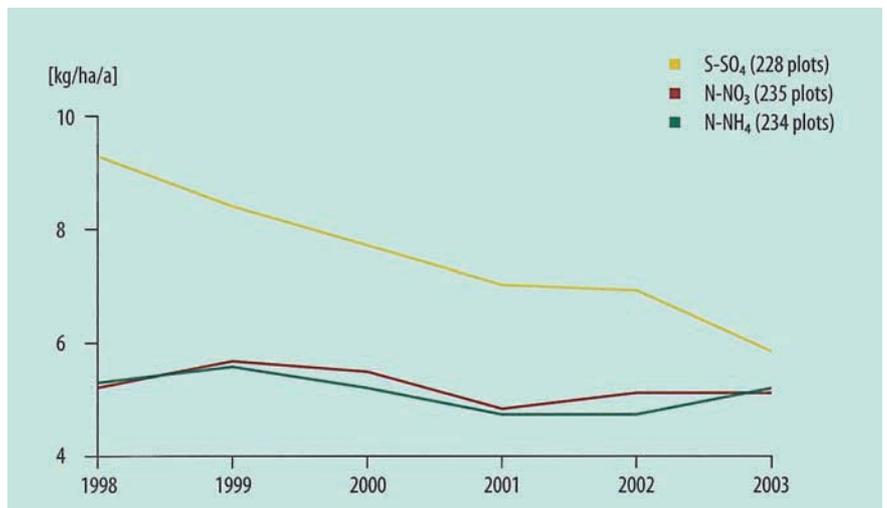


Figura 3-2: Desarrollo de la deposición media de sulfato (SO₄-S), nitrato (NO₃-N) y amonio (NH₄-N). Aunque la deposición de sulfato muestra un descenso, la reducción de los aportes de nitrógeno continúa siendo una tarea importante.



Un dispositivo de tensiómetros de suelo diseñados para evaluar la variabilidad en la tensión de agua del suelo en una parcela de Nivel II en Alemania.

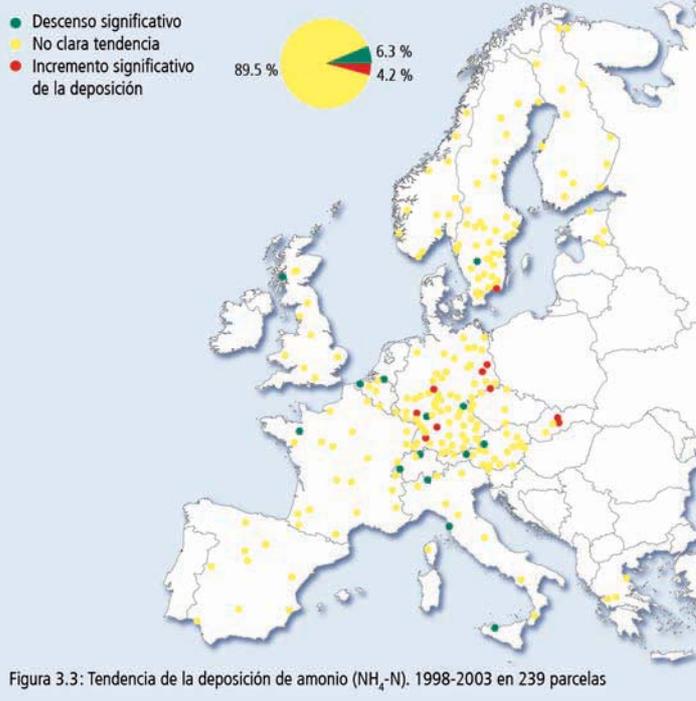


Figura 3.3: Tendencia de la deposición de amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$). 1998-2003 en 239 parcelas

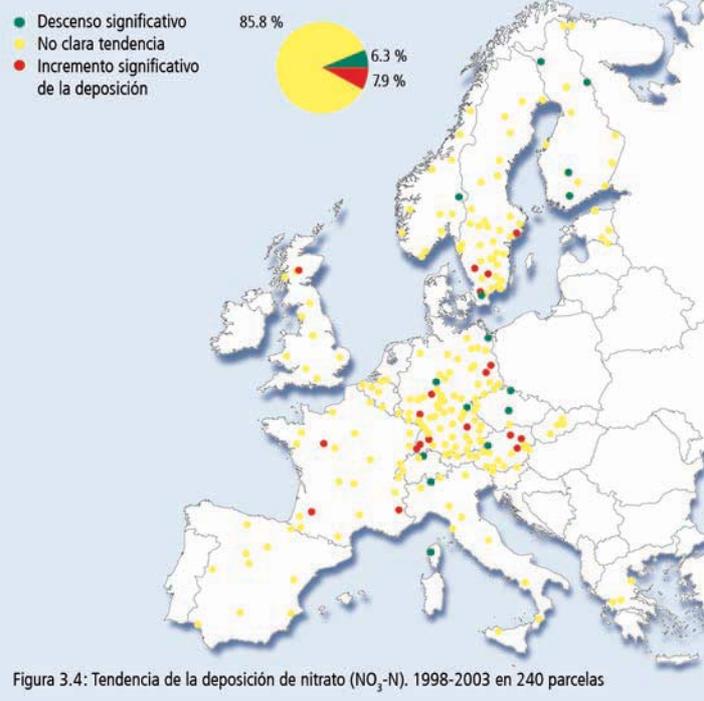


Figura 3.4: Tendencia de la deposición de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$). 1998-2003 en 240 parcelas

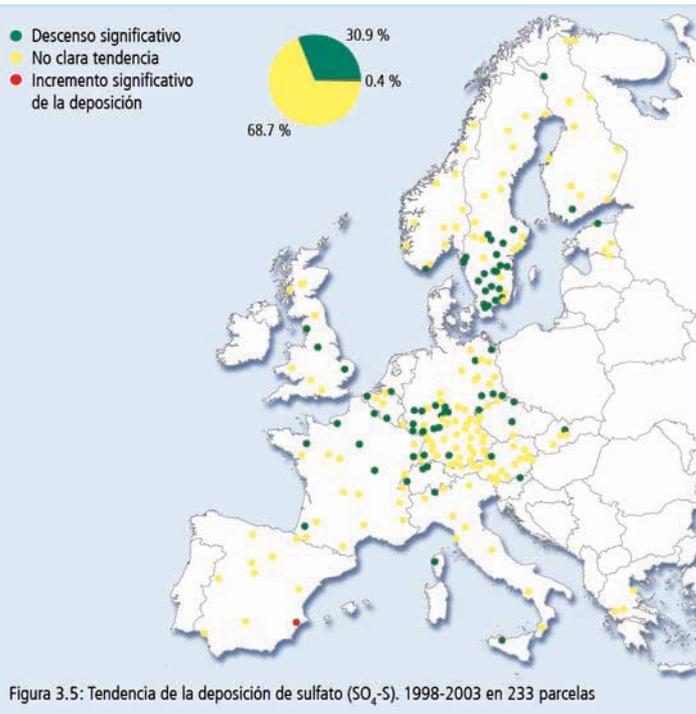


Figura 3.5: Tendencia de la deposición de sulfato ($\text{SO}_4\text{-S}$). 1998-2003 en 233 parcelas

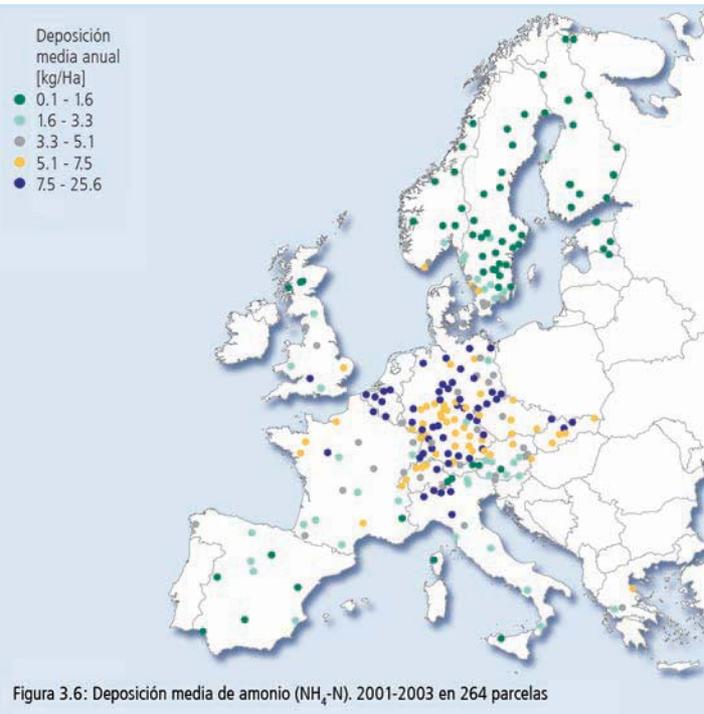


Figura 3.6: Deposición media de amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$). 2001-2003 en 264 parcelas

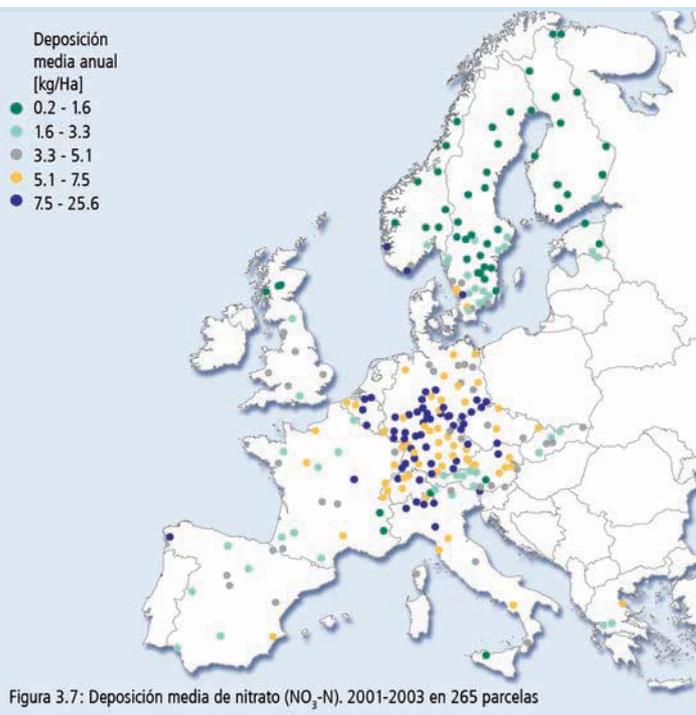


Figura 3.7: Deposición media de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$). 2001-2003 en 265 parcelas

