LA CIENCIA FORESTAL: RESPUESTAS PARA LA SOSTENIBILIDAD

José Alberto Pardos Carrión

RESUMEN

En la Introducción se precisa el amplio sentido dado al término "Ciencia Forestal" y se pasa breve revista a la sostenibilidad forestal desde sus orígenes en el siglo XVIII, en Alemania, hasta su concepción social y política actual al identificarla a desarrollo sostenible e integrar la conservación de la naturaleza. En el epígrafe "Ordenación y desarrollo forestal sostenible" se destacan diversas herramientas (inventario forestal, parámetros biogeoclimáticos) útiles para la ordenación de los bosques como sistemas biofísicos integradores de poblaciones y paisaje. Se destaca el papel de los criterios e indicadores de sostenibilidad, elemento substancial para la ordenación, en suma para la gestión de los bosques, presidida por el equilibrio armónico entre ecología y economía, en función de los tipos de montes (p.e. productor versus protector) y grado de conservación de su biodiversidad. A continuación, se hace referencia a las conclusiones obtenidas en los dos últimos congresos forestales mundiales, los contenidos de investigación forestal que han marcado los V y VI programas marco de la UE, las cuestiones objeto de discusión en el reciente congreso de la IUFRO, las preferencias españolas en la encuesta COST, los temas que han vertebrado los últimos congresos de la SECF y la investigación forestal en el marco del Plan Nacional I+D+i. La información anterior conduce a la enumeración y breve exposición del contenido de una serie de plataformas y cauces de investigación forestal, en suma materias y actividades en los ámbitos de las ciencias naturales y la ingeniería de Montes, por las que en buena parte ha discurrido tradicionalmente la investigación forestal en España, y cuya andadura constituye una respuesta a la sostenibilidad. A modo de reflexión final se subraya la especial atención que debe prestarse al equilibrio en la cadena ecosistema-biodiversidad- espacios naturales protegidos- aprovechamiento de recursos, así como la necesidad de concienciación social y política de los costes que exigen su logro.

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Ciencia Forestal
1.2. Desarrollo sostenible, Gestión forestal y Sociedad
1.3. Sostenibilidad: desde los orígenes a los acuerdos internacionales

2. ORDENACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

2.1. Ecología y diversidad biológica. Parámetros biogeoclimáticos, Inventario forestal y Multifuncionalidad del bosque
2.2. Criterios e indicadores de sostenibilidad
2 .3. Indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles
2.4. Areas protegidas y Red Natura 2000

3. PAUTAS PARA LA INVESTIGACIÓN: TEMAS DEBATIDOS Y CONCLUSIONES DERIVADAS DE CONGRESOS FORESTALES

3.1. XI Congreso Forestal Mundial (1997)
3.2. XII Congreso Forestal Mundial (2003)

4. LA INVESTIGACIÓN FORESTAL A LA LUZ DE PROGRAMAS Y CONGRESOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Programas Marco de la Unión Europea
4.1.1. V Programa Marco
4.1.2. VI Programa Marco
4.2. Congreso IUFRO 2005

5. APROXIMACIÓN A LA INVESTIGACIÓN FORESTAL EN ESPAÑA

5.1. Preferencias españolas en la encuesta COST.
5.2. Los congresos de la SECF
5.3. El sector forestal en el contexto de los Planes Nacionales de Investigación. El Plan de I+D+i 2000-2003

6. PLATAFORMAS Y CAUCES DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

6.1. Los ecosistemas forestales y el cambio climático
6.2. Hidrología forestal y ecosistemas de montaña
6.3. Ecohidrología y Ecohidráulica
6.4. Deforestación e incendios
6.5. Sanidad Forestal
6.6. Material de reproducción , biotecnología y genómica forestal
6.7. Calidad de la planta y cultivos forestales
6.8. Selvicultura: Autoecología y Ecofisiología. Modelización y Diversidad Estructural
6.9. Selvicultura mediterránea y sistemas silvopastorales
6.10. Espacios naturales protegidos
6. 11. Vida silvestre, caza y pesca continental. Acuicultura y granjas cinegéticas.
6.12. Selvicultura urbana y periurbana
6.13. Productos forestales no madereros
6.14. Aprovechamientos de madera y corcho
6.15. Industria. Comercialización de productos forestales. Tecnologías de la información
6.16. El hombre y los montes: Política forestal, Participación, Asociación e Historia forestal.

7. REFLEXIÓN FINAL

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Ciencia Forestal

La ciencia forestal, o dasonomía, según la tradición clásica germana comprendía las técnicas y operaciones destinadas a la obtención de los productos del monte y las tareas de vigilancia y conservación del mismo (dasótica), la cría y cultivo de los montes (selvicultura) y la organización de los aprovechamientos forestales (dasocracia) (CASALS, 1996).

El desarrollo de estas tres ramas exige del concurso de un amplio abanico de materias de índole muy diversa, desde la biología a la sociología, que se suman a la climatología, edafología y geobotánica, ciencias consideradas la base fundamental de la selvicultura. Es a todas ellas, en su relación con la gestión y técnica forestal, a las que voy a referirme al hablar de Ciencia Forestal, aún consciente de que la acepción rigurosa del término se restringe a la dasonomía.

1.2. Desarrollo sostenible, gestión forestal y Sociedad

El concepto de desarrollo sostenible surge de los enfoques conservacionistas de los años 70 del pasado siglo al propugnar la integración de la conservación en el desarrollo en vez de considerarla como algo contrario al mismo. El informe "Nuestro Futuro Común" (Informe Brundslandt) da difusión al concepto de desarrollo sostenible, que se generaliza con el nombre de sostenibilidad y pasa después a ser referencia en conservacionismo a raiz de la cumbre de Río de Janeiro de 1992 (MOREY, 2003).

En muchos paises occidentales, desde medio siglo atrás la gestión forestal se ha enfrentado con serias críticas públicas. Los problemas de naturaleza biológica, económica y tecnológica alcanzaron una dimensión política, a lo que no fueron ajenos los cambios sociales que implicaban una mayor sensibilidad de la sociedad frente a los valores ambientales y al papel de los bosques en la protección del medio ambiente y de la vida en la Tierra en general (HELLSTRÓM & REUMALA, 1995).

Ello condujo a resaltar el papel de los bosques como fuente de valores no tangibles comercialmente, generándose corrientes de opinión en contra de sus aprovechamientos mas tradicionales, obtención de madera y otros productos forestales; llegándose, en manifestaciones radicalizadas, a considerar dichos aprovechamientos como una amenaza a la propia existencia del bosque. Asímismo, se plantea la necesidad de dar una mayor consideración a los condicionantes sociales de uso del monte, con énfasis en el protagonismo de la población rural en la toma de decisiones (PELKONEN et al, 1999).

Esa sensibilidad social, trasciende al ámbito político internacional en forma de firma de convenios y adopción de acuerdos y es en la sesión especial de la Asamblea de Naciones Unidas celebrada en Nueva York en 1997, donde se revisa la aplicación de los acuerdos de Río del 92 sobre Medio Ambiente y Desarrollo y se aprueba un texto que resume la preocupación de todos los paises por el estado de los bosques y que dice así: *La ordenación, la conservación y el desarrollo sostenible de todos los tipos de bosques son fundamentales para el desarrollo económico y social, la protección del medio ambiente y los sistemas sustentadores de la vida en el Planeta. Los bosques son parte integrante del desarrollo sostenible.*

1.3. Sostenibilidad: desde los orígenes a los acuerdos intergubernamentales

El concepto de sostenibilidad o substentabilidad vinculado al ámbito forestal aparece en Alemania en 1713 en un tratado de "Sylvicultura oeconomica", de la mano de las ciencias sociales, reflejando así que se trata de un concepto social. Lo hace para referirse a la necesidad de que la gestión de los bosques sea tal que asegure los suministros de madera de forma continua, estable y sustentada (nachhaltende). Dicho concepto aparece también en diversos Memorandum sobre la deforestación en montaña, en los que se alude específicamente a la función protectora de los bosques, sus efectos sobre el clima local, y al peligro que las cortas a hecho tienen sobre la regulación de la escorrentía y el incremento de la erosión; y, asímismo, a las demandas a los bosques en términos de protección contra catástrofes naturales, conservación de suelos y fertilidad (PELKONEN et al, 1999).

En la selvicultura orientada por la naturaleza (nature oriented), ya preconizada por Engler al comienzo del siglo XX, se subrayan los condicionamientos ecológicos que deben presidir los aprovechamientos de los montes. A la exigencia de sostenibilidad de los tradicionales bienes y servicios suministrados por los montes, se incorpora la biodiversidad, reflejo y causa de su complejidad. Hoy, la conservacion de la biodiversidad se ha convertido en una prioridad y se considera un garante de la capacidad de adaptación de los ecosistemas forestales al ambiente; a su vez, favorece su dinámica y desarrollo; y existe una fuerte interrelación entre biodiversidad y estructura y función de los ecosistemas, que se ven afectados por el clima, la nutrición, el uso de la tierra y la historia (WALLIN, B. et al, 1996).

Tras la declaración de los acuerdos de la Cumbre para la Tierra de Río de Janeiro de 992, en la Conferencia de Helsinki de 1993 se dan las directrices generales para una gestión sostenible de los bosques, entendiendo por tal "*la administración y uso de los bosques y terrenos forestales de una forma y con una intensidad tales que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración y vitalidad, y su capacidad para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas,*

económicas y sociales relevantes, a escala local, nacional y global, sin ocasionar perjuicios a otros ecosistemas".

Cabe preguntarse en que medida los acuerdos de las Cumbres y Conferencias de Río de Janeiro (1992), Helsinki (1993), Lisboa (1998) y Viena (2003) se reflejan en los Congresos Forestales mundiales y de que modo los organismos y programas de investigación forestal los hacen suyos y la ciencia forestal responde a la nueva concepción de sostenibilidad.

2. ORDENACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

2.1. Ecología y diversidad biológica. Parámetros biogeoclimáticos, Inventario forestal y Multifuncionalidad del bosque

Se hace patente un cambio de terminología y el término ecosistema forestal trasciende del uso técnico y científico y se asienta en los medios de comunicación y en la conversación diaria, llegándose al abuso semántico y político del término sostenible. Se percibe que los bosques son algo mas que la población actual de los árboles presentes, que son un fenómeno de poblaciones y de paisaje, un sistema biofísico integrado que hay que conservar y utilizar, con un límite al desorden, cuya superación puede conducir a la reducción de valores y servicios medioambientales (KIMMINS, 2003). Por tanto, su gestión sostenible tiene como objetivo fundamental la eficiencia funcional del sistema a través de un manejo sistémico con prácticas guiadas por un enfoque adaptativo fundamentado en intervenciones reversibles (BOSWOTH, 2003). Es en la áreas que forman parte de la Red Natura 2000 donde deben desarrollarse especiales medidas de conservación de la biodiversidad y donde la preservación del habitat y las especies adquiere especial significación.

Técnicos e investigadores debemos ser conscientes de que la ecología es base biofísica esencial para la actividad forestal y que la vida silvestre, el agua y la diversidad biológica se han vuelto tan importantes en la selvicultura como la producción de madera (KIMMINS, 2003). En consecuencia, a tenor de los nuevos conceptos de manejo generados en los últimos años en diversos paises (KOHM & FRANKLIN, 1997; D´EON et al, 2000; BURTON, et al, 2003, entre otros), se debe potenciar la investigación para el desarrollo de modelos para la ordenación sostenible de los ecosistemas forestales.

Las clasificaciones territoriales mediante parámetros biogeoclimáticos constituyen herramientas de gran utilidad para estudios ecológicos forestales y de seguimiento del paisaje (ELENA, 2004), y en conjunción con la elaboración de índices de vegetación NDVI obtenidos con datos suministrados por imágenes de satélite, permiten obtener indicadores de sostenibilidad (GOODDENOUGH, 2003), incorporando asímismo criterios de evaluación del paisaje y adecuación del habitat (CORONA et al, 2003).

El inventario forestal es también herramienta básica para definir y programar una ordenación sostenible con la aportación no sólo de datos cartográficos y dendrométricos, que permitan valorar la intensidad de los aprovechamientos forestales y sus consecuencias sobre la diversidad biológica, sino también ecoflorísticos, que faciliten su seguimiento y la adecuación de las especies a las estaciones (BRAVO et al, 2002). Los sucesivos inventarios nacionales realizados por DGCONA, de los que el segundo está completado (ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES, 1986-1996) y el tercero, en parte publicado y con finalización prevista para 2006, complementados por el Mapa Forestal Nacional (RUIZ DE LA TORRE, 2003), además de constituir por si mismos excelentes trabajos, constituyen valiosas fuentes de información para investigadores y técnicos forestales. Los datos multitemporales del Landsat aplicados al inventario forestal de Canadá, aunque prometedores como eficaces sustitutos, o al menos complemento del inventario in situ, revelan desajustes respecto a éste (mas superficie forestal y menos biomasa), por lo que parece prematuro su aplicación con tal fin (GOODDENOUGH et al, 2003).

Frente a la aplicación de "soluciones de molde" limitadas a categorías predefinidas basadas en las condiciones biofísicas de la unidad de ordenación, se ha propugnado una ordenación que optimice la relación del valor de bien público de los montes con condiciones locales únicas, considerando los bosques como componentes de paisajes multifuncionales formados por mosaicos de usos complementarios de tierras y bosques, en la búsqueda de un equilibrio entre protección y

manejo, y si es necesario restauración, teniendo presente su condición de espacios de esparcimiento y la continuidad de habitats (SAYER et al, 2003).