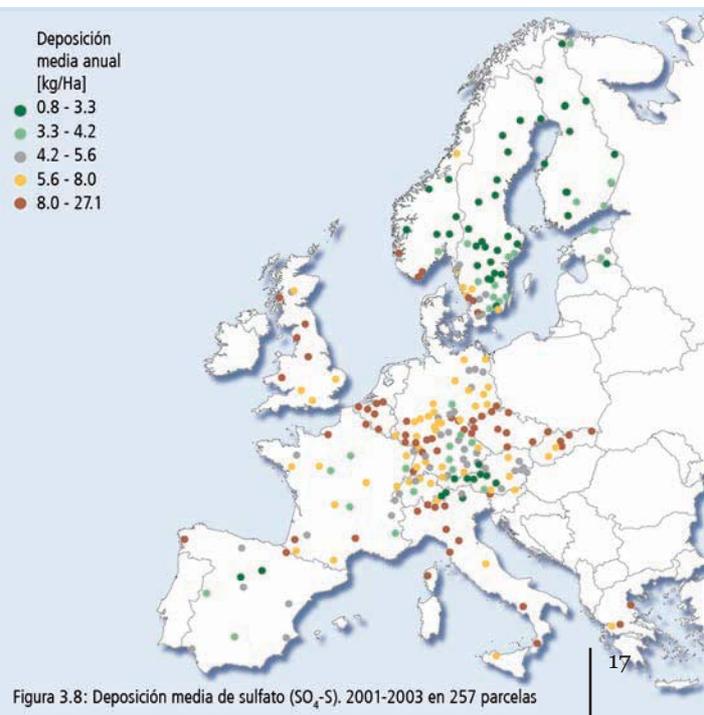


Figura 3.8: Deposición media de sulfato ($\text{SO}_4\text{-S}$). 2001-2003 en 257 parcelas



Parcela de Nivel II en España.

3.2 Los modelos dinámicos revelan una recuperación parcial de los suelos forestales ante la acidificación

Resumen

- La mayoría de las 37 parcelas de Nivel II seleccionadas muestran un incremento en la acidificación del suelo entre 1900 y 1990 y posteriormente una ligera mejoría. Sin embargo, en muchas de las parcelas evaluadas no se alcanzará de nuevo el estado original de acidez hasta el año 2050.
- La reacción del ecosistema en parcelas específicas depende mucho de las condiciones locales del lugar y de la masa forestal. La deposición es un factor que puede influenciar el estado de acidez de los suelos forestales. Las reducciones de emisiones son por tanto crucia-

les para la recuperación.

Los modelos dinámicos pueden ayudar a evaluar la respuesta de los ecosistemas forestales ante escenarios de deposición cambiantes. Estos modelos, que han sido aplicados a 37 parcelas de Nivel II, permiten estudiar los efectos en el futuro de las actuales políticas de aire limpio. Los cálculos de los modelos permiten estimar específicamente la respuesta de la solución del suelo basándose en los datos medidos de suelos, meteorología y deposición. De esta manera tienen en cuenta condiciones específicas del lugar y de la masa forestal en cada parcela, lo

cual es un requerimiento para evaluar los efectos de la deposición medida.

La contaminación atmosférica es una de las principales razones para la acidificación de la solución del suelo.

Muchas de las parcelas estudiadas (ver Figs. 3-9 a 3-12) muestran un incremento en la acidificación entre 1900 y 1990 y una ligera recuperación posterior hasta 2030.

Los modelos dinámicos de la química del suelo tales como el VSD (Very Simple Dynamic Model) muestran los efectos de la deposición ácida y las medidas selvícolas sobre la solución del suelo a lo largo del tiempo. Los procesos clave incluidos en el modelo son los flujos de elementos en la deposición, la captación de nutrientes por los árboles, los ciclos de

nutrientes incluida la mineralización, los procesos de desgaste para cationes básicos y aluminio, y el filtrado de elementos al agua subterránea. También se tienen en cuenta las reacciones de equilibrio dentro de la solución del suelo. Los cálculos se basan en los datos de Nivel II y las tasas históricas de deposición disponibles en bibliografía. Los escenarios futuros de

deposición basados en el Protocolo de Gothenburg de la CEPE de NNUU fueron aplicados tal y como fueron calculados por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA). Las parcelas descritas no son representativas para Europa, pero fueron seleccionadas por razones de disponibilidad de datos.

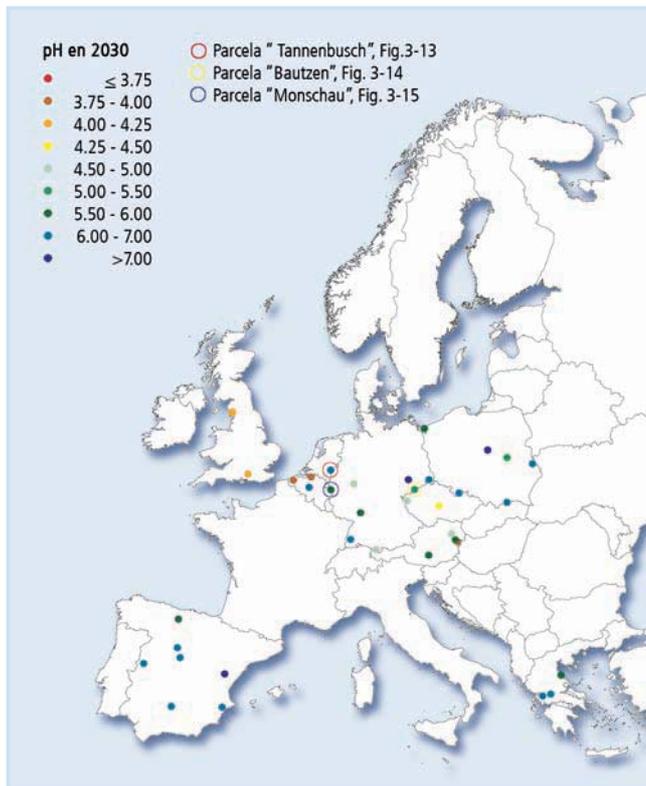


Figura 3-9: Valores de pH en parcelas de Nivel II para el año 2030. El valor del pH es un indicador químico muy común para la acidificación. Valores bajos indican condiciones ácidas. Las parcelas marcadas con un círculo se presentan con mayor detalle en las figuras 3-13 a 3-15.

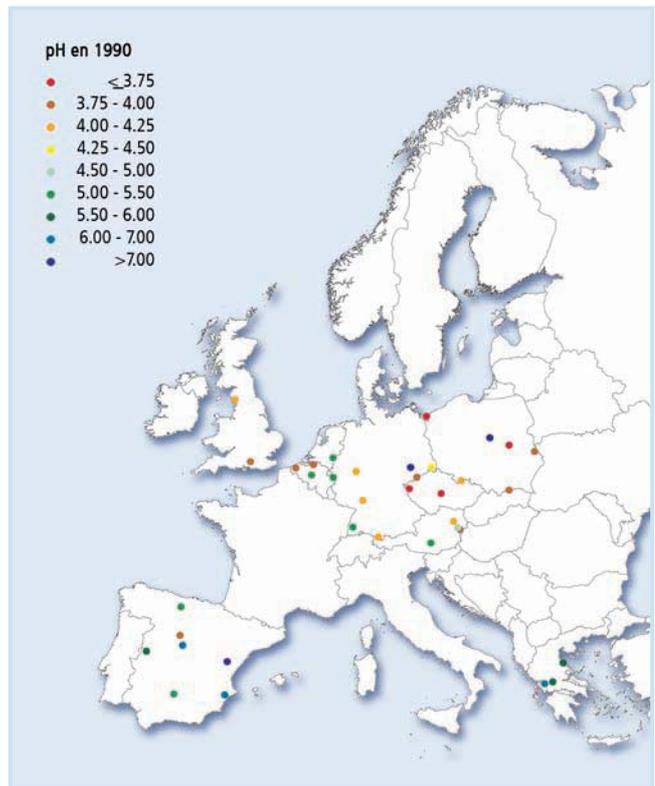


Figura 3-10: Valores del pH en parcelas de Nivel II para el año 1990.

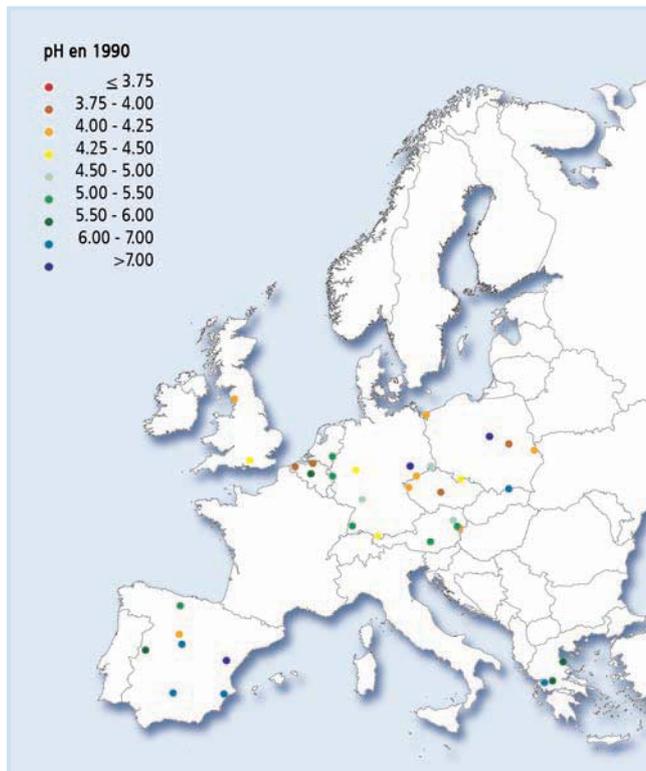


Figura 3-11: Valores del pH en parcelas de Nivel II para el año 2030.