2.2. Criterios e indicadores de sostenibilidad

Tradicionalmente la superficie forestal y el volumen han servido para la elaboración de inventarios. Sin embargo, la complejidad de la mayor parte de los ecosistemas forestales y la necesidad de caracterizar la calidad biológica de sus poblaciones, exigen elaborar criterios e índices de ordenación sostenible. El problema reside en la necesidad de que sean cuantificables y técnicamente medibles, de número limitado, científicamente sustentados y de coste accesible; deben, además, reflejar las circunstancias económicas y sociales prevalentes (BARTHOD. 2003). Los expertos insisten en que la complejidad de la ordenación integrada del territorio debe responder a un enfoque que supere la visión sectorial, privilegiando la integración de los tres factores mencionados, lo que supone interdisciplinaridad (CANADIAN COUNCIL OF FOREST MINISTERS, 2003).

Los criterios de sostenibilidad deben servir de pauta, en un amplio sentido, para marcar líneas de actuación; pero cabe preguntarse si dichos criterios deben y pueden aplicarse de forma extensiva y con el mismo grado de intensidad para los diferentes tipos de bosques. La consecución de la máxima intensidad de manejo aceptable desde un punto de vista ecológico, compatible con el mínimo aceptado desde un criterio económico, no es posible con carácter general y aplicando una gestión unitaria. La diversificación de la gestión de los montes en varios tipos, en función del grado de biodiversidad y aprovechamiento posibles y deseables, constituye una vía con tendencia evolutiva creciente (HUNTER & SEYMOUR, 1999).

En las reservas forestales o áreas protegidas la ordenación del monte debe contemplar ante todo la conservación y restauración de la biodiversidad, con un manejo restringido a aspectos problemáticos relevantes. Los espacios clasificados como naturales, parques de índole diversa, estarían comprendidos en este grupo (MOSSLER et al , 2003).

Un segundo grupo abarcaría buena parte de los montes, naturales o de repoblaciones extensivas o de carácter eminentemente protector, tradicionalmente objeto de aprovechamiento maderero o corchero, cuya intensidad de manejo, moderada a baja, sea compatible con otras utilidades y externalidades, sin detrimento de la biodiversidad existente (WATSON et al, 2000).

Un tercer grupo lo integrarían las plantaciones forestales objeto de manejo intensivo, proyectadas a satisfacer buena parte de la demanda de madera en rollo industrial y de celulosa, en muchos casos con especies de crecimiento rápido, en lugares productivos y tierras marginales retiradas del cultivo agrícola, con reducido valor como habitat de especies raras o sensibles (SAMPLE, 2003).

2.3. Indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles

En la Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques celebrada en Lisboa en 1998 se adoptaron como propios para España los seis criterios de sostenibilidad que atañen al mantenimiento y mejora adecuada de: Los recursos forestales y su contribución al ciclo global del carbono, La salud y vitalidad de los ecosistemas forestales, La función productora de los bosques, La diversidad biológica de los ecosistemas forestales, La función protectora (principalmente suelo y agua) en la gestión de los montes y Otras funciones y condiciones socio-económicas. Se aceptaron asímismo 117 indicadores cualitativos y cuantitativos cuyo desarrollo debe ser monitorizado en el tiempo. Los indicadores cualitativos, de carácter descriptivo, hacen referencia a los marcos legal, institucional, económico y de información. La evolución de los parámetros usados como indicadores cuantitativos permite el seguimiento de los seis criterios de sostenibilidad siguiendo las pautas que se recogen en el documento pertinente (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2003).

2.4. Areas protegidas y Red Natura 2000

Una primera evaluación del potencial de conservación a escala de paisaje teniendo presentes la diversidad de formas, la integridad ecológica y los valores de conservación, tales como la condición de cabecera de cuenca, bosque anciano y humedal, son referencia para la materialización

de áreas protegidas (BOISSEAU, 2003).

En nuestro país, siguiendo la normativa comunitaria (directiva 79/409/CEE), se ha elaborado una lista nacional que comprende 1219 lugares de interés nacional para con ellos configurar las zonas de especial conservación (ZEC), estructuradas en cuatro regiones biogeográficas, que unidos a las zonas de especial protección de aves (ZEPA) suman un total de 12,4 M has, un 23,4 % del territorio nacional, para constituir la Red Natura 2000 en España. Datos biogeográficos, tipos de habitats, descriptores de flora y fauna, estado de conservación de índole muy diversa vienen siendo incorporados a la base de datos que definirán las zonas de especial conservación (ZEC) (RED NATURA 2000). El desarrollo sostenible de tan extenso territorio que comprende la Red, la variedad y diverso grado de protección de los habitats que la integrarán, unido a las necesidades e intereses, en ocasiones contrapuestos, para su materialización, exigirá alcanzar no siempre fáciles equilibrios entre factores ecológicos, económicos y sociales, para cuyo logro se requerirá un amplio y variado aporte de conocimientos en un abanico de disciplinas.

3. PAUTAS PARA LA INVESTIGACIÓN: TEMAS DEBATIDOS Y CONCLUSIONES DERIVADAS DE CONGRESOS FORESTALES

3.1. XI Congreso Forestal Mundial (1997)

El lema que presidió el XI Congreso Forestal Mundial celebrado en Turquía en 1997, "La actividad forestal para un desarrollo sostenible: hacia el siglo XXI", no pudo dejar mas claro el fin perseguido (ACTAS XI CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 1997). Entre las conclusiones obtenidas cabe destacar:

La necesidad de que en la evaluación de los recursos forestales se incorpore una mayor información sobre indicadores de ordenación forestal sostenible ; función de los bosques en el secuestro de carbono, procesos que conducen a la deforestación y su contrapunto con la extensión de las áreas de repoblación; la lucha biológica en la sanidad forestal y la necesidad de disponer de mayor y mas rigurosa información sobre causas, prevención, control y combate de incendios.

Se subrayó la compatibilidad de la conservación de la biodiversidad con la ordenación y utilización sostenible de los recursos forestales, reforzando la investigación sobre modelos de biodiversidad, aspectos socioeconómicos e impacto de actividades humanas.

Se enfatizó el papel de la ingeniería forestal y la investigación que la soporta en el manejo de cuencas, corrección de torrentes y control de aludes, la rehabilitación de tierras, lucha contra la desertificación y protección de humedales

Se destacó la necesidad de atender a la creciente demanda de madera para uso industrial en conjunción con la de satisfacer los requisitos ambientales de sostenibilidad a largo plazo, promoviendo prácticas culturales que reduzcan los impactos ambientales negativos e investigaciones para comprender las complejas relaciones entre los varios componentes de los ecosistemas forestales y sus conexiones en el desarrollo de sistemas de ordenación sostenible. La intensificación de las plantaciones forestales no sólo exige un aumento de superficie, sino sobretodo mayor productividad, para cuyo logro la selección y mejora genética, junto con la de las técnicas de plantación, deben ser específico objeto de investigación. No quedó olvidado en las conclusiones el tradicional papel del pastoreo en los montes y el desarrollo de pastizales, que debe incluir la utilización de flora y fauna silvestres. También, se subrayó la promoción del ecoturismo.

Se destacó la necesidad de desarrollar mecanismos y metodologías que reflejen la distribución equitativa de costes y beneficios con el fin de facilitar la integración de los beneficios forestales no comercializables en la toma de decisiones, así como la internalización de los costes y beneficios sociales y ambientales en la ordenación forestal como base para la toma de decisiones políticas. Se subrayó la necesidad de desarrollar mejores técnicas de mercadeo y que la industria forestal mejore la imagen negativa de que el consumo de productos forestales se percibe como una contribución a la destrucción de recursos. Hubo pleno acuerdo en que la ordenación forestal sostenible es la meta mas importante, que debe preceder y no seguir a la certificación, cuyo papel complementario no le otorga entidad suficiente para el logro de la ordenación forestal y el acceso al mercado.

En el marco social se subrayó el cambio progresivo del papel primordial asignado a los

bosques como productores de bienes físicos dando mayor cabida a los valores ambientales y culturales, teniendo muy en cuenta que la ordenación de los recursos tiene que estar unida a las necesidades de desarrollo de las poblaciones rurales que dependen de dichos recursos ; se hizo también hincapié en la necesidad de una mayor comunicación de los profesionales forestales con los políticos, periodistas y el público en general.

Junto al examen de la administración pública forestal y su financiación a largo plazo, teniendo en cuenta la transición de las economía de mercado y los procesos de descentralización y globalización, se subrayó el enfoque interdisciplinario de la actividad forestal y se enfatizó la interfase entre la investigación forestal y la elaboración de políticas, con una mayor interacción entre la comunidad investigadora y los usuarios de sus resultados.

Se recomendó que las estrategias de ordenación fueran vistas como instrumentos dinámicos, que puedan evolucionar a la luz de los nuevos conocimientos científicos y de los valores y necesidades sociales de bienes y servicios forestales. Recomendaciones específicas sobre los bosques mediterráneos fueron la implicación de los propietarios forestales privados en los debates sobre la ordenación forestal sostenible y la potenciación de la colaboración entre paises Norte/Sur y de mecanismos como Silva Mediterránea.

3.2. XII Congreso Forestal Mundial (2003)

El lema que presidió el XII Congreso Forestal Mundial, celebrado seis años mas tarde en Canadá, "Los bosques fuentes de vida" (ACTAS XII CONGRESO FORESTAL, 2003) se estructuró en tres áreas cuyos títulos- “Bosques para la gente”, “Bosques para el Planeta” y “Gentes y bosques en armonía”, no pueden ser mas explícitos.

En las conclusiones oficiales obtenidas cabe destacar:

La necesidad de desarrollar técnicas mejoradas para valorar los aportes de los bosques a los medios de subsistencia, destacándose los usos y beneficios intangibles de los bosques y el papel de las industrias forestales como fuente de riqueza y de financiación para la ordenación forestal sostenible. Se insiste en la utilidad de los criterios e indicadores como marco útil para el desarrollo de normas de certificación y para determinar el alcance de la sostenibilidad de la ordenación forestal, con la inclusión de herramientas para evaluar la durabilidad a largo plazo de los valores múltiples del bosque.

En el cambio climático se destaca el papel de los bosques como parte y a la vez solución del problema en su capacidad de captación de carbono. El manejo de cuencas, la reducción de los incendios forestales y de plagas y enfermedades, exigen redes de control y mayor cooperación internacional con el mayor desarrollo de medios técnicos y, en su caso, la restauración de los ecosistemas dañados. La necesidad de conocer mejor la complejidad de los ecosistemas y administrar mejor sus valores y funciones conduce a la de progresar en metodologías, definiciones y aplicaciones efectivas de criterios e indicadores para una ordenación forestal sostenible.

Se subrayan los problemas de desertificación con la exigencia del desarrollo de nuevas tecnologías. Se subraya especialmente el papel relevante de las plantaciones forestales para proveer mas madera en rollo y reducir la presión sobre los bosques naturales, para lo cual deben tenerse en cuenta tanto los aspectos positivos sobre mejora de material reproductivo, como posible impactos sociales y ambientales negativos, especialmente en especies genéticamente modificadas. Se destacan también los sistemas agroforestales y el papel de los árboles en las plantaciones urbanas.

En el área "Gentes y bosques en armonía" se recalca la necesidad de mayor participación de las partes interesadas en la creación de políticas, planificación, implementación y supervisión, para pasar de la simple ordenación forestal a la del paisaje. Se hace también hincapié en los programas de educación forestal y en la participación no sólo del sector público sino también del privado en la investigación y extensión.

A la vista de las conclusiones de estos dos últimos congresos forestales mundiales, cabe preguntarse como responde la investigación a las demandas presentadas en los mismos.

4. LA INVESTIGACIÓN FORESTAL A LA LUZ DE PROGRAMAS Y CONGRESOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Programas Marco de la Unión Europea

4.1.1. V Programa Marco

El quinto Programa Marco incluye dos subprogramas que contienen actividades de ámbito forestal. Se señala como prioridad “La Conservación, gestión y desarrollo sostenible y multifuncional de los bosques”.

El objetivo principal pretendido era desarrollar conocimiento y tecnologías para la explotación de los bosques (en la cadena forestal) teniendo en cuenta el aumento de la competitividad en el contexto internacional, la reforma de la PAC, el papel multifuncional de los bosques y la gestión sostenible y utilización de recursos forestales como un factor integral del desarrollo rural. Cabe destacar la específica alusión a los Sistemas agro-silvo-pastorales, incluyendo el alcornocal, la producción de energía y los bosques, y el desarrollo rural.

El subprograma "Preservación del ecosistema” presenta una acción clave sobre “Cambio climático, clima y biodiversidad“**,** en la que cabe incluir aspectos forestales, en especial en relación con el papel de los ecosistemas en los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, degradación de los suelos y desertificación y desarrollo de estrategias para la prevención y mitigación , y posible adaptación, a los efectos del cambio climático y de la pérdida de biodiversidad.

4.1.2. VI Programa Marco

El sexto Programa Marco no está estructurado por disciplinas de investigación tradicionales sino por objetivos de investigación que se abordan mediante tres instrumentos: Proyectos Integrados, Redes de excelencia y Proyectos de investigación con objetivos específicos. Se definen siete grandes áreas prioritarias, una de las cuales "Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas" atañe al sector forestal, que se menciona en el capítulo "Uso sostenible de la tierra" en forma de “Aspectos cualitativos y cuantitativos de la multifuncionalidad de la agricultura y de la cadena bosque- madera" y "Desarrollo y aplicación de una aproximación integrada y herramientas para la sostenibilidad del estatus, gestión y producción agrícola y forestal". También se alude al sector forestal en el tema "Investigación orientada por la política" en que se especifica la "Modernización y sostenibilidad de la agricultura y la gestión forestal" y "Las herramientas y métodos de evaluación para una gestión agrícola y forestal sostenibles".

4.2. Congreso IUFRO (2005)

En el programa científico del congreso de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO, 2004) celebrado en Australia en Agosto de 2005 bajo el lema “Bosques en equilibrio” . Ligar tradición y tecnología” se ha querido subrayar el progreso que los investigadores forestales han hecho en resolver los problemas presentados por los hacedores de política forestal, gestores, educadores y público en general, y el cambio en el enfoque dado por IUFRO desde el tradicional en el que los científicos hablan para los científicos a otro en el que los científicos interaccionan con la comunidad global.

Las sesiones de trabajo del congreso IUFRO han estado presididas por los siguientes títulos:

- La integración de diversas vías para el logro de múltiples objetivos: ¿gestión intensiva, extensiva o conservación?
- La utilización de recursos genéticos para una adicional sostenibilidad forestal.
- Al encuentro del desafío del cambio climático.
- La promoción de desarrollo forestal a través de la cadena bosque- madera y otros productos forestales.
- El incremento del valor de los bosques a través de productos de la madera y tecnologías innovadoras.
- La demostración de la gestión forestal sostenible.
- La sostenibilidad de los bosques: ¿una obligación del sector forestal y la sociedad?
- Los beneficios ambientales de los bosques.
- El avance en el papel de las comunicación, educación y capacidad de construcción del

futuro forestal.

Estos títulos, en su expresión inglesa en gerundio, poseen un sentido dinámico y provocativo y han integrado una variada relación de temas específicos en los que cabe incluir cualquiera de los programas y proyectos de investigación que la propia IUFRO acoge en sus doce secciones. Cabe interpretar y resumir como desafíos planteados a la investigación: la búsqueda de vías para compaginar producción y conservación, destacando los beneficios ambientales de los bosques, con específica referencia a su papel en el cambio climático, el énfasis en una gestión forestal sostenible que haga posible el desarrollo forestal a través de la cadena bosque-productos, la aplicación de tecnologías innovadoras para el incremento del valor de los bosques y el progreso en comunicación y formación.

5. APROXIMACIÓN A LA INVESTIGACIÓN FORESTAL EN ESPAÑA

5.1. Preferencias españolas en la encuesta COST

Entre las acciones COST, núcleo de trabajo de la CE en el ámbito de investigación, figura la denominada "Forestry and Forest Products", articulada en tres áreas:" Forestry ", "Wood and Wood-based Products" y "Pulp and Paper".

Para cada una de ellas, en el periodo 1989- 91 se llevó a cabo un inventario de líneas o grandes temas de investigación comprendidas en las mismas, en que constaban las instituciones en que se realizaba investigación en el área correspondiente, el nº de científicos y de técnicos implicados en cada una, así como los temas considerados prioritarios para cada pais; datos obtenidos a través de encuestas coordinadas en cada pais por el delegado COST en el mismo (ERIKSSON et al, 1994).

En el área " Forestry" se definieron 33 líneas, en el área " Wood and Wood Products Research " ocho, y en el área "Pulp and Paper y Wood Chemicals Research "nueve.

En la encuesta practicada en España (PARDOS, documento interno 1991) enviada a los Servicios Forestales de las CCAA y de la Administración Central, en la que se pedía señalar las diez líneas que consideraban de mayor interés en cada una de las tres áreas mencionadas, en el área "Forestry" fueron por orden de prioridad global las siguientes:

1. Incendios : Prevención, efectos y control. Reconstrucción de montes quemados.
2. Forestación: material vegetal, manejo de viveros y operaciones para el establecimiento de plantaciones.
3. Tratamientos selvícolas de rodales naturales y plantaciones.
4. Vida silvestre: habitats y gestión.
5. Impactos ambientales.
6. Especies de crecimiento rápido: manejo y productividad.
7. Conservación de la naturaleza y manejo de espacios protegidos. Parques nacionales.
8. Hidrología forestal. Manejo de cuencas y restauración. Daños por torrentes, avenidas y nieve. Erosión.
9. Genética y Mejora Genética. Variación y evolución. Elección de especies. Procedencias. Conservación de recursos genéticos. Biotecnología. Mejora genética de la madera y el corcho.
10. Reconversión de tierras agrícolas para uso forestal y ganadero.

En el área "Wood, Wood products and Cork" fueron los siguientes:

1. Influencia de las prácticas selvícolas en las propiedades de la madera.
2. Influencia del deterioro de los bosques (p.e. por incendios) en las propiedades de la madera.
3. Estudios económicos sobre el procesado de la madera y derivados.
4. Análisis de mercados.
5. Serrerías.
6. Utilización de madera de pequeñas dimensiones.
7. Utilización de residuos de la madera.

8. Mejora de tratamientos.
9. La madera y sus residuos para fines energéticos.
10. Determinación de las propiedades de la madera y sus productos derivados para su uso final.

Las diez líneas consideradas prioritarias en el área " Pulp and Paper, Wood Chemicals " fueron los siguientes:

1. Tratamiento de efluyentes (aire).
2. Tratamiento de efluyentes (agua).
3. Producción de pasta química: mejora de procesos.
4. Caracterización de efluyentes.
5. Recuperación de productos químicos en la producción de pasta.
6. Pasta química: nuevos procesos.
7. Conservación de energía.
8. Manejo de los lodos residuales.
9. Logística sobre la materia prima (fibras).
10. Reciclabilidad (en productos y Sociedad).

5.3. Los congresos de la SECF

Los cuatro congresos organizados por la SECF durante sus trece años de existencia sintonizan con el enfoque general dado por el último congreso de IUFRO bajo el prisma de la diversidad de sus asistentes que han superado siempre con mucho a la reducida comunidad científica forestal española. Pero cabe después preguntarse si bajo una perspectiva científica, se abordan los problemas mas acuciantes del sector forestal español; es mas, si dichos problemas se han formulado con claridad y especificidad, si se han transmitido a los organismos que hacen investigación forestal, y si son viables en términos de medios humanos y materiales. Y todo ello bajo el marco de la sostenibilidad.

A la vista de los resultados de la encuesta antes expuestos cabría contestar que, en alguna medida, se atienden algunos de los problemas presentados; que posiblemente se han dado algunas respuestas positivas y que, sin embargo, quedan muchos interrogantes sin responder y ni tan siquiera sin abordar.

En los sucesivos Congresos de la SECF, y ciñéndonos a los tres últimos -Pamplona 1997, Granada 2001 y Zaragoza 2005- (ACTAS 1997, 2001, 2005), en las mesas temáticas establecidas se han formulado y tratado en líneas generales los mismos temas, aunque con diferencias en su forma de agrupación y el énfasis dado a los mismos. Cabe destacar como diferencias mayores en cuanto a títulos se refiere la presencia del Uso del suelo y la PAC en Pamplona, la ausencia explícita de la Selvicultura en Granada y la presencia de la Biodiversidad en Granada y Zaragoza.

Pamplona 1997	**Granada 2001**	**Zaragoza 2005**
(1) Montes, atmósf., clima	**(1)** Comp., estruct., evoluci. s.f.	**1.Car.,dinam.,biodiver.s.f.**
(2) Mej.gen.. viver., repobl.	**(2)** Mej.gen., viveros, repob.	**2. Mej.gen., viver., repobl.**
(3,5) Selv.,ord.,d.soc.,d.sost.	**(1,4)** Func.prot., ciclo carbono	**3.Selvicult.y sist. Agrofor.**
(4) C.veg.,cic.hidrol.,c.suelo	**(3,5)** Planif., ordenación	**4. Hidrolog., desertific.**
(1,6,7) Prot.s.f.,cons. biodiv.	**(6,7)** Prot./restaurac. m. natural	**5.Inv., orden. sist./ rec.for.**
(9) Trans.,ind.,come.pro.for.	**(1)** Biodiversidad s.f.	**6. Protec. Incendios**
(10) Ac.eco./soc., em.,d.rur.	**(8)** Espacios naturales prot.	**7.Sanidad forestal**
(10) Uso suelo. PAC	**(9)** Indust., desarrollo tecn.	**8. U.públ./cons.esp.natu.**
	(10) Polit.,sociol, economía	**9.Tecnol.e industr.pr.for.**
		10.Ciencias sociales for.

En principio, esta repetición de mesas temáticas en los diez últimos años nos puede conducir a pensar que este debe seguir siendo nuestro marco de acción, por el que debemos seguir transitando; o, que, por el contrario, deben introducirse cambios en el orden de prioridades y ajustes en las materias abordadas. La afirmación "Tenemos que olvidar o desaprender de casi todo, mucho mas en cualquier caso que lo que hemos de aprender" (PUNSET, 2004) podría servir de reflexión

ante la permanencia de temas.

5.3. El sector forestal en el contexto de los Planes Nacionales de Investigación. El Plan de I+D+i 2000-2003

En las convocatorias de los Planes Nacionales de Investigación, y Planes Sectoriales, Autonómicos y Provinciales y en el marco de la UE, ha sido posible, la presentación de proyectos de investigación de índole forestal, en la mayoría de los casos en programas compartidos con otras actividades del ámbito agroalimentario, o p.e. de medio ambiente o de biotecnología, con escasa o nula especifidad forestal.

Ateniéndonos al Plan Nacional 2002-2003, vigente hasta 2005, entre los once objetivos que conformaban el área de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias, sólo uno engloba con exclusividad actividades forestales (Selvicultura, forestación, aprovechamientos y productos forestales) y en otros cinco (Tecnologías genéticas, Protección vegetal, Manejo y conservación de los recursos de agua y suelo, Optimización de sistemas de producción en el sector agricola, forestal, ganadero y acuícola, y Prevención de los riesgos y perturbaciones ambientales) junto con aspectos agronómicos, y en su caso ganaderos, se alude a la implicación forestal en la descripción del objetivo y su descripción mas pormenorizada (PLAN NACIONAL DE I+D+I, Vol I y Vol II, 1999; Resumen, 2000). Como acción estratégica se incluye la conservación, caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos agrícolas y forestales.

Si bien en el área de Recursos Naturales no se menciona al sector forestal, cabría una conexión indirecta con los objetivos referentes a Recursos hídricos, Cambio global y Biodiversidad, Riesgos Naturales, Tecnologías para la Prevención y Tratamiento de la Contaminación y Atmósfera y Clima.

En la áreas prioritarias las actividades se implementan en forma de programas que incluyen proyectos, mayoritariamente de tres años de duración, financiados públicamente. Cabía entender también una posible entrada en un área genérica de Promoción General del Conocimiento.

El ámbito científico- técnico de un área comprendía líneas prioritarias I+D, mientras que en el sectorial las prioridades estaban relacionadas con las acciones estratégicas. Las actuaciones en cada área iban ligadas a tres acciones horizontales: potenciación de recursos humanos de I+D+i , cooperación internacional e innovación tecnológica, transferencia y difusión de los resultados que refuerzan el modelo integrado del PN. Asímismo, el Plan incluía la creación de centros de competencia (de excelencia, en investigaciones emergentes, tecnológicos de interés para el sector empresarial y centros distribuidos en red); así como de grandes instalaciones científico- técnicas. Un acuerdo marco regiría la cooperación con la Comunidades Autónomas. Se constata que los fondos estructurales procedentes de la UE constituyen un mecanismo de apoyo a las actividades I+D+i.

6. PLATAFORMAS Y CAUCES DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

6.1. Los ecosistemas forestales y el cambio climático

La mayor parte del calentamiento de nuestro planeta observado en el último siglo se relaciona con el aumento de las concentraciones en la atmósfera de gases de efecto invernadero el mas importante de ellos el CO_2, con la consiguiente alteración del ciclo del carbono. La deforestación, por cambio en el uso de la tierra y la combustión de combustibles fósiles son causa principal de esta alteración (IPCC, 2001).

La biosfera terrestre absorbe alrededor de un tercio de la entrada anual de CO_2 a la atmósfera (KEELING et al, 1996), una parte significativa de la misma en los ecosistemas forestales de latitudes medias del hemisferio Norte, siendo la vegetación y mayoritariamente las reservas de materia orgánica del suelo sumideros de CO_2. Pero, ¿hasta que punto puede explicarse el sumidero neto de carbono necesario para equilibrar el balance alterado por un aumento en las tasas de absorción de los bosques unido a otras circunstancias favorables (p.e. aumento de temperatura y nutrientes)?. Según los expertos, los mecanismos fisiológicos pueden explicar variaciones a corto

plazo, pero los efectos de regulación a la baja, incrementos de la respiración y la distribución del carbono absorbido plantean interrogantes ante retenciones netas a largo plazo (CANADELL et al, 2000).

La ordenación de la tierra, incrementando las áreas forestales y la densidad de existencias de carbono, los tratamientos selvícolas oportunos y la ordenación de los montes, pueden contribuir a compensar las emisiones. Si, según previsiones menos optimistas el sumidero de CO_2 disminuyera, el desarrollo sostenible de la selvicultura, además de mantener o potenciar las existencias de carbono, podía contribuir a disminuir la emisión de carbono mediante la utilización de madera y otros productos forestales de larga duración en sustitución de materiales cuya producción requiere gran consumo de combustible fósil y también de biomasa forestal como bioenergía (APPS, 2003).

Una mayor diversidad biológica de las plantaciones, con diversificación genética de las especies principales y de las accesorias y una selvicultura dinámica, con espaciamientos mayores y claras mas precoces y fuertes, que permita mejorar el balance hídrico y resistencia a episodios de sequía prolongados, debe también tenerse en cuenta en la gestión forestal frente a un cambio climático. Frente a esta opción, plantaciones monoespecíficas, incluso monoclonales, con especies de crecimiento elevado, a espaciamientos reducidos, se han preconizado para incrementar la retención de carbono. En última instancia, el uso de la vegetación como sumidero de carbono se ha propugnado en términos de que permite "comprar tiempo", jugando un papel puente hasta que estén disponibles nuevas tecnologías limpias con las que se reduzcan o anulen las emisiones de CO_2 (KIRSCHBAUM, 2003).