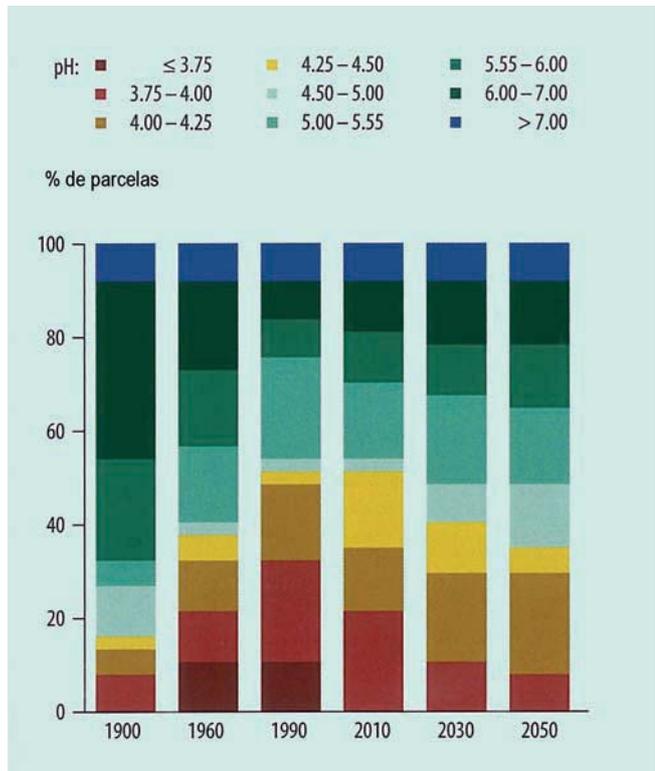


Figura 3-12: Frecuencia de los valores de pH a lo largo del tiempo en 37 parcelas de Nivel II.

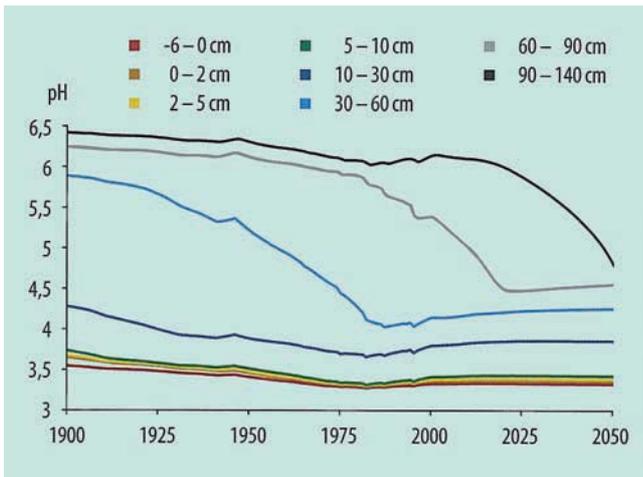


Figura 3-13: Valores de pH de la solución del suelo en la parcela "Tannenbusch" en diferentes estratos del suelo a lo largo del tiempo. En la parcela "Tannenbusch" crecen robles de 130 años en suelos húmedos y arenosos. A pesar de que los cálculos del modelo asumen reducciones de emisiones, las tres capas más profundas del suelo muestran una acidificación progresiva, intensa y en gran medida mantenida. Los suelos arenosos pobres no pueden compensar la previa pérdida de nutrientes.

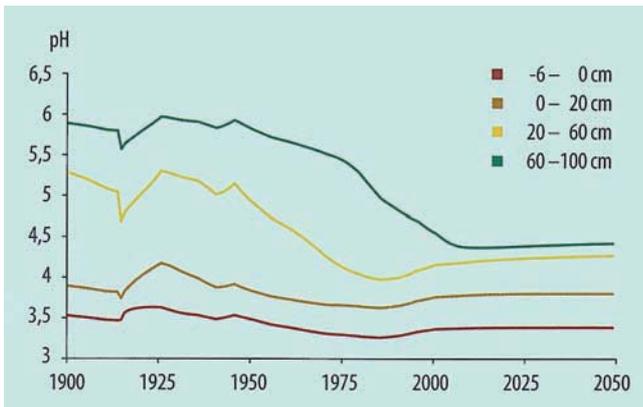


Figura 3-14: Valores de pH de la solución del suelo en la parcela "Bautzen" en diferentes estratos del suelo a lo largo del tiempo. Esta parcela se caracteriza por una masa de píceas de 90 años de edad. Las tres capas más superficiales muestran una simultánea acidificación y una recuperación parcial. Por debajo de 60 cm. de profundidad en el suelo hay una acidificación retrasada sin recuperación.

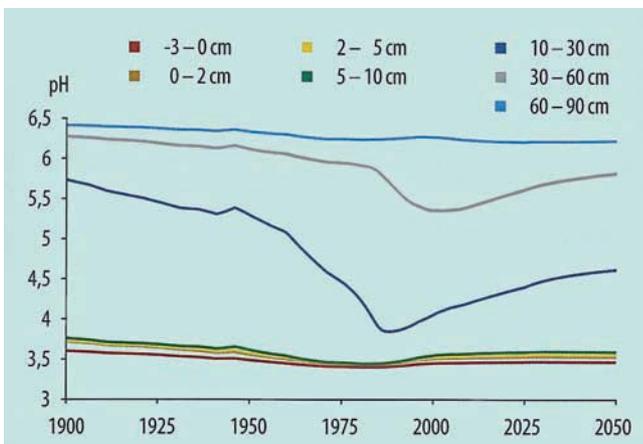


Figura 3-15: Valores de pH de la solución del suelo en la parcela "Monschau" en diferentes estratos del suelo a lo largo del tiempo. Aquí, una masa de hayas de 140 años de edad se encuentra situada sobre suelos margosos. La reducida deposición en combinación con la capacidad tampón de los suelos ricos en nutrientes permiten una clara recuperación del pH de la solución del suelo, tal y como se predice mediante el modelo dinámico.



Los lisímetros extraen agua, que se llama solución del suelo, para análisis en laboratorio. La solución del suelo reacciona a la deposición y juega un papel importante en los ecosistemas forestales. Es, por ejemplo, esencial para la captación de agua y nutrientes por las plantas.

Sin embargo, el estado predominante de acidez asumido para el año 1900 no se alcanzará de nuevo en muchas de las parcelas hasta 2050. La deposición atmosférica es la principal razón para la acidificación observada. Tendencias similares son confirmadas por las mediciones directas y han sido también consignadas por programas complementarios al ICP Forests, mostrando que para toda Europa el área con excedencia en cargas críticas alcanzó su máximo en los años 90. La recuperación parcial que se observa desde entonces es un éxito de la reducción de emisiones. Los resultados presentados se basan en el supuesto de continuar con las reducciones de emisiones siguiendo el Protocolo de Gothenburg de la CEPE de NNUU.

Las reacciones del ecosistema dependen de las condiciones locales

La aplicación a nivel de parcela de un modelo más detallado y específico por estratos (SAFE) muestra que la reacción del ecosistema no es uniforme, sino que por el contrario depende de las condiciones específicas del lugar y de la masa (ver Figs. 3-13 a 3-15). Los suelos sensibles muestran un acusado descenso del pH. La recuperación se observa en recales en las que el pH se ve incrementado hasta niveles históricos después de que las reducciones de emisiones se hayan hecho efectivas. Sin embargo, los modelos dinámicos se centran en la química de la solución del suelo que está íntimamente ligada a la deposición atmosférica y que por ello reacciona bastante deprisa a las aportaciones cambiantes. La recuperación de la fase sólida del suelo es mucho más lenta y puede var muchas décadas.



Evaluaciones de vegetación en Finlandia.

3.3 La vegetación y la deposición de nitrógeno.

Resumen

- *El tipo de manejo forestal, la región geográfica en la cual las parcelas se hayan situadas y el estado de acidez del suelo son factores que determinan la vegetación.*
- *Existen claras indicaciones sobre que la deposición de nitrógeno también influencia la composición específica de la vegetación en algunas de las parcelas de seguimiento en Europa. Las plantas indicadoras de nitrógeno aparecieron más frecuentemente en parcelas con alta deposición de nitrógeno.*
- *Un periodo de seguimiento de 5 años resulta demasiado corto para detectar cambios significativos en la composición en especies. La adaptación de la vegetación a aportes atmosféricos probablemente haya tenido lugar en un periodo de tiempo mucho más largo. El seguimiento regular en un largo lapso de tiempo se hace necesario para seguir las dinámicas en curso.*

La vegetación contribuye a la diversidad biológica de los ecosistemas forestales, y acoge a un considerable número de insectos, animales y hongos. Como la vegetación en si misma depende de condiciones medioambientales como el suelo y el tipo

de lugar, el tipo de bosque y el clima, es de interés saber si los factores medioambientales cambiantes como la deposición de nitrógeno pueden causar cambios en la composición de la vegetación.

Se usó el *análisis de correspondencia sin tendencia* (DCA) para evaluar la composición florística de las parcelas. Este método estadístico permite la determinación de ciertas especies vegetales que sirven concretamente detectar las diferencias entre la composición vegetal de las parcelas. Estas especies están dispuestas a lo largo de ejes *sintéticos*. En muchos casos estas especies resultan ser típicas de ciertas condiciones medioambientales, tales como estado de los suelos o de los nutrientes en las parcelas. Estos ejes pueden ser por tanto interpretados también como *proxy* para estos factores medioambientales. A las parcelas se les asignan unos valores para estos ejes de manera que puedan ser ordenados de acuerdo a su composición florística. En un análisis DCA se determinan varios ejes, lo cual permite evaluar múltiples influencias. En todos los DCAs presentados sólo se tiene en cuenta el 10% de la varianza en la composición de la vegetación. Esto muestra que hay numerosos factores adicionales del lugar y de la masa que explican la aparición de determinadas plantas y que no pueden ser cubiertos por una evaluación a tan gran escala.