En cualquier caso una investigacón ecofisiológica en la que se evaluan las tasas de secuestro de carbono por los bosques, mediante la medición de flujos de carbono por la técnica de "eddy covariance", resulta muy recomendable para una mejor compresión de la vulnerabilidad del balance de carbono en los ecosistemas a la variabilidad del clima y para validar modelos ante el cambio climático, tal como se ha venido desarrollando por el consorcio de instituciones europeas EUROFLUX (VALENTINI, 2003).

6.2. Ecosistemas de montaña e hidrología forestal

Realmente destacar en el territorio español, y mas en Aragón, la hidrología forestal y la montaña, dada la larga y brillante tradición hidrológico- forestal que ha presidido las actuaciones técnicas en sus montes, puede resultar redundante. Pero precisamente su condición de montes protectores y, en su caso, las obras y trabajos hidrológico- forestales para la restauración en las cabeceras de las cuencas, al ser estructura básica en el marco de las cuencas hidrográficas, les erige en referencia imprescindible de la investigación para el desarrollo sostenible en la ordenación del territorio en áreas de montaña.

Su papel estabilizador en la reducción de la torrencialidad, el control de aludes, la regulación de escorrentía, la conservación de los suelos, la protección de embalses y regadíos y, en suma, la protección de núcleos urbanos, infraestructuras y cultivos, genera múltiples interrogantes y cuestiones. El Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación recogido en la Ley Básica de Montes se articula en base a un amplio trabajo de campo (RABADE, 2004) que requerirá ayuda experimental, cuya proyección técnica deberá complementarse con el análisis de aspectos sociales, culturales y recreativos (con las peculiaridades de los ecosistemas de montaña) para un manejo integrado y participativo.

Otro aspecto, aunque no exclusivamente vinculado a los ecosistemas de montaña, aunque de especial trascendencia en ellos, es la necesidad de una continuada y homogénea regeneración natural de las masas boscosas, proclives a catástrofes dada su situación; y, en su caso, la consecución exitosa de la repoblación forestal de zonas desprovistas de vegetación arbórea en montaña.

Junto a la tradicional preparación del terreno, conducente a superar las limitaciones topográficas o fisiográficas que dificultan la regeneración natural, cabe subrayar la necesidad de impulsar el desarrollo de tecnología para la concentración del agua de escorrentía en el lugar de plantación en climas semiáridos. Así mismo, merece atención la experimentación selvícola con base ecofisiológica de los factores ambientales sobre la regeneración de masas forestales, en especial ante

la incidencia de perturbaciones temporales y espaciales en el dosel arbóreo que, al alterar el patrón natural de regeneración del arbolado, afectan la sostenibilidad del ecosistema (AMMER et al, 2004).

6.3. Ecohidrología y Ecohidráulica

La Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) recoge el principio del "buen estado de las aguas" que implica buen estado ambiental además del fisico- químico- biológico inherente al consumo humano. Por ello, es necesario el estudio de los habitats acuáticos, lo que exige una investigación ecohidrológica (no solamente en las cabeceras de cuenca) que aporte conocimientos científicos para el mantenimiento de dichos habitats y mejore la regulación y control de calidad del agua que suministran.

En estrecha conexión con la Ecohidrología ha nacido la Ecohidráulica, como disciplina desarrollada en el ecotono entre Hidráulica y Ecología y que, con un marcado carácter ambiental y aplicado, se ocupa de la dinámica del agua y organismos que en ella habitan, así como del manejo de los ecosistemas acuáticos. El desarrollo y aplicación de estrategias y tácticas con que acometer la restauración de los sobre-explotados habitats acuáticos exige el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. La restauracion de los ríos, la gestión hidráulica, la interacción fauna acuática y condiciones hidráulicas, la simulación de habitats y la evaluación de impactos, flujos y polución de aguas son, entre otros, objeto de atención de las investigaciones actuales en este campo a nivel mundial (GARCIA DE JALÓN & VIZCAINO, 2004) y deben ser potenciadas especialmente en aquellos aspectos mas estrechamente relacionados con el sector forestal.

6.4. Deforestación e incendios

El incendio natural es mecanismo evolutivo y en muchas especies instrumento necesario para la regeneración de bosques de zonas templadas (TERRADAS, 1996; RUIZ DEL CASTILLO, 2000). Sin embargo se convierte en azote de los montes y por su frecuencia y extensión en plaga destructora de valores ecológicos, económicos y en ocasiones, trágicamente, de vidas humanas. La evidencia de que la investigación sobre causas, prevención, uso del fuego como herramienta de ordenación y restauración de ecosistemas dañados debe ser prioridad en paises de clima mediterráneo es demasiado obvia para que sea necesario argumentar mas sobre el papel desestabilizador del incendio en el manejo sostenible de los montes.

A decir de los expertos (VÉLEZ, 2000; MOORE et al, 2004, entre otros) la investigación sobre incendios forestales debe contestar a preguntas sobre la causas y sus tendencias a largo plazo (sin olvidar el posible aumento de los índices de peligro de incendio con el cambio climático), la dependencia de los tipos de usos del suelo y de vegetación, con estudios que apunten a las dinámicas ecológicas ligadas al fuego y al papel desempeñado por las prácticas selvícolas preventivas que los reducen y aislan. También, prestar atención a los sistemas que imiten los regímenes naturales de inflamabilidad o aprovechen un uso bien establecido del fuego, así como progresar en los sistemas de prevención y detección, planificar la defensa y extinción y comprender mejor las causas socioeconómicas que inducen su existencia.

El comportamiento diferencial de las especies arbóreas en términos reproductivos, p.e. especies de pinos con piñas serótinas frente a no serótinas (TAPIAS & GIL, 2000); el estudio de la dinámica de la vegetación (matorral que normalmente se instala en la etapa post-incendio), la producción de semillas y dormancia de las mismas y la incidencia de la frecuencia del incendio y la magnitud de la pérdida de nutrientes que empobrezcan el sistema constituyen también aspectos a tener en cuenta en los programas de investigación sobre los incendios en los montes (MORENO & CRUZ, 2000).

Especial atención se está prestando a la modelización del incendio de copas en el marco de ICFME (International Crown Fire Modelling Experiment) que agrupa a 100 participantes de 30 organizaciones de 14 paises. El efecto de la variación del viento en el comportamiento de las copas al fuego, mediciones del poder emisivo de la radiación y las temperaturas, la cuantificación de las combustión de las partículas de aerosol producidas en los fuegos son, entre otros, temas objeto de

investigación a escala internacional en dicho marco (STOCKS et al, 2004).). Asímismo, la modelización de los efectos superficiales del fuego a largo plazo (negativos, como son la reducción de C y N almacenado, volatilización de N, lavado del suelo y erosión) frente a los efectos a corto plazo (algunos, paradójicamente positivos sobre el ecosistema) reviste interés en relación con la posible reducción de la frecuencia de fuegos ligada al cambio climático (THORNLEY& CANNELL, 2004).

6.5. Sanidad Forestal

Si bien históricamente el hombre ha considerado a menudo el bosque como espacio a sustituir por otras actividades no forestales, sobre todo agrícolas, y le ha sometido a una explotación no sostenible (acciones que han provocado o contribuido desde su destrucción a diferentes niveles de degradación), los paises industrializados están actualmente en una fase de recuperación de los bosques (SPIECKER et al, 1996) y sólo los grandes incendios constituyen un freno para la misma.

Aunque la conservación de un buen estado sanitario de los montes exige mantener un permanente nivel de investigación especialmente frente a plagas y enfermedades (MUÑOZ et al, 2003), no puede hablarse de degradación en sentido generalizado. No obstante emergen situaciones que exigen investigaciones complejas, que trascienden del ámbito sanitario, como sucede con la denominada seca de la encina, conducente a una mortandad masiva de encinas y alcornoques en dehesas y montes (MONTOYA, 1992). La seca va ligada a la presencia de hongos y bacterias en los árboles dañados, si bien su condición de oportunistas ante el debilitamiento del árbol genera interrogantes que conducen a la búsqueda de las causas primarias de origen fisiológico, ligadas a factores abióticos y carencia de tratamientos culturales y que, sobrepasando una situación de estrés, desembocan en mortandad masiva.

También, la defoliación progresiva de pies aislados o extendida a rodales, en poblaciones de otras especies leñosas de frondosas y coníferas (p.e. pinos) en situaciones dispares, no causada primariamente por una plaga o/y enfermedad específica, se ha relacionado con varios factores de estrés ambiental, con posible incidencia de sequía y contaminantes edáficos y , sobre todo, atmosféricos, sin olvidar un posible abandono selvícola (LOPEZ ARIAS, 2005).

La red de parcelas de seguimiento del estado sanitario de masas forestales propiciada por la UE y conducida por INIA - antiguo DGCONA (MONTOYA & LÓPEZ ARIAS, 1998) debe potenciarse e incrementarse en su proyección científica. Además, la complejidad que acarrea su estudio (la citada seca es un buen ejemplo de ello) evidencia la necesidad de un enfoque multidisciplinar que, no sólo auna recursos y complementa resultados, sino que evita competencias interdisciplinares.

Cabe también aludir a la conveniencia de potenciar la experimentación sobre medidas culturales preventivas para el control sanitario, tales como poda, cirugía arbórea e injerto (MANSILLA et al, 1995) preferentemente aplicables en espacios forestales urbanos y periurbanos.

6.6. Material de reproducción , biotecnología y genómica forestal

El suministro regular, en la cantidad precisa, de material reproductivo de calidad genética y sanitaria, en particular las semillas, es un factor clave para la gestión forestal sostenible. Junto a la cadena de circunstancias y procesos implicados, unos técnicos (selección y cruzamientos de genitores, producción, recogida, aprovisionamiento y conservación y control sanitario de las semillas), otros sociales y jurídicos, respecto a la propiedad y al acceso y distribución del material, tienen específica relevancia los científicos que atañen a la caracterización genética de los recursos (ALIA et al, 2001) y a su conservación (ERIKSSON, 2002), y a la producción de material reproductivo genéticamente superior mediante huertos semilleros y bancos clonales para su uso en programas de forestación (PARDOS & GIL, 1986).

La propagación de material sobresaliente por estaquillado e injertado y por micropropagación y embriogénesis somática permiten obtener las máximas ganancias en el uso de material elite, así como la conservación de recursos genéticos (TORIBIO & CELESTINO, 2000). A estas biotécnicas se unen las tecnologías para la producción de plantas transgénicas y cabe pensar que también se producirán cosechas transgénicas de especies forestales (GARTLAND et al, 2002).

Frente al logro de sustanciales mejoras en términos de supervivencia y crecimiento y adquisición de resistencia/tolerancia frente a agentes bióticos y abióticos nocivos, se han disparado también alertas sobre los posibles riesgos ambientales del uso de organismos genéticamente modificados. Ello requiere investigación en laboratorio, testado en monte y evaluación de su impacto en la salud humana y el medio ambiente (SEPPÄLÄ, 2002; ROBBINS, 2003).

La genómica será herramienta de primer orden para la conservación y sostenibilidad forestal a largo plazo. El conocimiento del genoma de nuestras principales especies arbóreas permitirá sentar las bases genéticas de los mecanismos fisiológicos que controlan su crecimiento -en especial elucidar la función de los genes en la formación de la madera- (BHALERAO, 2002), su adaptación al ambiente, la identificación de loci asociados a la variación adaptativa y la caracterización de sus efectos fenotípicos. Ello acortará sustancialmente los tiempos requeridos para el mejoramiento genético de árboles, hará posible la selección de los individuos mejor adaptados a ambientes específicos, de especial significación ante estreses como la polución y el cambio climático, y la información obtenida podrá ser usada para desarrollar diagnósticos precisos para el seguimiento del estado sanitario y productividad forestal.

La creación de la Red Genómica Forestal Española, de la que forman parte grupos de investigación de varias Universidades y OPIS , constituye importante punto de arranque para el intercambio de información, coordinación e impulso de las investigaciones que dichos grupos vienen desarrollando (RED GENÓMICA FORESTAL, 2004). El desarrollo de perfiles de expresión de genes y proteinas, marcadores moleculares, análisis de QTLs, análisis de la expresión funcional de genes en el desarrollo, respuestas a estrés abiótico y adaptación ambiental en Pinus son algunos de los objetivos propuestos (Expresión de interés, Programa Genómica Forestal 2005, documento interno no publicado).

En suma, una intensificación de las investigaciones genéticas en curso, con especial incidencia en aspectos básicos sobre la constitución genética de las poblaciones de especies arbóreas, un impulso del programa Genoma Forestal y la mayor participación en proyectos y redes de carácter nacional e internacional, por ejemplo en el Programa Europeo de Recursos Genéticos Forestales-EURFORGEN- (KOSKI, 2000) constituyen vías implicadas en el logro, con proyección de futuro, de la sostenibilidad pretendida, con especial proyección en la repoblación forestal. La integración en otras redes en el marco europeo (p.e. EVOLTREE, TREEBREEDEX) deben también ser tenida en consideración con similar objetivo.

6.7. Calidad de la planta y cultivos forestales

La obtención de planta de calidad exige complementar su calidad genética con una optimización del cultivo en la fase de producción en vivero o invernadero, preparación del terreno y forma y momento de la plantación, con el fin de asegurar el arraigo y, en suma, elevar la supervivencia y el crecimiento. Cabe subrayar al respecto la necesidad de intensificar la experimentación para producir plantas de calidad en invernaderos aplicando nuevas tecnologías de medición de agua, nutrientes (especialmente nitratos) y pesticidas lixiviados, y aplicación de programas informáticos para el control y optimización del riego y la fertilización, con el objetivo de reducir el elevado consumo de agua y fertilizantes con el consiguiente impacto ambiental a que dan lugar.