Las condiciones naturales y el manejo forestal diferencian en su mayor parte a la vegetación a lo largo y ancho de Europa

En Europa las mayores diferencias en composición específica de la vegetación se encontraron entre las parcelas españolas y portuguesas por un lado y las parcelas al norte y este de los Pirineos por el otro. Esta diferencia puede deberse a razones climáticas naturales y fitogeográficas. Los diferentes métodos de manejo pueden también jugar un papel en este contexto, ya que muchas parcelas de la Península Ibérica están localizadas en bosques abiertos con una baja densidad de la cubierta arbórea (ver Fig. 3-16).

Existe cierta evidencia sobre los efectos de la deposición de nitrógeno

En un estudio específico centrado en parcelas de las regiones central y boreal meridional de Europa, la relación natural ácido-base de la capa orgánica del suelo resultó ser un factor principal para la composición de la vegetación.

La disponibilidad de nitrógeno parece también afectar a la composición específica de las parcelas porque las parcelas con una gran cantidad de especies indicadoras de nitrógeno están situadas en regiones con altas deposiciones de nitrógeno, como los Países Bajos, Flandes, el norte de Alemania y Dinamarca, el sur de Polonia, Eslovaquia y Hungría (ver Fig. 3-17).

Los datos de Nivel II ofrecen la oportunidad de relacionar las características de la vegetación con los datos de suelos y deposición medidos. Los resultados muestran que los suelos de parcelas con especies indicadoras de acidez son más ácidos, si observamos su pH (ver Fig. 3-18). Además, la contaminación atmosférica puede explicar parte de las variaciones en cuanto a composición en especies, ya que existe una relación significativa entre la presencia de especies indicadoras de nitrógeno y la deposición de nitrógeno (ver Fig. 3-19).

Las evaluaciones nacionales pueden proporcionar una imagen más detallada. En Italia, el número de especies se veía incrementado con el contenido en nitrógeno del suelo, una situación que se daba principalmente en bosques de haya en el sur del país. En contraste, el

número de especies descendió cuando la deposición de nitrógeno superó los niveles críticos. Esto ocurría mayormente en los hayedos del norte de Italia.

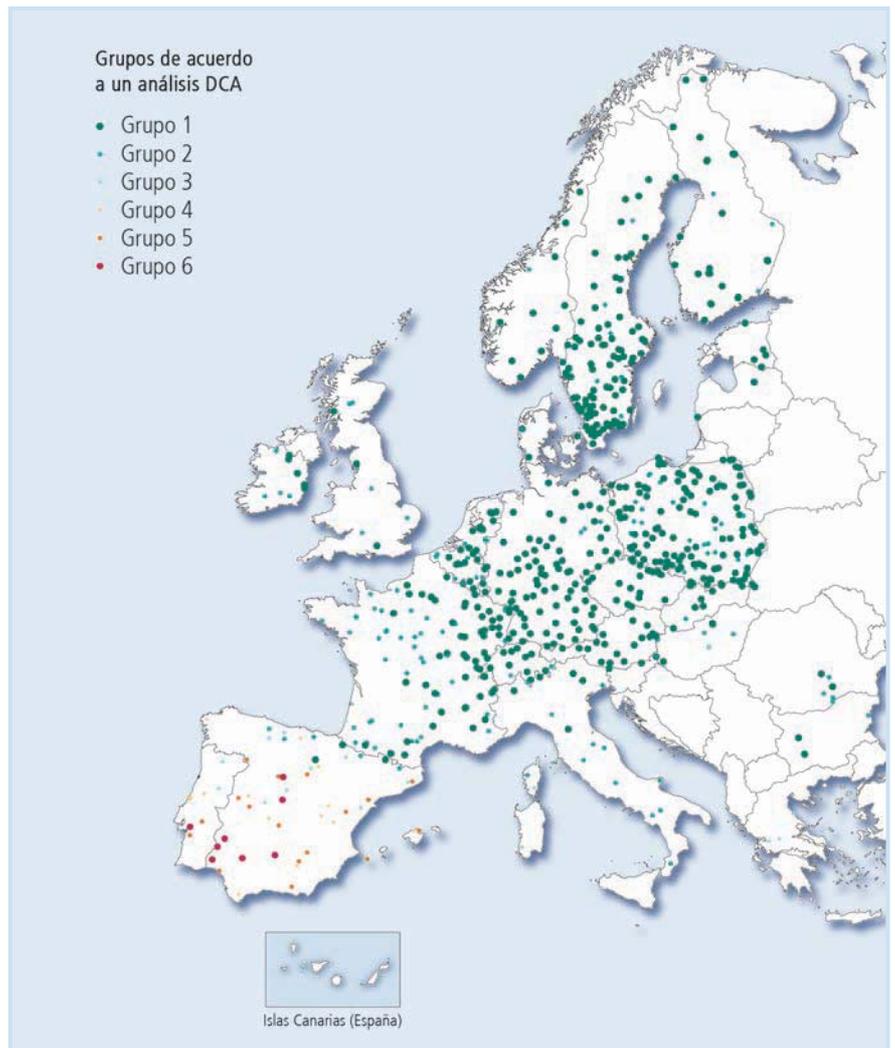


Figura 3-16: Las parcelas se clasifican de acuerdo con la similitud en la composición de su vegetación (puntuaciones DCA, ver cuadro, pág. 21). La composición de la vegetación en la Península Ibérica varía considerablemente con respecto a la de parcelas al norte de los Pirineos. Las diferentes prácticas de gestión forestal que dan lugar a masas con poca densidad, así como el clima y razones biogeográficas dan lugar a diferencias en la composición de la vegetación. Existen numerosos factores adicionales del lugar y de la masa que explican la presencia de determinadas plantas y que no pueden ser cubiertos por una evaluación a tan gran escala.

Sin cambios a corto plazo en la vegetación a lo largo del tiempo

Las parcelas con repetidas evaluaciones de vegetación permiten el análisis de posibles cambios en la composición en especies a lo largo del tiempo. También pueden ser usadas para examinar si la deposición de nitrógeno ha causado cambios en la composición específica.

Los principales valores del índice de Ellenberg (ver cuadro pág.23) reflejan la disponibilidad de nitrógeno en las parcelas. Sin embargo, una comparación de estos valores entre las primeras evaluaciones y las más recientes no han revelado diferencias significativas (ver Fig. 3-20). Una razón para ello podría ser el

hecho de que los intervalos temporales de aproximadamente cinco años entre las evaluaciones son relativamente cortos.

Información adicional:

CCE (2005), Posch M, Slootweg J, Hettelingh J-P (eds), European critical loads and dynamic modelling: CCE Status Report 2005. Coordination Centre for Effects, MNP Report 259101016. Bilthoven, Netherlands, 171 pp. www.mnp.nl/cce.



Ceratocarpus claviculata es una planta herbácea que indica disponibilidad de nitrógeno en el suelo y que es favorecida por la deposición atmosférica de nitrógeno. De un total de 488 parcelas de Nivel II, ha aparecido en 14 parcelas situadas en áreas con altas deposiciones de nitrógeno.

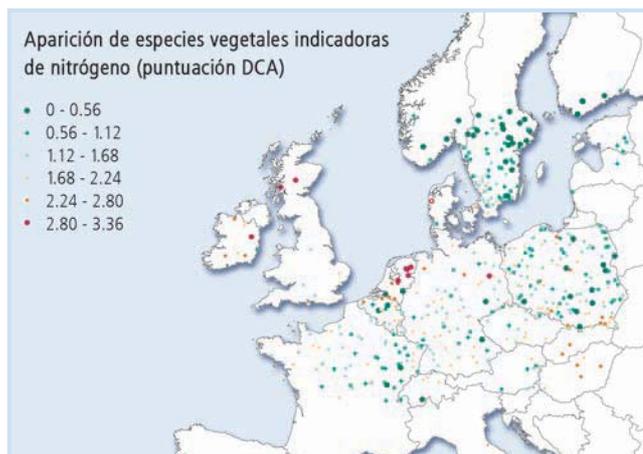


Figura 3-17: Parcelas de Nivel II agrupadas de acuerdo con la aparición de especies vegetales indicadoras de nitrógeno (eje 4º del DCA). Las parcelas con una mayor presencia de indicadoras de nitrógeno se encuentran en zonas con alta deposición de nitrógeno. En las parcelas de Escocia e Irlanda, las especies que son típicas del clima Atlántico predominan. En la evaluación estadística, estas especies se encuentran agrupadas junto con las plantas indicadoras de nitrógeno.

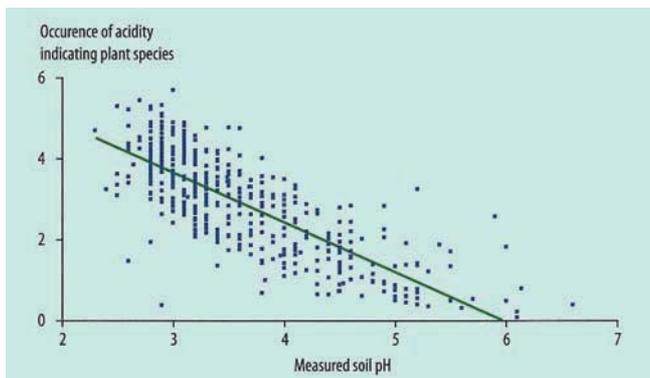


Figura 3-18: Relación entre la presencia de plantas indicadoras de acidez (1er eje del DCA) y el pH en la capa orgánica del suelo para 472 parcelas. La vegetación refleja significativamente el estado de acidez de la capa orgánica del suelo. El gráfico muestra un gran número de parcelas con pH muy bajo.

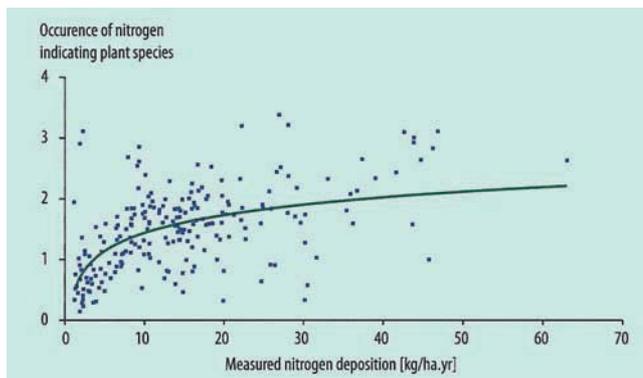


Figura 3-19: Relación entre la presencia de plantas indicadoras de nitrógeno (eje 4º del DCA) y la deposición de nitrógeno en 224 parcelas. La vegetación refleja significativamente la deposición de nitrógeno medida bajo el dosel de copas en las parcelas.

Los valores del índice de Ellenberg son una herramienta común para expresar el comportamiento ecológico de las especies vegetales. Las especies que normalmente crecen sólo en lugares con un pobre aporte en nitrógeno reciben valores altos del indicador, de hasta 9. Las medias de todos los valores por parcela del índice de Ellenberg de nitrógeno nos dan por tanto información sobre la disponibilidad de nitrógeno en las parcelas.

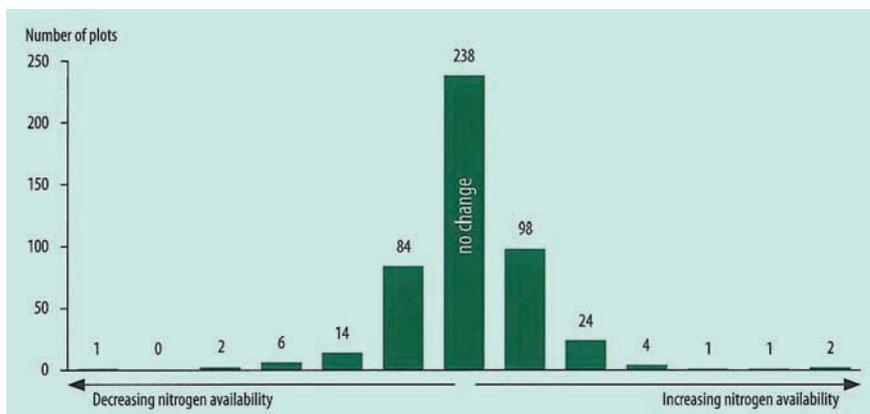


Figura 3-20: Diferencias entre los valores medios del indicador Ellenberg en las evaluaciones más recientes y las primeras que se llevaron a cabo, para 475 parcelas en las que se han hecho muestreos repetidos. Muchas de las parcelas no muestran cambio alguno. Probablemente esto se deba a los cortos intervalos de tiempo entre las evaluaciones. También puede asumirse que la vegetación ya se encontraba adaptada a la deposición de nitrógeno en el momento de realizarse las primeras evaluaciones.



La especie de líquen *Lobaria pulmonaria* indica bosques viejos con una larga continuidad ecológica. Aunque distribuida por toda Europa, la especie se encuentra en las listas rojas de la mayor parte de los países.

4. UN NUEVO DESAFIO: LAS EVALUACIONES DE BIODIVERSIDAD FORESTAL

Resumen

- Con el fin de desarrollar métodos adecuados para el seguimiento de la diversidad biológica en bosques se seleccionaron una serie de indicadores clave en más de 100 parcelas de 12 países europeos.
- El manejo forestal y la edad de las masas afecta significativamente a la cantidad de madera muerta.
- Se ha demostrado la viabilidad de una nueva clasificación de tipos de bosque como aproximación a nivel regional para la investigación de la biodiversidad forestal.
- Los primeros resultados del estudio confirman que la contaminación atmosférica, entre otros factores, afectan a la composición y el número de especies de líquenes epífitos.

La biodiversidad es un tema clave en la agenda política

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) de Río de Janeiro en 1992 y la adopción del Convenio sobre Diversidad Biológica fueron hitos políticos en dar empuje al concepto de biodiversidad. En la Cumbre Mundial y la Conferencia Ministerial para el Medio Ambiente en Europa de 2002, los estados participantes se comprometieron a reducir y parar la pérdida de biodiversidad para 2010. La Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa de 2003 adoptó 35 indicadores para el manejo sostenible de los bosques, de entre los cuales nueve son indicadores de biodiversidad. En 2004, el Consejo de la Unión Europea decidió el “reforzar la investigación y el seguimiento de la biodiversidad con objeto de contribuir a la implantación del Convenio de Diversidad Biológica”. El concepto de biodiversidad no se refiere únicamente a la composición y diversidad en especies, también abarca funciones y estructuras de los ecosistemas y tiene en cuenta escalas que varían desde el nivel genético a masas forestales y paisajes.



Evaluaciones de madera muerta en Alemania. La madera en descomposición ofrece un variado rango de habitats para insectos, aves y hongos.

En la actualidad se está ampliando el seguimiento de la diversidad biológica

Desde los años 90 se ha venido evaluando la vegetación en las parcelas de Nivel II, con objeto de servir como un indicador biológico para los efectos de la deposición (ver Cap. 3-3). Hoy en día estos datos se consideran asimismo una contribución clave para el seguimiento de la biodiversidad.

El proyecto “Fase Test en Evaluaciones de Biodiversidad Forestal (ForestBIOTA)” tiene como objetivo la armonización de los métodos de seguimiento para la evaluación de la estructura de la masa, la madera muerta y los líquenes que crecen en la corteza de los árboles (líquenes epifitos).

Asimismo se ha aplicado un esquema para la clasificación de los bosques en tipos de bosque. Los nuevos métodos han sido probados con éxito en 107 parcelas de 12 países Europeos.

Por encima de todo: la diversidad de los bosques.

Una evaluación detallada de los aspectos de la biodiversidad forestal necesita tener en cuenta la diferente composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas forestales a través de Europa.

Para ello se probó con una clasificación en 28 tipos de bosque (ver Fig. 4-1 y el Estudio Específico pág. 12/13). Los primeros resultados muestran relaciones significativas de todos los parámetros nuevos evaluados con el tipo de bosque de las respectivas parcelas.



Taller para el desarrollo de métodos armonizados de muestreo.

La estructura de la masa forestal caracterizada por la variación en diámetro y la presencia de madera muerta ha diferido entre los distintos tipos de bosque. Lo mismo ocurre para las características de la vegetación y para el número de especies de líquenes epífitos por parcela.

La estructura de la masa y la madera muerta son factores clave

La variación en diámetro de los árboles (ver Fig. 4-2) es un valioso indicador de la estructura de las masas forestales. La madera muerta proporciona habitats para muchas especies, por ejemplo insectos y hongos. El volumen de madera muerta por hectárea mostró una gran variación entre las parcelas de muestreo. La presencia de madera muerta está relacionada significativamente con la edad de las parcelas. El manejo forestal resulta ser un factor importante que afecta a la cantidad de madera muerta en los bosques Europeos. Los resultados de este enfoque armonizado constituyen una base valiosa para el manejo forestal sostenible.

La deposición en azufre y nitrógeno afecta significativamente a los líquenes.

En total se registraron 276 especies de líquenes epífitos en los árboles muestreados en las 83 parcelas del estudio. En muchos países las evaluaciones incluyen valiosos registros de especies amenazadas y en peligro. Las especies con un menor número de especies de líquenes epífitos tenían deposiciones de azufre y nitrógeno significativamente más altas. Hay claros indicios de que la contaminación atmosférica no sólo afecta al número de especies, sino también a la composición en especies de los líquenes en bosques (ver Fig. 4-3).

Perspectivas

Los resultados del proyecto ForestBIOTA respaldan al proyecto de demostración BioSoil que está llevándose a cabo en la actualidad en un gran número de puntos de Nivel I. También se están intensificando en muchos países los enlaces con los inventarios forestales nacionales con objeto de proporcionar información fiable y comparable sobre la diversidad biológica de los bosques Europeos.

Información adicional:
www.forestbiota.org

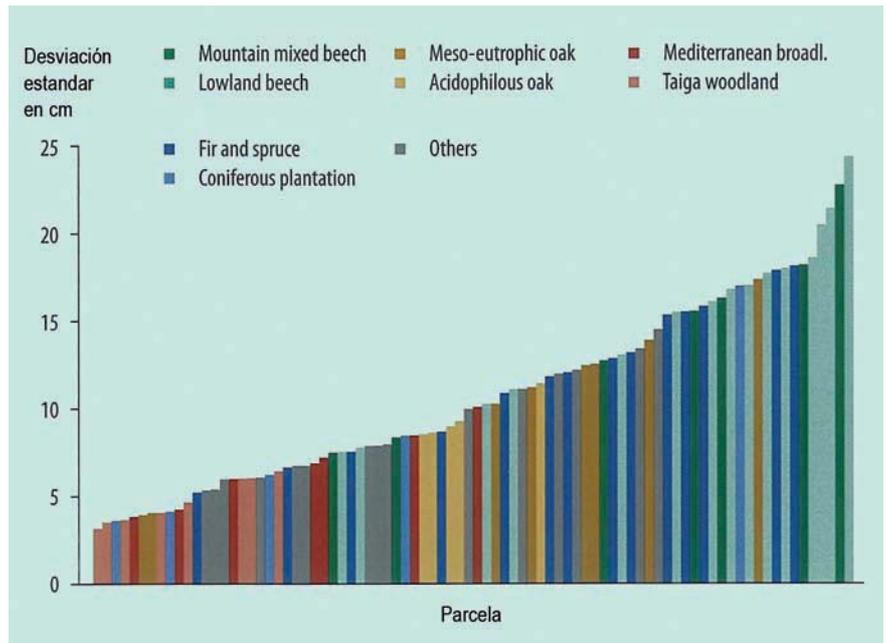


Figura 4-2: Variación del diámetro a la altura del pecho por parcelas en cm. Las parcelas situadas en bosques de hayas en Europa Central presentan variaciones más altas comparado con las parcelas de Escandinavia y con las del sur de Europa.