Especial significación para atender a un abastecimiento sostenible de madera tienen las plantaciones con material producido biotecnológicamente, sometido después en plantación a una selvicultura intensiva. Los denominados cultivos forestales, con especies de alto rendimiento, a turnos cortos, constituyen, en un sentir generalizado, una forma eficaz de disminuir la presión de los bosques naturales, en especial de áreas protegidas y desempeñar, también, un papel determinante frente a problemáticas ambientales (ecocertificación, uso de la biotecnología), económicas y sociales (FENNIG & GERSHENZON, 2002). Cabe señalar que crecimientos medios entre 10 y 20 m.c./ha/año permiten que el 5% de bosque que suponen las plantaciones en el sur de Europa, cubra el 30% de demanda de madera en rollo (BARREIRO, 2003). Las plantaciones clonales de híbridos de *Populus x euroamericana* y *Eucalyptus globulus* seleccionados, y de procedencias y progenies selectas de algunas especies de Coníferas de crecimiento moderadamente rápido (*Pinus radiata* y *Pinus pinaster*) constituyen un ejemplo conocido. También, las plantaciones con frondosas nobles

(nogal, castaño, cerezo, roble), aun con posibilidades mas bajas y con turnos de corta mas prolongados, representan un potencial muy importante para la ocupación de terrenos abandonados por la agricultura. En ambos casos, para que realmente su rentabilidad atraiga, debe apoyarse en la existencia de material vegetal genéticamente sobresaliente, la producción de planta de calidad y un manejo selvícola que permita expresar al máximo su potencialidad genética.

La definición de un nuevo status del propietario-selvicultor que opte por el bosque cultivado de manejo sostenible, con clara definición de los requisitos ambientales y socioeconómicos, requiere también investigación que trasciende de los ámbitos biológico y ecológico.

6.8. Selvicultura: Autoecología y Ecofisiología. Modelización y Diversidad Estructural

La caracterización ecológica de las especies arbóreas de la flora forestal española, ya realizada para varias de ellas (GANDULLO et al, 2004a, 2004b), constituye herramienta básica para la selvicultura, que requiere ser completada a todas las especies principales, con la posible incorporación de información adicional que enriquezca la ya existente.

A ella debe unirse un enfoque ecofisiológico con especial incidencia en aspectos hídricos, interacción luz y nutrientes y plasticidad fenotípica. En este contexto, el estudio de las respuestas fisiológicas de frondosas instaladas en repoblaciones maduras de coníferas a las acciones selvícolas practicadas en el dosel arbóreo es de sumo interés para el logro de la creación de masas mixtas (PARDOS, 2005).

Los tratamientos selvícolas siguen siendo práctica extendida en los bosques y plantaciones objeto de aprovechamiento maderable y la selvicultura está implícitamente presente en muchos de los apartados incluidos en esta exposición, por lo que no procede insistir aquí en la necesidad de continuar con la experimentación sobre la aplicación de las prácticas selvícolas tradicionales, aunque sí subrayar algún aspecto específico.

Tradicionalmente, la productividad forestal se ha estimado mediante modelos de crecimiento a nivel de árbol, rodal y monte,utilizando bases de datos empíricos basados en mediciones efectuadas in situ (CAÑADAS et al, 2002) y que han permitido la elaboración de tablas de producción para especies y calidades (MADRIGAL, 1992). A estos modelos se unen, sin desplazarlos, modelos basados en procesos, p.e. en relación a su sensibilidad al clima,en los que los principios fisiológicos permiten pronosticar el crecimiento y calcular la productividad con fines de ordenación (BERNIER et al, 2003).

Asímismo, la caracterización de la diversidad estructural de las masas arbóreas de las principales especies mediante modelos de distribución espacial y estructura vertical reviste gran interés al permitir caracterizar los cambios habidos en la masa con el tiempo (p.e. en un turno de corta),analizar su relación con las características de la estación y la influencia en la misma de la selvicultura aplicada; y, a la postre, hacer inferencias ante futuras actuaciones (MONTES PITA, 2005).

Cabe mencionar, por su singularidad, la contribución de la modelización y la geomática a la ingeniería ecológica, con el árbol como obra natural de protección contra los desprendimientos de bloques rocosos, desarrollando modelos en los que en la trayectoria del bloque desprendido se integra el comportamiento mecánico del árbol (LE HIR et al, 2003). De hecho, la biomecánica del árbol, especialmente respecto a la acción del viento es objeto de atención en diversos centros de investigación internacionales en relación con la selección (COTTS & GRACE, 1995) y, en su caso obtención de genotipos resistentes, objetivo que no debe olvidarse.

6.9. Selvicultura mediterránea y sistemas silvopastorales

El bosque mediterráneo es un sistema complejo cuya estructura y funcionamiento han experimentado cambios constantes ligados al clima y a la acción antrópica, con el fuego, el pastoreo y el aprovechamiento de madera y leñas como factores destacados.

Las formaciones de coníferas mediterráneas (*Pinus, Juniperus, Abies*), en muchos casos sobreexplotadas, muestran peculiaridades que no permiten tratarlas aplicando modelos propios de los bosques centroeuropeos y boreales. Por tanto, están necesitadas de bases científicas que

configuren una selvicultura específica que se enfrente a unas condiciones de habitación marcadas por la biodiversidad, el irregular regimen de precipitaciones, la sequía estival, el abanico de plagas y enfermedades potenciales y los recurrentes incendios (SCARASCIA-MGNOZZA et al, 2000).

El problema se agudiza con las especies de hoja plana y esclerófila (mayoritariamente *Quercus*), que originalmente formaban densas masas boscosas, pero que ligadas a la existencia del hombre desde sus inicios han soportado una intensa presión y se han adehesado Estos ecosistemas, reservorio de rica biodiversidad, requieren una gestión adaptativa, con prácticas selvícolas que tengan muy presente su evolución, los efectos de las mismas y las prioridades de la gestión (VALLADARES et al, 2004).

Actualmente los sistemas silvopastorales constituyen un enorme mosaico de sistemas agroforestales de los cuales la dehesa es el mas representativo. Por su carácter antrópico requieren gestión que, ante el cambio de demandas sociales acaecido en las últimas décadas, se proyecta no sólo en la tradicional producción de pasto para el ganado, y leñas y corcho (en el caso del alcornoque), sino que adquieren importantes funciones medioambientales, culturales y paisajísticas. (SAN MIGUEL, 1994)

La gestión silvopastoral se proyecta en la conservación de espacios naturales protegidos y de las especies animales y vegetales, con poblaciones muchas veces fragmentadas, incluso en peligro de extinción; en la prevención de incendios, en la protección de la caza así como en la regeneración del arbolado (GONZALEZ REBOLLAR et al, 1999; CAMPRODÓN, 2001).

En el marco de la gestión, constituyen aspectos importantes requeridos de investigación los concernientes al mantenimiento de la fertilidad (LÓPEZ DIAZ et al, 2001); reducción de la erosión mediante insumo de materia orgánica al suelo, reciclado de nutrientes y fijación de nitrógeno (leguminosas), retención de agua y reducción de la escorrentía, captura del carbono y conservación de la biodiversidad en los paisajes fragmentados, a la vez que los inherentes a su condición de habitats de especies animales y vegetales integradas en un paisaje único y singular (BEER et al, 2003). También, revisten importancia los estudios sobre ecología de la dispersión de las semillas, con implicación de las interacciones planta-planta; y planta-animal en especies cuyos frutos son alimento de mamíferos y aves (ZAMORA et al, 2004) y para los cuales técnicas de ADN son básicas para desarrollar estrategias de conservación de poblaciones fragmentadas.

La producción corchera constituye elemento sustancial de las dehesas de alcornoque. Su gestión sigue requiriendo información que conjugue aspectos ecofisiológicos (PARDOS, 2005) con prácticas selvícolas y de aprovechamiento del corcho (MONTERO & CAÑELLAS, 2003), que permitan una mejor regeneración de los alcornocales y su revitalización frente a problemas de envejecimiento por abandono de prácticas tradicionales

6.10. Espacios naturales protegidos

Si bien algunas de las pautas y cauces de investigación mostradas son aplicables a los espacios naturales protegidos, en estos es necesario poner un énfasis especial en las medidas de protección, y en la conservación, y restauración en su caso, de la biodiversidad extendible a flora y fauna, así como en su proyección al turismo de naturaleza y al desarrollo soscioeconómico que este conlleva (NOGUEIRA & GREER, 2002).

La denominación de espacio natural protegido abarca desde un árbol singular (p.e. el roble de la Nava en Extremadura), una población (p.e.el abedular del Puerto de Honduras, en Extremadura) hasta un Parque Natural (p.e. el Parque Natural y Nacional de Sierra Nevada), con una extensión muy variable. A las actividades de educación ambiental, con la organización de encuentros de redes de voluntarios, de formación ambiental, a través de cursos de gestión y las implicadas en los Planes de Acción Territorial (PAT) como instrumentos de Planes Rectores de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera (Boletín EUROPARC, 2004), hay que añadir las actividades de investigación (GIL et al, 1998), con campo de acción casi inexplorado en nuestro país.

El desarrollo y aplicación de metodologías (indicadores) para el diagnóstico del estado y evaluación de los recursos existentes en los espacios naturales protegidos, y sobre métodos y formas de gestión de los mismos (MALLARACH, 2004) y el seguimiento de los espacios de la Red Natura 2000, junto a aspectos mas específicos como son la realización de inventarios, la utilización de

modelos predictivos de distribución de táxones, implicación de los animales frugívoros en la dispersión de las semillas y desarrollar, en consecuencia, estrategias de conservación de poblaciones fragmentadas; las interacciones entre especies autóctonas, en especial aquellas en riesgo de extinción, aspectos varios sobre la herbivoría, respuestas tras los incendios, constituyen algunos ejemplos de posibles actividades de investigación conducentes a una mejor gestión sostenible de los espacios naturales protegidos.

6.11. Vida silvestre, caza y pesca continental. Acuicultura y granjas cinegéticas

La investigación y estrategias de conservación para la protección de la vida silvestre, especialmente proyectados a la salvaguarda de especies animales con poblaciones reducidas y muy fragmentadas y de las que se vienen realizando importantes trabajos (LA COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA, 2001), deben extenderse a mayor número de especies de animales y plantas Cabe subrayar la importancia del papel de los animales frugívoros, aves y mamíferos, que en una interacción mutualista con el bosque (el cual se llegaría a colapsar si desaparecieran) dispersan las semillas de muchos árboles y arbustos con frutos carnosos (BOYCE & HANEY, 1997). proceso que requiere de investigaciones específicas en el ámbito mediterráneo

Los montes son, además, asiento de una riqueza cinegética con buen número de especies de caza mayor (8) y de caza menor (13), a las que cabe añadir las especies protegidas cuya caza está prohibida por ley en todo el territorio nacional (p.ej. el oso o el urogallo); y aquellas otras, típicas de la fauna española, tanto residentes como migratorias, protegidas permanente o temporalmente en determinadas Comunidades Autónomas (p.ej. el lobo, ciertos ánades y patos y buen número de especies de aves). Reservas Nacionales de Caza, Zonas de Caza Controlada y Cotos de diversa naturaleza suman una superficie que supera los 37 Mhas. Las capturas de caza mayor superan las 60.000 anuales y las de caza menor se acercan a los 30 M .

Especial atención merecen las acciones, y en consecuencia las investigaciones que las substenten científicamente, sobre conservación de especies de aves. Según Bird Life International (2004) en el territorio peninsular español el 46% de las aves tiene problemas derivados del abandono del campo, de la reducción de la ganadería extensiva y el incremento de la agricultura intensiva. Un centenar de especies se encuentran amenazadas y quince de ellas están en peligro crítico de extinción, entre otras la pardela real, el águila pescadora y el pinzón azul (ATIENZA, 2004).

La pesca continental constituye otra fuente de riqueza y recreo ligada al sector forestal, cifrándose en cerca de 70 M las capturas anuales totales de salmón, trucha, barbo, cangrejo y otras especies. Sin duda existen lagunas en el conocimiento de estas especies, tanto en su biología reproductiva como en el de sus habitats y los problemas generados en los mismos por las obras hidráulicas; extendibles a la fauna piscícola continental en general y particularmente a las especies amenazadas (DOADRIO, 2001).

Cabe aludir en este apartado a la necesidad de investigación en los diversos estadios de reproducción, cría y adecuación posterior al medio natural de las especies que se producen en granjas cinegéticas. Asímismo, la acuicultura de especies autóctonas requiere acciones similares y cabe resaltar a este respecto las prometedoras investigaciones que se están realizando para la producción de esturión (FECYT, 2004).

6.12. Selvicultura urbana y periurbana

Cabe hacer mención a “los árboles fuera del bosque” ubicados mayoritariamente en los cinturones y parques urbanos de las grandes ciudades y para cuya planificación y gestión se ha acuñado la expresión de “selvicultura urbana y periurbana”.Una estructura de vegetación multifuncional en los mismos debe tener como fin que estos espacios verdes contribuyan a la vida y economía locales brindando servicios ambientales y sociales esenciales y no considerarse simplemente bienes de lujo.

Los cuidados sanitarios de su arbolado requieren en ocasiones una experimentación complementaria en la que, junto a los tradicionales conocimientos de plagas y enfermedades, se tengan en cuenta los efectos de la polución atmosférica, que desfiguran y empobrecen las copas de los árboles y reducen su valores estéticos, y la incidencia nociva sobre los sistemas radicales de

escapes de conducciones de gases tóxicos y aguas residuales, excavaciones por obras y trazado de vías de comunicación, y la propia pavimentación de vías urbanas.