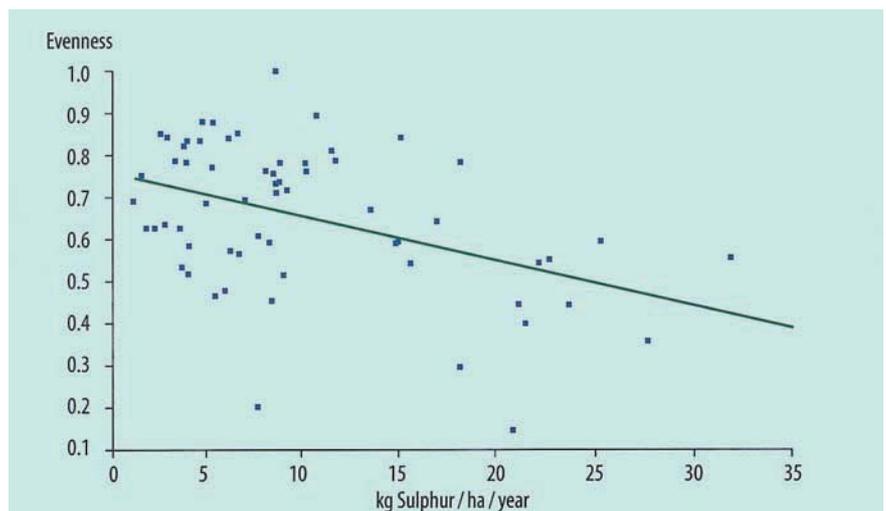


Figura 4-3: Frecuencia de líquenes epífitos en relación con los aportes de azufre. La frecuencia decreciente en la composición de las especies de líquenes indica que en parcelas con aportes altos de azufre, unas pocas especies tolerantes al azufre se han vuelto predominantes.



○ Hayedo de zonas bajas



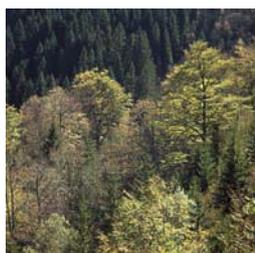
▲ Bosque de picea



△ Pinar de pino silvestre



△ Bosques de pinar en la taiga



● Hayedo mixto de montaña



● Robledal meso-eutrófico



○ Bosque Mediterráneo natural de frondosas



○ Bosque Mediterráneo semi-natural de frondosas

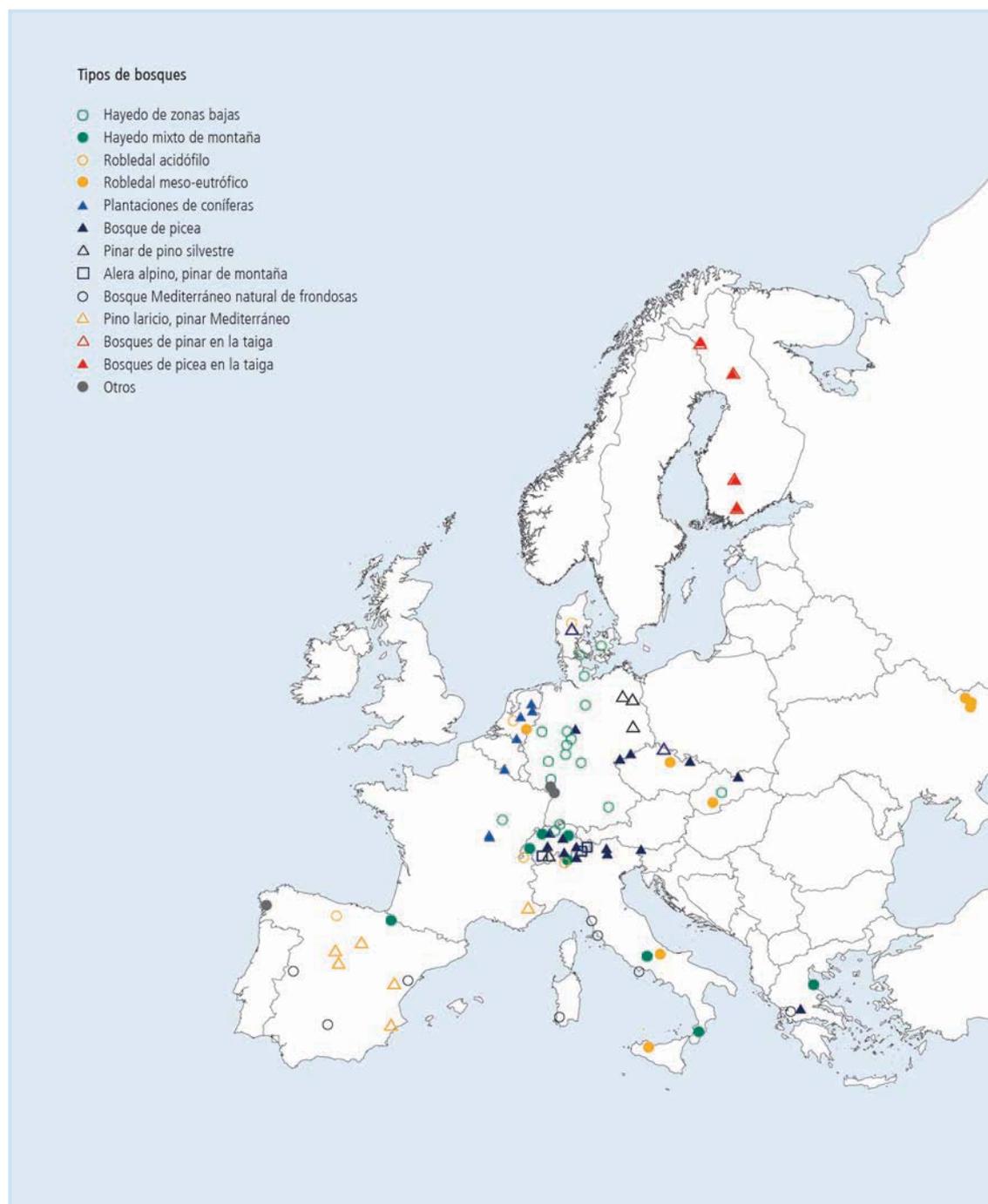


Figura 4-1: Parcelas del proyecto ForestBIOTA clasificadas según los tipos de bosque.

5. CONCLUSIONES

En los años 80, los titulares de prensa sobre la contaminación atmosférica causando el declive de los bosques alarmaron a los políticos y a la opinión pública. Hoy en día el cambio climático y la biodiversidad forestal han tomado trascendencia en la agenda política. Una visión integral nos revela estos temas como aspectos diferentes de las mismas presiones antropogénicas de fondo. El seguimiento continuo se hace necesario para cubrir las necesidades de información de la política medioambiental.

A lo largo de más de 20 años, el ICP Forests ha establecido en cooperación con la Comisión Europea un sistema de seguimiento único que combina tanto un inventario regular y armonizado como un seguimiento intensivo que posibilita la investigación de las complejas relaciones entre los flujos de deposición y la respuesta de los ecosistemas. Por tanto, el ICP Forests proporciona una combinación ideal entre seguimiento, sistema de alerta temprana y análisis de las relaciones causa – efecto.

El programa de seguimiento ha proporcionado muchos y diversos resultados como base para la política medioambiental. La deposición atmosférica constituye el principal enfoque del programa. Los primeros resultados revelaron ciertas relaciones significativas entre la deposición y el estado de la copa arbórea. . Adicionalmente, se mostró que el riesgo de daños asociados a las tormentas es más alto en suelos acidificados. Las evaluaciones actuales muestran una disminución en los aportes de azufre en un tercio de las aproximadamente 200 parcelas de Seguimiento Intensivo desde 1998 lo que es una clara indicación del éxito de las políticas de aire limpio de la CEPE de NNUU y la Unión Europea. Los modelos dinámicos nos muestran que la acidificación en muchas de las parcelas investigadas alcanzó un máximo en los años 90. Desde entonces, ha tenido lugar una ligera recuperación a consecuencia de la reducción de emisiones. Sin embargo, aún se exceden las cargas críticas en amplias zonas forestales y la acidificación, entre otros factores, continuará siendo una fuerza motriz en la alteración del estado de los bosques.

Los aportes de nitrógeno continuaron sin cambios en muchas de las parcelas, los efectos de dichos aportes constituyen una gran preocupación pública. Los resultados presentados en este informe muestran que la composición de la vegetación en las parcelas forestales evaluadas se encuentra influenciada por la deposición de nitrógeno. Además, entre otras influencias, la composición atmosférica ha afectado a la composición y el número de especies de líquenes epífitos. Estas son indicaciones de que la diversidad biológica en bosques se altera por los aportes atmosféricos. Se ha implementado con éxito en más de 100 parcelas de seguimiento una fase test de seguimiento de la biodiversidad forestal. Actualmente hay disponibles métodos para la evaluación de la estructura de la masa, madera muerta y líquenes epífitos.