La denominada "Urban Forestry" constituye objeto de específica atención en él ámbito de las actividades forestales en paises de cultura occidental (HIBBERD, 1989) y en el nuestro pienso que la gestión sostenible de estos espacios está necesitada de algo mas que proyectar y ejecutar parques y jardines. A estas cuestiones cabe añadir la conveniencia de impulsar estudios científicos sobre su historia, creación y evolución, así como la proyección artística a que hayan dado lugar. Resulta patético el aspecto que muestra algún espacio recientemente bautizado como Parque Forestal, fiel reflejo de la falta de implicación de tecnología forestal en su concepción y creación.

6.13. Productos forestales no madereros

Resina y corcho, en menor grado piñones, han sido, inmemorialmente, los productos forestales no madereros objeto de aprovechamiento con proyección industrial, a los que se incorporaron los cultivos de plantas aromáticas y medicinales y a los que cabe añadir en un ámbito de economía rural las leñas para calefacción, ramón para el ganado, setas, plantas melíferas y frutos del bosque. En todos los casos, se requiere una prospección de posibles recursos, utilidades y servicios, un acercamiento a su valoración y mejor comercialización, y el inicio de un programa de selección de varietales que desembocara en su mejoramiento genético y posterior propagación del material mejorado.

Si bien, debido a la competencia de mercado en salarios y en productos sustitutorios, apenas se resina alguna zona de la península Ibérica, la búsqueda de grandes productores cuya producción de miera pudiera hacer rentable su resinación ha desembocado en el desarrollo de modelos de distribución de la producción (NANOS et al, 2001), tema que no debe abandonarse.

Se mantiene el interés del corcho como producto con diversos usos industriales (CONGRESSO MUNDIAL DO SOBREIRO E DA CORTIÇA, 2000), si bien existen lagunas de información científica no sólo en los planos biológico y selvícola, ya comentados, sino industrial y de la gestión multifuncional, ya aludida, de los alcornocales El desarrollo de parámetros medibles que permitan la mas precisa caracterización del corcho y productos derivados en términos de situación en el árbol, procesos de tratamiento industrial y evaluación de la calidad de los productos derivados deben también ser objeto de continuada experimentación (GONZÁLEZ et al, 2001).

Por otra parte, el ecoturismo ha abierto expectativas y nuevos cauces para la potenciación de algunos de los aprovechamientos menores antes mencionados así como de las externalidades de todavía incipiente valoración en mercado. La aplicación de modelos para la valoración de la preferencia de la gente por los diferentes atributos recreativos (picnic, recogida de hongos, conducción deportiva) que ofrecen los montes, con especial incidencia en los mediterráneos, abre nuevos cauces de investigación que necesitan ser mas explorados (RIERA & MOGAS, 2004).

Mención aparte merecen los pastizales y los aprovechamientos cinegéticos y piscícolas de los montes. El mantenimientoy recuperación de la biodiversidad de flora y fauna, terrícola y acuática, estrechamante ligada en cada caso a los mismos, las relaciones entre niveles de las cadenas tróficas, la ecología de sus especies componentes y de su dinámica poblacional, asi como el posible mejoramiento genético conforman objetivos para la consecución del aprovechamiento sostenible. Especial atención merecen los aprovechamientos pascícolas de las dehesas de encinas y alcornoques, ya mencionadas.

Los recursos micológicos consituyen en muchos montes un aprovechamiento nada desdeñable para la economía rural. El establecimiento de Planes Comarcales de Ordenación de dichos recursos constituiría pieza importante para su gestión sostenible (MARTINEZ PEÑA & GARCÍA CID, 2003), para la cual sería deseable un mejor conocimiento bioecológico de posibles hongos comestibles, así como de los procesos industriales y comerciales para el incremento del valor añadido. La truficultura, con un potencial económico nada desdeñable, aunque presente en las plantaciones de encinas, alcornoques y avellanos, requiere mas tecnología con base científica.

¿Por qué no incluir también, o mas bien situar en primer lugar, por delante de los otros productos no madereros, las sensación de placer, también de temor, a que pueden dar lugar la percepción de la luz, el color, las formas, los sonidos y el silencio que sólo los bosques albergan?

6.14. Aprovechamientos de madera y corcho

La concepción actual de la sostenibilidad trasciende del ámbito económico al ecológico y se hace patente la estrecha interrelación entre economía y ecología. La sostenibilidad de un sistema forestal, al comprender no sólo la persistencia del sistema productor sino la persistencia en el aprovisionamiento de bienes y servicios demandados por la sociedad, exige la medición de la sostenibilidad (uso múltiple funcional) del sistema basada en un conjunto de indicadores de naturaleza económica y ecológica. La investigación para el desarrollo y subsiguiente aplicación de metodologías que permitan su evaluación hará posible seleccionar entre diferentes alternativas de ordenación de los sistemas forestales y canalizar su gestión técnica (DÍAZ BALTEIRO & ROMERO, 2004).

Tienen especial relevancia los aprovechamientos forestales de biomasa con fines energéticos tanto en plantaciones, generalmente de especies de crecimiento rápido a espaciamientos reducidos, como utilizando residuos de cortas, que han conducido al desarrollo de sistemas de empacado en el propio monte (RICHARDSON et al, 2002).

Junto a la investigación tecnológica son necesarios estudios sobre la posible pérdida de fertilidad de los suelos, en especial en las plantaciones en las que una elevada producción de biomasa puede tener efectos muy negativos en situaciones concretas (BOWEN & NAMBIAR, 1984).

Los sistemas de aprovechamiento de la madera en sus diferentes fases (corta y saca) requieren una experimentación para la posible adaptación a los montes españoles de los sistemas operativos desarrollados en otros paises (SUNDBERG & SILVERSIDES, 1989) en que se conjuguen la dificultad de la topografía española con la evitación o reducción de de impactos por los aprovechamientos. En este sentido, el estudio de rendimientos y efectos ambientales de las prácticas selvícolas mecanizadas (TOLOSONA et al, 2002) y el desarrollo de métodos de restauración ante posible daños son temas necesitados de investigación.

El descorche del alcornoque sigue practicándose de forma artesanal a pesar de las tentativas de una cierta mecanización. El desarrollo de algún ingenio que incorporase una cierta tecnología al proceso no debía dejarse en el olvido.

Especial importancia debe darse a la investigación sobre las denominadas tecnologías ahorradoras de madera, que permiten mayor rendimiento en el proceso de extracción en monte, mejor aprovechamiento de la biomasa cortada y la elaboración de nuevos productos industriales. Unidas a los avances biotecnológicos, proyectados a las plantaciones forestales de manejo intensivo, están abocadas a tener un papel importante para atender a la creciente demanda de madera, en paralelo con el aumento de las restricciones en el aprovechamiento de los bosques naturales (HERRUZO, 2004).

La ecocertificación y etiquetado de los productos (p.e.madera y corcho) obtenidos en los ecosistemas forestales constituye herramienta de gestión garante de que los sistemas y prácticas selvícolas conducen a un aprovechamiento sostenible de los recursos forestales (IRISARRI et al, 2001) mediante la aplicación de criterios e indicadores (FSC, PEFC) y constituye instrumento de mercado para los mismos (SANCHEZ HERNANDO, 2004).

6.15. Industria. Comercialización de productos forestales. Tecnología de la información

La evaluación de la reducción energética que supone la utilización industrial de productos que "fabrica la naturaleza", como son la madera y el corcho, secuestrando además carbono y haciendo uso de una energía limpia y renovable como es la solar, frente a otros productos, p.e. acero y plásticos, constituye tema de gran importancia necesitado de experimentación, normalización en su caso y análisis socio- económico (HERRUZO, 2004). Téngase en cuenta que 1 m.c. de madera puesta en obra almacena (inmoviliza) 1 tm de CO_2 durante 20 a 30 años y hace economizar 0,8 tm al sustituir a otros materiales de construcción. Es, con esta visión, con la que el "Plan Bois construction environment" afronta el reto de incrementar en 4 M m.c. la cantidad de madera usada en la construcción como medio de conseguir la fijación de siete millones adicionales de toneladas de CO_2 en Francia (citado en . FERNANDEZ GOLFÍN & DÍEZ, 2003). Las emisiones de CO_2 en España- 287 Mtm en 1990 y 400 Mtm en 2004- deben hacernos reflexionar sobre el plan francés y aprovechar el enorme potencial de forestación que ofrecen las tierras de uso agrícola marginal

El desarrollo sostenible de los montes productores exige la planificación de recursos a largo plazo que evite fluctuaciones en el mercado de los mismos y permita la entrada de capital privado en trabajos forestales. Si bien la madera y el corcho como materias primas para la fabricación de multitud de productos tienen valores añadidos medioambientales, su naturaleza tan diversa plantea el reto de fabricar con ella productos homogéneos. Aunque parcialmente con los distintos tipos de tableros se logra la homogeneidad pretendida, en otros usos (p.e. carpintería) es necesario acudir a la clasificación de la calidad por lotes para la madera aserrada y en rollo (FERNANDEZ GOLFÍN, 1997).

El sector de la madera en España se ha caracterizado por su falta de rentabilidad económica dado el turno elevado de muchas especies, la calidad media de las producciones y la existencia de problemas tecnológicos. A la necesaria mejora genética y optimización del manejo selvícola deben incorporarse nichos de mercado que aporten rentabilidad económica a las producciones forestales como es el mercado de la madera estructural para construcción ya que permite dar salida a producciones de calidad media y baja. . De ahí la importancia de la caracterización de las principales maderas estructurales y el diseño y puesta a punto de técnicas mecánicas no destructivas con el empleo de piezas de tamaño real, así como por ultrasonidos, para la clasificación del material destinado al mercado de la construcción en cumplimiento de Eurocódigos estructurales (FERNANDEZ GOLFÍN & DÍEZ, 2003).

El paso siguiente, la normalización, es objetivo ya cumplido en nuestro pais para algunas especies de pinos, tras la inclusión en las normas europeas EN 1912 y EN 14081-4, así como en la norma española UNE 56.544 y en el Código Técnico de la Edificación (FERNANDEZ GOLFÍN, 2001). La acreditación por el ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de tableros, madera estructural y madera laminada es también objetivo al que deben dirigirse actividades de investigación en la industria de la madera (FERNANDEZ GOLFÍN, 2004).

La experimentación en el área de la protección y conservación industrial de la madera, de larga tradición en España, en aspectos relacionados con la patología (RODRIGUEZ BARREAL, 1998) y las propiedades de resistencia residual en cubiertas de edificios históricos y elementos de construcción sometidos a la acción de agentes atmosféricos; la caracterización fisico-mecánica a nivel intraespecífico teniendo en cuenta la forma y rectitud del fuste; la tecnología de secado de maderas con la implantación y puesta a punto de un túnel de secado, la caracterización e incidencia de los extractivos del duramen (p.e. polifenoles) en la calidad de la madera para barricas usadas en tonelería, son también temas necesitados de experimentación (FERNANDEZ GOLFÍN et al, 2001; CADAHÍA et al, 2001).

Asimismo, la valorización de las producciones intermedias y marginales del sector forestal, como es la madera en rollo de pequeñas dimensiones procedente de labores de claras o de resíduos de serrería, productos usados en el sector rural o residencial para construir cercas, pequeñas edificaciones residenciales y establos y carentes de amparo técnico, constituye otro frente abierto a la investigación (FERNANDEZ- GOLFÍN & DIEZ BARRA, 2003).

La creación de una Unidad Mixta de Innovación sobre Productos de la Madera INIA- AITIM constituirá elemento valioso para la mejora de la competitividad de las empresas transformadoras de la madera al facilitar la realización de proyectos y trabajos conjuntos orientados a la mejora de la calidad de los productos.

Asímismo, la mas precisa caracterización de los productos fabricados con corcho y su normalización, asi como la introducción de mejoras en la tecnología constituyen también aspectos de interés, máxime dada la competencia de los productos sintéticos existentes en el mercado (CONGRESSO MUNDIAL DO SOBREIRO E DA CORTIÇA, 2000).

La multitud de aplicaciones de la celulosa, cuya fuente principal es la madera, las instalaciones y compleja tecnología que exigen sus productos derivados, su incidencia en el empleo, los niveles de producción y consumo, confieren al sector celulósico- papelero un valor muy indicativo del desarrollo de un país (SEOANE, 2002).

Una gestión sostenible debe apoyarse tanto en investigaciones sobre la obtención de materia prima (mejora genética, selvicultura y aprovechamiento) y el proceso tecnológico de producción de pasta, como en su compatibilidad con el medio ambiente. En este capítulo debe incluirse el papel de sumideros de carbono de las plantaciones, así como la búsqueda y utilización de tecnologías que optimicen los diferentes procesos de la fabricación: descortezado, cocción, lavado

y otras (GARRIDO, 1997).

Especial interés revisten las tecnologías BAT ,(Best Available Technologies) para eliminar o minimizar las emisiones de contaminantes líquidos y gaseosos, como son el blanqueo de la pasta mediante los sistemas TCF (Total Chlorine Free) y ECF (Elemental Chlorine Free) con recirculación parcial de efluentes. En 1990 sólo un 5% de la producción mundial empleaba secuencias de blanqueo TCF+ECF; en 2002 alcanzaba ya mas de un 80 % de la pasta producida en el mundo y de los paises desarrollados sólo Japón continúa produciendo con blanqueo convencional una cantidad significativa, algo mas del 5 % de su capacidad total (FRANCISCO, 2001).

Es de interés, también, subrayar la creación de la Plataforma Tecnológica "Beneficios sostenibles de los recursos forestales renovables" promovida por tres asociaciones europeas: la CEPF (propietarios forestales), la CEI- Bois (madera sólida y tableros) y la CEPI (papel y cartón). La definición de una agenda de investigación estratégica en el campo forestal, movilizando la necesaria masa crítica de investigación e innovación y los mecanismos de inversión privada y pública son objetivos de la Plataforma, al igual que en las otras Plataformas creadas como instrumentos clave para impulsar la investigación y desarrollo tecnológico en Europa a través de su inclusión en el marco de iniciativas tecnológicas dentro del VII Programa Marco (EUROPEAN COMMISSION, 2004).

El punto de partida de la Plataforma se centra en destacar la contribución al desarrollo sostenible y bienestar social de las cadenas del sector de base forestal : productos no maderables, madera, papel, bio-energía y productos químicos derivados de la madera, destacando los desafíos futuros en términos de competitividad, sostenibilidad, energía, tecnología y conocimiento, con una estrategia proyectada al año 2030, en la que .se subrayan la necesidad de una mejor estructuración y eficiencia de la comunidad científica y una mayor profundización en las bases científicas del sector (EUROPEAN COMMISSION, 2005).

En este sentido el sector español(CONFEMADERA Y ASPAPAEL) viene trabajando en la constitución de una "Plataforma Tecnológica Forestal y de las Industrias Forestales" y en la constitución de un "Nodo español" de la misma.

En este mismo contexto juegan un papel relevante la tecnología de la información y las comunicaciones tanto en el comercio de los productos forestales entre los paises industrializados, como los dilemas que plantea en la investigación y política forestales (HATEMÄKI, 2003).

6.15. El hombre y los montes: Política forestal, Participación, Asociación, Historia Forestal

Sólo una política forestal que alcance el consenso de los factores sociales y económicos, conjugando derechos e intereses públicos y privados, hará posible la práctica de una gestión técnica eficaz basada en el conocimiento.

El mayor peso adquirido por los valores ambientales, recreativos y culturales de los montes en general y de las zonas de montaña en particular, frente a la escasa rentabilidad de sus aprovechamientos tradicionales, exige hallar nuevas fórmulas de uso que, con la participación mas directa de la población, posibiliten la sostenibilidad económica necesaria para la permanencia de la población rural. Junto a la obligada consecución de los niveles básicos en los ámbitos sanitario, cultural y recreativo, son necesarios estudios en el ámbito de las ciencias sociales en los que, en función de regiones, potencialidad de recursos, estado y evolución poblacional, se analice el empleo forestal, su dinámica, su continuidad y permanencia.

La propiedad colectiva en el caso de los montes de U.P, Mancomunidades de municipios y Montes Propios de los Ayuntamientos, al permitir la aplicación de una gestión forestal unificada a grandes superficies de monte, facilita la consecución de dichos objetivos. Pero cuando la propiedad es privada, y máxime si su extensión es reducida, es necesario desarrollar formas de asociación forestal que hagan posible la participación directa de los propietarios en las decisiones acerca del modo en que los recursos forestales puedan manejarse de forma sostenible, haciendo posible la ordenación conjunta de grandes grandes extensiones en función de las características geográficas y uso potencial del territorio. El desarrollo y aplicación por parte de los órganos de gobierno estatal y autonómico de procedimientos administrativos a través de subvenciones, deducciones fiscales y otros, será esencial para la consecución de este fin. A este respecto, el régimen de fomento de los

montes tratado en la nueva Ley de Montes 43/2003 constituye puerta abierta a la investigación socio-económica de los diferentes temas que comprende (ROJAS, 2004).

La experiencia de los "Bosques Modelo Canadienses", con las necesarias adaptaciones que exigiría el cambio de escalas territorial, socioeconómica y poblacional entre paises, podría jugar un papel para lograr el objetivo que dió título a la tercera área del XII Congreso Forestal Mundial, "Gente y Bosques en armonía" (NAYSMITH, 2003).

Aspecto importante es profundizar en el desarrollo de sistemas de cooperación entre las asociaciones profesionales del sector que, ya puesta en marcha a través de programas comunitarios, p.e. Compostela Bosque y Eurosilvosur, que permiten la creación de una base de datos y la utilización de un lenguaje común (PÉREZ TURRADO, 2003). La creación del Instituto Europeo del Bosque Cultivado (IEFC), desarrollado en el marco del proyecto EUROSILVOSUR , que agrupa organismos de investigación y desarrollo interesados en la gestión de los bosques cultivados, constituye referencia de interés para estudios de esta naturaleza.

La Historia Forestal, la de los montes y el paisaje forestal, la de las actuaciones de los Ingenieros de Montes y otros técnicos del sector forestal español, constituyen materia cuyas valiosas aportaciones actuales (BAUER, 1980, GÓMEZ DE MENDOZA, 1992, CASALS , 1996, MANUEL & GIL, 2001, entre otras) deben continuarse con nuevas investigaciones que las incrementen y enriquezcan.

7. REFLEXIÓN FINAL

El interés que suscitan los bosques en la sociedad del siglo XXI en los paises de occidente, con población mayoritariamente urbana, no es tanto por su producción primaria tradicional de madera y otras materias primas sino por los valores ecológicos, sociales y culturales que reportan.

Se cuestiona la selvicultura mundial y ésta necesita incorporar beneficios ambientales a la producción, conservar la biodiversidad en equilibrio con el desarrollo; diversificar las plantaciones, para que sin perder sus fines económicos y ambientales, sean socialmente aceptables; e integrar estos tres elementos en el ámbito del paisaje y del pais.

Se requiere manejar los bosques como ecosistemas con el fin de mantener sus procesos naturales, reconociendo que son fuente de beneficios ambientales, económicos y sociales. Su consecución exige información y participación pública para promover la gestión sostenible promoviéndose la interacción de los científicos y la sociedad.

La sostenibilidad de los ecosistemas forestales exige un flujo constante de conocimientos de las disciplinas que tradicionalmente han configurado las ciencias forestales y de las materias básicas para su comprensión, en un marco eco-socio- económico, con la necesaria participación de investigadores altamente cualificados en los ámbitos de la ingeniería, la sociología, la economía y las ciencias de la naturaleza; y ello con la mirada puesta en las conocidas palabras del bioqímico húngaro Szent-Györgyi: "la investigación científica consiste en ver lo que todo el mundo ha visto y pensar en lo que nadie ha pensado aún".

Especial atención debe prestarse a aquellas materias que constituyan base científica del desarrollo sostenible a través de la cadena bosque-industria; asímismo, con lugar destacado del papel de los bosques en el mantenimiento de la biodiversidad , la gestión de los espacios naturales protegidos, el cambio climático y su capacidad de adaptación al mismo, la conservación y uso de recursos genéticos y la incorporación de tecnologías innovadoras en los ámbitos biológico, industrial, informativo y comercial.

Un incremento de la financiación de la investigación forestal y por ende del colectivo de investigadores, una mayor presencia española en la literatura científica internacional y en las redes de investigación, especialmente a nivl europeo, a la vez que una mas estrecha y continuada relación multidisciplinar entre investigadores y técnicos, facilitada por las tecnologías de la información, conducirán a elevar nuestro nivel científico medio y, asímismo, propocionarán herramientas para un mayor rigor, dinamismo y flexibilidad en la gestión.

Estas afirmaciones no pasarán de ser buenos deseos, cualquiera que sea el foro en que se hagan, si ciudadanía y responsables políticos no toman conciencia de que el uso sostenible de los recursos forestales va mas allá de una investigación y una gestión óptimas, y que todos estamos

obligados a asumir la contrapartida de costes que acarrea su consecución, en especial la de los beneficios no tangibles de los montes.

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALIA, R. et al, 2001 Genetic variability of Scots pine (*Pinus sylvestris*, L) in Spain: Growth traits and survival. Silva Fennica 35:27-38.

AMMER et al, 2004 (edit.) *Regenerating Mountain Forests*. IUFRO Conference, Germany, 115 pp.

APPS, M.J., 2003 Bosques, el ciclo mundial del carbono y el cambio climático. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 145-154.

ATIENZA, J.C., 2004 *Libro rojo de las aves.* Mº de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales, 452 pp.

BARREIRO, O, 2003 La gestión forestal sostenible en las especies de crecimiento rápido y su selvicultura. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 354.

BARTHOD, C., 2003 Los bosques para el planeta: reflexiones a propósito de las grandes tempestades que se abatieron sobre Francia en 1999. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 3-10.

BAUER, E., 1980 *Los montes de España en la historia*. Mº de Agricultura, Madrid, 610 pp.

BEER, J. et al, 2003 Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 431-39.

BERNIER P. et al, 2003 Utilización de modelos basados en procesos para calcular la productividad del bosque a los fines de la ordenación. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 401.

BHALERAO, R., 2002 Genomics in forest biotechnology research. En: *Forest Biotechnology in Europe. Impeding barriers, policy and Implications. Forum Symposium*, Edinburgh.

BOSWORTH, D., 2003 Ordenación sostenible de los bosques: progresando juntos. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 10-17.

BOWEN, G.D. & NAMBIAR, E.K.S. (Edit.) , 1984 Nutrition of plantation forests Academic Press, 516 pp.

BOYCE, M.S. & HANEY, A. (edit), 1997 *Ecosystem management: applications for sustainable forest and wildlife resources*, Yale Univ. Press, 361 pp.

BRAVO, F. et al (edit.), 2002 *El inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible. Ministerio de Medio Ambiente*.

BURTON, C. et al, 2003 *Towards sustainable management of the Boreal Forest*. NRC Research Press.

CADAHÍA, E. et al., 2001 Variación de la composición fenólica de madera de duramen de roble español durante el proceso de secado natural: comparación con madera de roble francés y americano. *Actas III Congreso Forestal Español*, tomo V, 601- 607.

CAMPRODÓN, J. 2001 Tratamientos forestales y conservación de la fauna vertebrada. En: Camprodón, J.,Plana, E. (edit.) *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal* , Universidad de Barcelona-CTFC, 135-182.

CANADIAN COUNCIL OF FOREST MINISTERS, 2003 *Defining sustainable forest mangement in Canada. Criteria and indicators*, 20 pp.

CAÑADAS, N. et al., 2002 Modelización forestal a partir de los datos del Inventario Forestal Nacional. En: Bravo, F. et al (eds) *El inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible, Ministerio de Medio Ambiente*, 133-148

CASALS, V., 1996 *Los Ingenieros de Montes en la España contemporánea*, 1848-1936. Ediciones del Serbal, 432 pp.

CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 1997 *Actas*, Antalya (Turquía). .

CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 2003 Actas, Canadá.

CONGRESSO MUNDIAL DO SOBREIRO E DA CORTIÇA, 2000, Lisboa.

CORONA, P. et al , 2003 Advances in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring. Kluwer Academic Publis., 441 pp.

COTTS, M.P. & GRACE, J., 1995 *Wind and trees*. Cambridge Univ. Press, 485 pp.

CRESPO DE NOGUEIRA Y GREER, E., 2002 *Espacios naturales protegidos y desarrollo duradero: Teoría y gestión.* Mº de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Naturales, 216 pp.

D`EON, R.G. et al, 2000 *Ecosystem management of forested landscapes: Directions and implementations*., UBC Press, 432 pp.

DÍAZ BALTEIRO, L. y ROMERO, C. 2004 Vínculos entre sostenibilidad y economía de los sistemas forestales: algunas reflexiones. *Invest Agrar: Sist Recur For*, Fuera de Serie, 213-222.

DOADRIO, I. (Edit.), 2001, *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España.* Organismo Autónomo Parques Nacionales, Mº de Medio Ambiente, 364 pp.

ELENA, R., 2004 Las clasificaciones biogeoclimáticas: modelos territoriales necesarios para los estudios ecológicos forestales. *Invest Agrar Sist Recur For,* Fuera de Serie, 63-74.

ERIKSSON, L. et al, (edit.) 1994 *Inventory of scientific and technical research resources in forestry, wood and wood-based products , pulp and paper.* COST, European Community, Report EUR 15922 EN, 313 pp.

ERIKSSON, G. 2002 Conserving forests: A European perspective. En: *"Forest Biotechnology in Europe. Impeding barriers, policy and Implications",* Forum Symposium, Edinburgh.

EUROPARC, 2004 *Boletín EUROPARC 18*. Federación de Parques Naturales y Nacionales de Europa, 52 pp.

EUROPEAN COMMISSION, 2004 *Technology Platforms, from definition to implementation of a Commission research agenda,* 82 pp.

EUROPEAN COMMISSION, 2005 *Innovative and Sustainable use of Forest Resources. Vision 2030,* 16 pp.

FECYT, 2004 Imágenes de la ciencia y tecnología españolas 2004, 144-147.

FENNING, T.M. & GERSHENZON, J., 2002 Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology. *Trends in Biotechnology* 20(7), 291-296.

FERNÁNDEZ- GOLFÍN, J., 1997 Retos de la industria forestal frente a la normalización, certificación y calidad de sus productos. *Actas II Congreso Forestal español*, tomo I, 173-181.

FERNANDEZ GOLFÍN , J. et al, 2001 Propiedades mecánicas de la madera de pino laricio (*P. nigra*) obtenidas con probetas de tamaño estructural. *Actas III Congreso Forestal Español*, tomo V, 567-573.

FERNANDEZ-GOLFIN, J.& DIEZ BARRA, R., 2003. Valorización de los productos forestales. Caracterización y clasificación estructural de las principales maderas españolas. *Revista de Divulgación Científica*, INIA.

FERNANDEZ-GOLFIN, J. 2004 Memoria del Proyecto INIA AT04-002: Propuesta de Proyecto OT: Acreditación ENAC del Lº de Estcurturas de madera del CIFOR-INIA.

FRANCISCO FUENTES, J.L. 2001 Tecnologías limpias. Cierre de circuitos en fábricas Kraft de pasta blanca. En Feijoo y Sineiro (edit.) *"Residuos, gestión , minimización y tratamiento".* ISBN 84-607-3678-4.