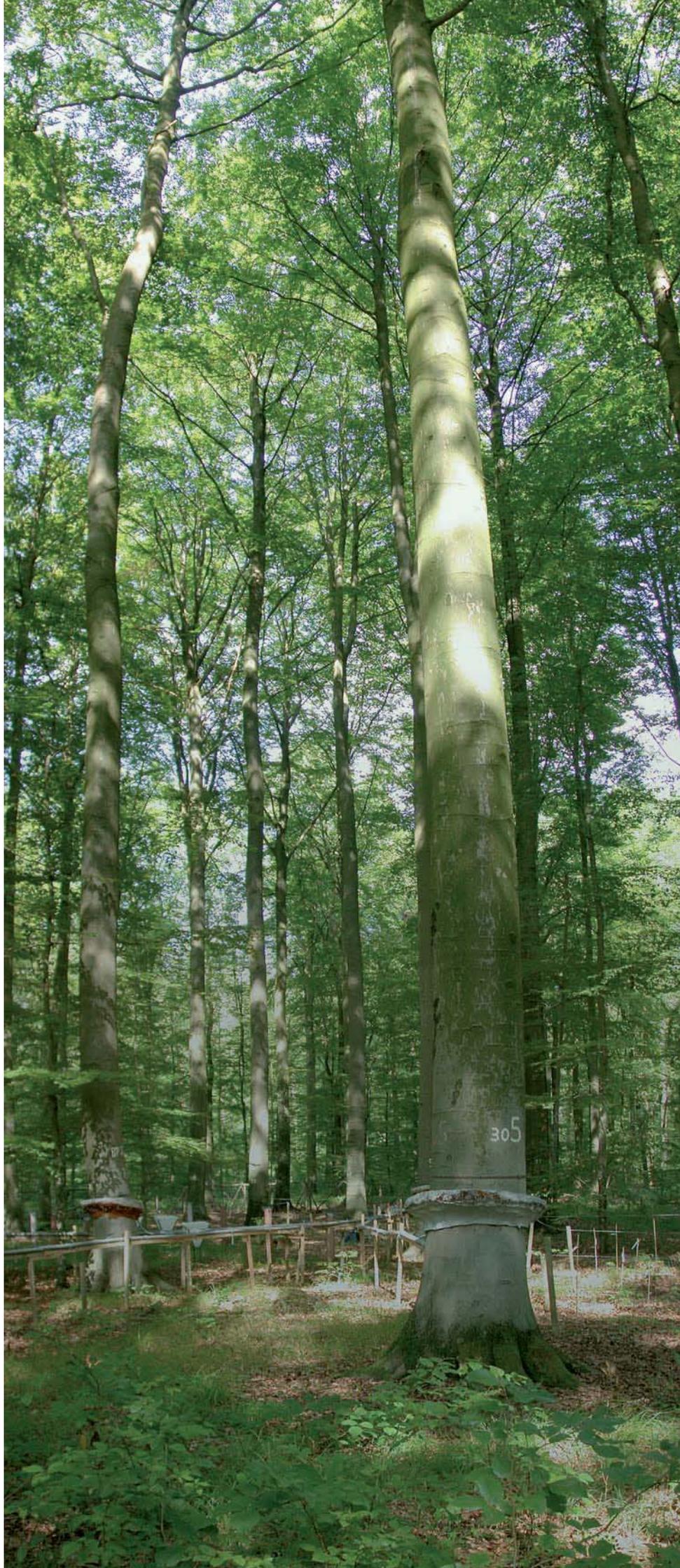
El dramático deterioro del estado de los bosques que se observó en algunas zonas de Europa en los años 80 se paralizó, no en poca medida por el impacto de la Convención sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia. Sin embargo, el estado de los bosques continúa siendo un tema de interés específico.

Las acumulaciones de aportes anteriores, la deposición de nitrógeno y las concentraciones de ozono son hoy en día handicaps para los bosques. Los extremos climáticos tales como la sequía en el Mediterráneo a mediados de los años 90 y el verano excesivamente cálido y seco en grandes áreas de Europa en 2003 llevaron a un incremento en la defoliación. A pesar de que el estado del haya y de la picea se ha recuperado en 2005, el nivel general de defoliación permanece siendo alto, con una cuarta parte de los árboles evaluados clasificados como dañados o muertos.

En vista de los actuales escenarios de cambio climático, la importancia del ICP Forests se incrementa. Los bosques son bioindicadores sin par sobre cambios medioambientales y el programa de seguimiento puede proporcionar información sobre posibles adaptaciones futuras de los bosques Europeos. La extrema sequía en el 2003 es un ejemplo que nos muestra que el sistema de alarma temprana del ICP Forests es fiable. Los datos existentes del programa son una base para la comparación del futuro estado de los bosques en un medioambiente cambiante.

Información adicional:
www.icp-forest.org

Parcela de seguimiento intensivo en un hayedo de zonas bajas en Centroeuropa.



ANEXO I: BOSQUES, MUESTREOS Y CLASES DE DEFOLIACION EN PAISES EUROPEOS (2005)

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

Países participantes	Area forestal (x 1000 ha)	% terreno forestal respecto al area total	Tamaño malla (km x km)	Nº. de puntos de muestreo	Nº. de árboles de muestra	Defoliación de todas las especies por clase (agregadas), muestreos nacionales		
						0	1	2-4
Albania	1036	35.8				No hubo muestreo en 2005		
Andorra	17					No hubo muestreo en 2005		
Austria	3878	46.2	16 x 16	136	3528	50.5	34.7	14.8
Bielorrusia	7812	37.8	16 x 16	406	9490	37.7	53.3	9.0
Bélgica	691	22.8	4 ² / 8 ²	132	3126	38.4	41.7	19.9
Bulgaria	4064	29.9	4 ² /8 ² /16 ²	139	4817	22.4	42.6	35.0
Croacia	2061	36.5	16 x 16	86	2046	36.3	36.6	27.1
Chipre	298	32.2	16 x 16	15	360	20.0	69.2	10.8
República Checa	2630	33.4	8 ² / 16 ²	138	6128	11.6	31.3	57.1
Dinamarca	468	10.9	7 ² / 16 ²	22	528	68.8	21.8	9.4
Estonia	2285	49.9	16 x 16	92	2167	54.2	40.4	5.4
Finlandia	20302	65.8	16 ² /24 x 32	609	11535	57.6	33.6	8.8
Francia	14591	26.6	16 x 16	509	10129	30.5	35.3	34.2
Alemania	11076	28.9	16 ² / 4 ²	451	13630	29.1	42.4	28.5
Grecia	2512	19.5	16 x 16	72	1697	44.2	39.5	16.3
Hungría	1851	19.4	4 x 4	1218	28506	38.8	40.2	21.0
Irlanda	680	6.3	16 x 16	22	382	51.1	32.7	16.2
Italia	8675	28.8	16 x 16	238	6573	25.6	41.5	32.9
Letonia	2944	44.9	8 x 8	349	8208	19.7	67.2	13.1
Liechtenstein	8	50.0				No hubo muestreo en 2005		
Lituania	2091	31.3	8 x 8 / 16 x 16	262	6315	14.1	74.9	11.0
Luxemburgo	89	34.4				No hubo muestreo en 2005		
República de Moldavia	318	9.4	2 x 2 / 2 x 4	528	14575	41.0	32.5	26.5
Países Bajos	334	9.6	16 x 16	11	229	55.2	14.6	30.2
Noruega	12000	37.1	3 ² / 9 ²	1595	8497	44.2	34.2	21.6
Polonia	8756	28.0	16 x 16	1298	25960	12.2	57.1	30.7
Portugal	3234	36.4	16 x 16	119	3570	28.2	47.5	24.3
Rumania	6244	26.3	4 x 4	6132	100718	73.1	18.8	8.1
Fed. Rusa	8125	73.2				No hubo muestreo en 2005		
Serbia Montenegro	2360		16 x 16 / 4 x 4	129	2995	50.7	32.9	16.4
República de Eslovaquia	1961	40.0	16 x 16	108	4111	14.2	62.9	22.9
Eslovenia	1099	54.2	16 x 16	44	1056	29.3	40.1	30.6
España	11588	30.9	16 x 16	620	14880	17.0	91.7	21.3
Suecia	23400	22.8	Variable	3954	17610	46.1	35.5	18.4
Suiza	1186	28.7	16 x 16	48	1031	28.8	43.1	28.1
Turquía	20199	25.9				No hubo muestreo en 2005		
Ucrania	9400	15.4	16 x 16	1329	26720	62.6	28.7	8.7
Reino Unido	2825	11.6	Aleatorio	345	8280	29.1	46.1	24.8
TOTAL	203088		Variable	21156	349397			

Federación Rusa: solo las partes Noroeste Europea y Centroeuropa

Serbia y Montenegro: solo Serbia.

Algunas diferencias en el nivel de los daños a lo largo de las fronteras nacionales pueden ser debidas, al menos parcialmente, a diferencias en los estándares utilizados. Esta restricción, sin embargo, no afecta a la fiabilidad de las tendencias en el tiempo.

ANEXO II: DEFOLIACION DE TODAS LAS ESPECIES (1994-2005)

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

Países participantes	Clases de defoliación de todas las especies 2-4												% cambio puntos 2004/2005
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Albania					9.8	9.9	10.1	10.2	13.1		12.2		
Andorra											36.1		
Austria	7.8	6.6	7.9	7.1	6.7	6.8	8.9	9.7	10.2	11.1	13.1	14.8	1.7
Bielorrusia	37.4	38.3	39.7	36.3	30.5	26.0	24.0	20.7	9.5	11.3	10.0	9.0	-1.0
Bélgica	16.9	24.5	21.2	17.4	17.0	17.7	19.0	17.9	17.8	17.3	19.4	19.9	0.5
Bulgaria	28.9	38.0	39.2	49.6	60.2	44.2	46.3	33.8	37.1	33.7	39.7	35.0	-4.7
Croacia	28.8	39.8	30.1	33.1	25.6	23.1	23.4	25.0	20.6	22.0	25.2	27.1	1.9
Chipre								8.9	2.8	18.4	12.2	10.8	-1.4
República Checa	57.7	58.5	71.9	68.6	48.8	50.4	51.7	52.1	53.4	54.4	57.3	57.1	-0.2
Dinamarca	36.5	36.6	28.0	20.7	22.0	13.2	11.0	7.4	8.7	10.2	11.8	9.4	-2.4
Estonia	15.7	13.6	14.2	11.2	8.7	8.7	7.4	8.5	7.6	7.6	5.3	5.4	0.1
Finlandia	13.0	13.3	13.2	12.2	11.8	11.4	11.6	11.0	11.5	10.7	9.8	8.8	-1.0
Francia	8.4	12.5	17.8	25.2	23.3	19.7	18.3	20.3	21.9	28.4	31.7	34.2	2.5
Alemania	24.4	22.1	20.3	19.8	21.0	21.7	23.0	21.9	21.4	22.5	31.4	28.5	-2.9
Grecia	23.2	25.1	23.9	23.7	21.7	16.6	18.2	21.7	20.9			16.3	
Hungría	21.7	20.0	19.2	19.4	19.0	18.2	20.8	21.2	21.2	22.5	21.5	21.0	-0.5
Irlanda	19.7	26.3	13.0	13.6	16.1	13.0	14.6	17.4	20.7	13.9	17.4	16.2	-1.2
Italia	19.5	18.9	29.9	35.8	35.9	35.3	34.4	38.4	37.3	37.6	35.9	32.9	-3.0
Letonia	30.0	20.0	21.2	19.2	16.6	18.9	20.7	15.6	13.8	12.5	12.5	13.1	0.6
Liechtenstein													
Lituania	25.4	24.9	12.6	14.5	15.7	11.6	13.9	11.7	12.8	14.7	13.9	11.0	-2.9
Luxemburgo	34.8	38.3	37.5	29.9	25.3	19.2	23.4						
Rep. de Moldavia		40.4	41.2				29.1	36.9	42.5	42.4	34.0	26.5	-7.5
Países Bajos	19.4	32.0	34.1	34.6	31.0	12.9	21.8	19.9	21.7	18.0	27.5	30.2	2.7
Noruega	27.5	28.8	29.4	30.7	30.6	28.6	24.3	27.2	25.5	22.9	20.7	21.6	0.9
Polonia	54.9	52.6	39.7	36.6	34.6	30.6	32.0	30.6	32.7	34.7	34.6	30.7	-3.9
Portugal	5.7	9.1	7.3	8.3	10.2	11.1	10.3	10.1	9.6	13.0	16.6	24.3	7.7
Rumania	21.2	21.2	16.9	15.6	12.3	12.7	14.3	13.3	13.5	12.6	11.7	8.1	-3.6
Fed. Rusa	10.7	12.5						9.8	10.9				
Serbia Montenegro			3.6	7.7	8.4	11.2	8.4	14.0	3.9	22.8	14.3	16.4	2.1
Rep. de Eslovaquia	41.8	42.6	34.0	31.0	32.5	27.8	23.5	31.7	24.8	31.4	26.7	22.9	-3.8
Eslovenia	16.0	24.7	19.0	25.7	27.6	29.1	24.8	28.9	28.1	27.5	29.3	30.6	-0.2
España	36.5	36.6	28.0	20.7	22.0	13.2	11.0	7.4	8.7	10.2	11.8	9.4	1.3
Suecia	19.4	23.5	19.4	13.7	13.6	12.9	13.8	13.0	16.4	16.6	15.0	21.3	6.3
Suiza		14.2	17.4	14.9	14.2	13.2	13.7	17.5	16.8	19.2	16.5	18.4	1.9
Turquía													
Ucrania	32.4	29.6	46.0	31.4	51.5	56.2	60.7	39.6	27.7	27.0	29.9	8.7	-21.2
Reino Unido	13.9	13.6	14.3	19.0	21.1	21.4	21.6	21.1	27.3	24.7	26.5	24.8	-1.7