GANDULLO, J.M. et al, 2004a *Las estaciones ecológicas de los hayedos españoles. Mº de Ciencia y Tecnología*, INIA, 299 pp.

GANDULLO, J.M. et al, 2004b *Las estaciones ecológicas de los castañares españoles*. Mº de Ciencia y Tecnología, INIA, 224 pp.

GARCÍA DE JALÓN, D. y VIZCAINO, P. (edit.) 2004 *Fifth International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*. IAHR & UPM, 1453 pp (vol I and II).

GARRIDO, J. 1997 Ultimas innovaciones en el proceso de producción de celulosa. Su repercusión en el medio ambiente. *Actas II Congreso Forestal Español*, Tomo I, 163-173.

GARTLAND.K.V.M. et al, 2002 Forest biotechnology and Europe`s forests of the future. En: *"Forest Biotechnology in Europe. Impeding barriers, policy and Implications.* Forum Symposium, Edinburgh, 19 pp.

GIL, L. et al, 1997 *El Hayedo de Montejo. Pasado y Presente*. CAM, 146 pp.

GÓMEZ DE MENDOZA, J., 1992 *Ciencia y política de los montes españoles* (18348-1936). ICONA, 260 pp.

GONZÁLEZ, F. et al, 2001 Variabiliadad de los parámetros característicos del corcho en plancha con la altura de extracción. *Actas III Congreso Forestal Es*pañol, tomo V, 621-625.

GONZALEX REBOLLAR, J.L. ET AL, 1999 Las áreas pasto- cortafuegos entre las prácticas de

gestión de los espacioes forestales mediterráneos. *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP, Almería*, 143-154.
GOODENOUGH, D.G. et al, 2003 Monitoring forests from space: Hyperspectral and Kyoto products, *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 52 pp.
HATEMÄKI, L., 2003 La tecnología de la información y el sector forestal. Desafíos futuros. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area C, 258-9.
HELLSTRÖM, E. & REUMALA, A., 1995 *Forestry conflicts from the 1950`s to 1983*. EFI, Res. Report nº3, 91 pp.
HERRUZO, A.C., 2004 Cultivos forestales y cambio tecnológico. Efectos económicos y ambientales. *Inv. Agrar.: Sist Recur For*, Fuera de Serie, 201-212.
HIBBERD, B.G. (Edit.), 1989 *Urban Forestry Practice*. Forestry Commission, Handbook 5, 150 pp.
HUNTER, M.L. & SEYMOUR, R.S., 1999 *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge Univ Press,
IPCC, 1992 ... 2001, Climatic Change Reports, Cambridge Univ. Press.
IRISARRI, A.et al., 2001 Resultados de la aplicación de criterios e indicadores de gestión sostenible a la gestión de un monte ordenado. *Actas III Congreso Forestal Español,* Tomo V, 594- 600.
IUFRO, 2004 Presentation of the IUFRO Congress "Forests in the balance". Linking tradition and technology, Australia, Agosto 2005.
KEELING, R.E. et al, 1996 Global and atmospheric CO_2 sinks deduced from changes in atmospheric O_2 concentration. Nature 381: 218-221.
KIMMINS, J.P., 2003 Ordenación del ecosistema forstal: una necesidad del medio ambiente. Pero, ¿se trata de una realidad práctica o simplemente un ideal eco-utópico? *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 381-389.
KOHM, K.A. FRANKLIN, J.F. (edit.), 1997 *Creating a forestry for the 21th century: The science of ecosystem management.* Island Press, 475 pp.
KOSKI, V., 2000 Red europea de conservación de recursos genéticos de coníferas. *Invest Agrar Sist Recur For*, Fuera de Serie**,** nº 2.
LA COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCION DE LA NATURALEZA, *2001 Estrategia para la conservación del lince ibérico (Lyns pardinus) en España.* Mº de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales, 29 pp.
LE HIR, C. et al, 2003 La forêt: un ouvrage naturel de protection contre les chutes de blocs. *Actas XII Congreso orestal Mu*ndial, Area B, 194 pp.
LÓPEZ ARIAS, 2005 Seguimineto intensivo y continuo de las perturbaciones en la composición, funcionamiento y biodiversidad de los ecosistemas forestales. *Actas 4º Congreso Forestal Español.*
LÓPEZ DÍAZ, M.L et al, 2001 Efecto del encalado y fertilización orgánica sobre el crecimiento de *P. radiata* y la producción de pasto en sistemas silvopastorales en zona de monte de Galicia. *Actas III Congreso Forestal Español*, Mesa V, 465-470..
MADRIGAL, A. et al, 1992 *Tablas de producción de Fagus sylvatica en Navarra*. Publ. Gobierno de Navarra.
MALLARACH, J.Mª, 2004 Evaluación del sistema de espacios naturales protegidos de Cataluña. *Boletín EUROPARC* 18: 28-32.
MANSILLA, P. et al, 1995 *Medidas culturales preventivas para el control sanitario en árboles y arbustos. Poda, cirugía arbórea e injerto*. Xunta de Galicia, 212 pp.
MANUEL, C. y GIL, L., 2001 *La transformación histórica del paisaje forestal en Galicia* Mº de Medio Ambiente, 159 pp.
MARTINEZ PEÑA y GARCIA CID, R. 2003 Ordenación del recurso micológico en la comarca de Pinares de Soria- Burgos. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 320.
MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA, 1999 *Plan Nacional I+D+i 2000-2003* Volumen I, pp 80; volumen II, 422 pp; Resumen, 74 pp .
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1999 *Estrategia Forestal Española*, 240 pp.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2003 *Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles*, 60 pp + 4 anejos.
MONTERO, G. y CAÑELLAS, I., 2003 Selvicultura de los alcornocales en España. *Silva Lusitana* 11(1), 1-20.

MONTES PITA, F., 2005. *Estudio de la relación entre la selvicultura y la diversidad estructural en los montes Pinar de Valsain y Pinar de Navafría.* Tesis Doctoral, E.T.S.I. Montes, Madrid, 125 pp.
MONTOYA, M., 1992 *Mortandad de encinas y alcornoq*ues. Hoja nº 11/93 HD, MAPA, 20 pp.
MONTOYA, R. y LÓPEZ- ARIAS, M., 1998 *La Red Europea de seguimiento de daños en los bosques (nivel I) en España, 1987-1996*, Mº de Medio Ambiente, 557 pp.
MOORE P. et al, 2003 Bosques e incendios: Asegurar el futuro evitando el pasado. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 205-213.
MORENO, j.m. y CRUZ, A., 2001 La respuesta de las plantas al fuego. En: Vélez, R. (edit.) *La defensa contra los incendios forestales. Fundamentos y experiencias.* Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U, 4.13- 4.33.
MOREY, M., 2003 Marco ecológico para la ingeniería ambiental. En: *Jornadas sobre Ingeniería del Medio Ambiente*, Real Academia de Ingeniería, 259-284.
MOSSLER, A.et al , 2003 Old-Growth Forests in Canada.- A Scientific Perspective. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 137-138.
MUÑOZ, M.C. et al, 2003 *Sanidad Forestal. Mundi- Prensa*, Madrid, 575 pp.
NANOS, N. et al , 2001 Spatial stochastic modeling of resin yield from pine stands. *Canad. J. For. Res.* 31(7): 1140- 1147.
NAYSMITH, J.K., 2003 Programa canadiense de bosques modelo: Para continuar con éxito. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area C, 111-118.
ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES, 1986-1996 Segundo Inventario Forestal Nacional (todas las provinciad), Mº de Medio Ambiente.
PARDOS, J.A., 2005 La ecofisiología en el ámbito forestal, *Cuadernos SECF*, Grupo de Trabajo de Ecología, Ecofisiología y Suelos Forestales.
PARDOS, J.A.y GIL, L., 1986 *Los Huertos semilleros. Estudios básicos para su establecimiento en España.* Monografía nº 44, ICONA, 121 pp.
PELKONEN, P. et al (edit.), 1999 *Forestry in Changing Societies in Europe*. University Press. Part I. 82 pp; part II, 480 pp.
PÉREZ TURRADO, M., 2003 La cooperación interregional en los bosques privados del Sur de Europa. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area C, 107.
PUNSET, E., 2004 *Cara a cara con la vida, la mente y el universo*, Edit. Destino.
RABADE, J.Mª, 2004 El valor hidrológico de la acción forestal. El bosque como infraestructura básica en el marco de la cuenca. *Actas II Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*, Santiago de compostela. Actas, 987-999.
RED DE GENOMICA FORESTAL, 2004 Libro Resúmenes II Reunión Genómica Forestal, Pontevedra, 57 pp.
RICHARDSON, J et al, 2002 *Bioenergy for sustainable forestry. Guiding principles and practices.* Kluwer Acad. Sci, Forestry Sciences,71.
RIERA, P. y MOGAS, J., 2004 Finding the social value of forests through stated preference methods. A mediterranean forest evaluation exercise. *Silva Lusitana*, Junho 2004, nº especial, 1-16.
ROBBINS, A. & MARCUS J., 2003 Material reproductivo forestal: oportunidades y desafíos para el futuro. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 295-304.
RODRIGUEZ BARREAL, J.A. , 1998 *Patología de la madera*, FUCOVASA- Mundi-Prensa, Madrid, 349 pp.
ROJAS, E., 2004 El regimen de fomento de los montes en la Ley de Montes. En "*Conferencia sobre Gestión Forestal Sostenible*", Madrid, Mayo 2004.
RUIZ DE LA TORRE, J., 2002 *Mapa Forestal de España Escala 1:100.000*, Mº de Medio Ambiente, 554 pp + cartografía.
RUIZ DEL CASTILLO, J., 2000 El fuego factor ecológico. En: Vélez, R. (edit.) *La defensa contra los incendios forestales. Fundamentos y experiencias.* Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U, 4.1- 4.13.
SAMPLE, V.A., 2003 Las plantaciones forestales como componentes de una estrategia global de conservación de la biodiversidad: el papel de los paises desarrollados con bosques templados. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area B, 121-127.
SAN MIGUEL, A., 1994 *La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión.* Fundación Conde del Valle de Salazar.

SAN MIGUEL, A., 2003 Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos.En: Robles, A.B. (edit) *Pastos, desarrollo y conservación* Junta de Andalucía, Granada..
SANCHEZ HERNANDO, L.J., 2004 La certificación forestal: instrumento de mercado y herramienta de gestión. En "*Conferencia sobre Gestión Forestal Sostenible*", Madrid, Mayo 2004.
SAYER, J. et al., 2004 Proteger, manejar y restaurar: Conservación de bosques en paisajes multifuncionales. *Actas XII Congreso Forestal Mundial*, Area C, 213-220.
SCARASCIA-MUGNOZZA, G. et al, 2000 Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. Forest Ecol.& Manag. 132: 97-109.
SEOANE GARCÍA, J.M., 2002 "La importancia del eucalipto en su vertiente socio-económica: La industria pastero-papelera. *Actas Simposio Internacional "Socioeconomía, Patología, Tecnología y Sostenibilidad del eucalipto*", Cátedra ENCE, Universidad de Vigo
SEPPÄLÄ, R., 2002 Forest biotechnology and the global forest sector. En: "*Forest Biotechnology in Europe. Impeding barriers, policy and Implications*", Forum Symposium, Edinburgh.
SPIECKER, H. et al (edit), 1997 *Growth trends in European forests*. EFI, Springer, 372 pp.
STOCKS, B.J. et al, 2004 Overview of the International Crown Fire Modelling Experiment (ICFME). *Can. J. For. Res*. 34 (8), 1543- 1547
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, 2002 Red Natura 2000, Mº Medio Ambiente , CD ROM**.**
SUNDBERG, U. & SILVERSIDES, C.R., 1989 *Operational efficiency in forestry*. Kluwer Academic Publisher, 219 pp.
TAPIAS, R. y GIL, L., 2000 Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego. En: Vélez, R. (edit.) *La defensa contra los incendios forestales . Fundamentos y experiencias,* . Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U, 4.36-4.66.
TERRADAS. J. (edit.), 1996 *Ecología del foc*. Ed. Proa, 270 pp.
THORNLEY, J.H.M. & CANNELL, M.G.R. , 2004. Long-term effects of fire frequency on carbon storage and productivity of boreal forests: a modelling study. *Tree Physiol* 24: 765-773.
TOLOSANA. E. et al, 2004 Rendimientos, costes y afectos ambientales de las calaras mecanizadas sobre repoblaciones de pinus sylvestris L. en España. INIA, *Sistemas y Recursos Forestales*, 11(1).
TORIBIO, M. y CELESTINO, C. , 2000 El uso de la biotecnología en la conservación de recursos genéticos forestales. *Invest Agrar Sist Recur For*, Fuera de Serie**,** nº 2.
VALENTINI, R. (edit), 2003 *Fluxes of carbon, water and energy of European forests*. Ecological Studies 163, Springer, 270 pp.
VALLADARES, F. et al, 2004 El bosque mediterráneo, un sistema humanizado y dinámico. En: Valladares, F. (edit.) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Mº de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques N aturales, 13-25.
VÉLEZ, R. (edit.), 2000 *La defensa contra los incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U., 22 capítulos.
VILA LAMEIRO, P. y DÍAZ MAROTO. I.J., 2001 Importancia y carencias del control de calidad en la industria forestal. *Actas III Congreso Forestal Español*, Tomo V, 507-516.
WALLIN, B. et al (edit), 1996 *Action plan for biological diversity and sustainable forestry. National Board of Forestry*, Sweden, 23 pp.
WATSON, R.T. et al (edit), 2000 *Land use, Land-use Change and Forestry*. Cambridge Univ Press, 377 pp.
ZAMORA et al, 2004 Las interacciones planta-planta y planta- animal en el contexto de la sucesión ecológica. En: Valladares, F. (edit) .) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Mº de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Naturales, 371-393.