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 1997-2005 son consistentes, pero no comparables entre sí. *Federación Rusa:* solo las partes Noroeste Europea y Centroeuropea. *Reino*

Unido: La diferencia entre 1992 y años consecutivos se debe principalmente al cambio de método de evaluación, en línea con el utilizado en otros países. *Ucrania:* debido a que desde 2005 la red es más densa, los resultados no pueden ser comparados con años anteriores.

Algunas diferencias en el nivel de los daños a lo largo de las fronteras nacionales pueden ser debidas, al menos parcialmente, a diferencias en los estándares utilizados. Esta restricción, sin embargo, no afecta a la fiabilidad de las tendencias en el tiempo.

ANEXO III:

Especies arbóreas mencionadas en el texto

Pino laricio	<i>Pinus nigra</i>
Haya	<i>Fagus sylvatica</i>
Roble común	<i>Quercus robur</i>
Abeto griego	<i>Abies cephalonica</i>
Encina	<i>Quercus ilex</i>
Pino rodeno	<i>Pinus pinaster</i>
Píceas	<i>Picea abies</i>
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>
Roble albar	<i>Quercus petraea</i>
Abeto	<i>Abies alba</i>

ANEXO IV:

Referencias fotográficas

Autor	Página
D. Aamlid	6, 25 abajo
P. Busselen	23
R. Fischer	8, 16 arriba, 20, 24, 27 (bosque de pino silvestre, hayedo mixto de montaña)
O. Granke	11, 14, 15, 16 abajo, 25 arriba, 27 (bosque de píceas), 29
K. Karoles	12, 13
M. Lorenz	4
Ministerio de Medio Ambiente, Estonia	5
L. M. Nageleisen	9, 27 (bosque de robles mesoeutrófico)
M. Salemaa	21
G. Sánchez	18

Para más información contactar con:
Federal Research Centre for Forestry and Forest Products
PCC of ICP Forests
Attention: Dr. M. Lorenz, R. Fischer
Leuschnerstr. 91
D-21031 HAMBURG
Germany

Internet
www.icp-forest.org

PAISES PARTICIPANTES Y CONTACTOS

- Albania: Ministry of the Environment, Dep. of Biodiversity and Natural Resources Management, e-mail: cep@cep.tirana.al, Rruga e Duresit Nr. 27, Tirana.
- Andorra: Ministeri de Turismo i Medi Ambient, Department de Medi Ambient, Ms. Anna Moles / Ms. Silvia Ferrer, e-mail: area_epr_ambiental@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.
- Bielorrusia: Forest Inventory republican unitary company "Belgosles", Mr. V. Kastsiukevich, e-mail: belgosles@open.minsk.by, 27, Zheleznodorozhnaja St., 220089 Minsk.
- Bélgica: Flanders, Research Institute for Nature and Forests, 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@mrv.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.
- Canadá: Natural Resources Canada Forest Service, Ms. Brenda McAfee, e-mail: bmcafee@nrcan.gc.ca, 580 Booth Street – 7th Floor, CDN-Ottawa, 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.
- Croacia: Sumarski Institut, Mr. Joso Gračan, e-mail: josog@sumins.hr, Cvjetno Naselje 41, 10450 Jastrebarsko.
- Chipre: Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Mr. Andreas K. Christou, e-mail: achristou@fd.moa.gov.cy, CY-1414-Nikosia.
- República Checa: Forestry and Game Management Research Institute (VULHM), Mr Bohumir Lomsky, e-mail: lomsky@vulhm.cz, Strnady 136, CZ-15604 Praha 516, Zbraslav.
- Dinamarca: Centre of Forest Landscape and Planning, Mr. Lars Vesterdal, e-mail: lv@kvl.dk, Hörsholm Kongevej 11, DK-2970 Hörsholm.
- Estonia: Estonian Centre for Forest Protection and Silviculture, Mr. Kalle Karoles, kalle.karoles@metsad.ee, Rõõmu tee 2, EE-51013 Tartu.
- Finlandia: Finnish Forest Research Institute, Mr. John Derome, e-mail: john.derome@metla.fi, Parkano Research Station, Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano.
- Francia: 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.
- Alemania: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – Ref. 533, Ms. Sigrid Strich, e-mail: sigrid.strich@bmelv.bund.de, Postfach 140270, D-53107 Bonn.
- Grecia: Institute of Mediterranean Forest Ecosystems, Mr. George Baloutsos, Mr. Anastasios Economou, e-mail: oika@fria.gr, Terma Alkmanos, GR-11528 Athens-Iliissia.
- Hungría: State Forest Service, Mr. Andras Szepesi, e-mail: szepesi.andras@aesz.hu, Széchenyi u. 14, H-1054 Budapest 5.
- Irlanda: Coillte Teoranta, Research and Development, Mr. Pat Neville, e-mail: pat.Neville@coillte.ie, Newtownmountkennedy, IRL- CO. Wicklow.
- Italia: Corpo Forestale dello Stato, CONECOFOR Office, Mr. Bruno Petriccione, e-mail: conecofor@corpoforestale.it, Via Carducci 5, I-00187 Roma.
- Letonia: State Forest Service of Latvia, Ms Liene Suveizda, 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.
- Lituania: State Forest Survey Service, Mr. Andrius Kuliesis, e-mail: vmt@lvmi.lt, Pramones ave. 11a, LT-3031 Kaunas.
- Luxemburgo: 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).
- Moldavia: State Forest Agency, Mr. Anatolie Popusoi, e-mail: icaspiu@starnet.md, 124 bd. Stefan Cel Mare, MD-2012 Chisinau.
- Países Bajos: Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, Mr. Gerald Grimberg, e-mail: g.t.m.grimberg@minlnv.nl, P.O. Box 482, NL-6710 BL Ede.
- Noruega: Norwegian Forest Research Institute, Mr. Dan Aamlid, e-mail: dan.aamlid@skogforsk.no, Høgskolevn. 8, N-1432 Ås.
- Polonia: 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.
- Rumania: 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.
- Federación Rusa: Centre for Forest Ecology and Productivity, RAS, Ms. Natalia Lukina, e-mail: lukina@cepl.rssi.ru, Profssounaya st., 84/32, 117997 Moscow.
- Serbia y Montenegro: Institute for Forestry, Mr. Radovan Nevenic, e-mail: nevenic@Eunet.yu, Kneza Visislava street 3, YU-11000 Novi-Beograd.
- República de Eslovaquia: national Forest Centre, Mr. Pavel Pavlenda, e-mail: pavlenda@nlcsk.sk, T.G. Masaryka 22, SK-96092 Zvolen.
- Eslovenia: Gozdarski Institut Slovenije, Ms. Nike Krajnc, e-mail: nike.pogacnik@gozdis.si, Vecna pot 2, SLO-1000 Ljubljana.
- España: Dirección General para la Biodiversidad, Mr. Gerardo Sanchez, e-mail: gsanchez@mma.es, Gran Vía de San Francisco, 4, E-28005 Madrid.
- Suecia: Swedish Forest Agency, Mr. Sture Wijk, e-mail: sture.wijk@skogsstyrelsen.se, Vallgatan 6, S-551 83 Jönköping.
- Suiza: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Mr. Norbert Kräuchi, e-mail: kraeuchi@wsl.ch, Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf.
- Turquía: Ormancilik Arastirma Enstitüsü Müdürlüğü, Mr. Yasar Simsek, P.K. 24 Bahcelievler, TR-06561 Gazi-Ankara.
- Ucrania: Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Mr. Igor F. Buksha, e-mail: buksha@uriffm.org.ua, Pushkinskaja 86, UKR-61024 Kharkiv.
- Reino Unido: Forest Research Station, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Mr. Andrew J. Moffat, e-mail: andy.moffat@forestry.gsi.gov.uk, UK-Farnham-Surrey GU10 4LH.
- Estados Unidos de América: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Mr. Andrzej Bytnerowicz, e-mail: abytnerowicz@fs.fed.us, 4955 Canyon Crest Drive, Riverside, CA 92507.

