

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Departamento de Silvopascicultura



PROYECTO
DOCENTE-INVESTIGADOR
“Botánica Forestal”
“Botánica, Dendrología y Geobotánica”

Ignacio García-Amorena Gómez del Moral

Madrid, 26 de enero de 2011

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
LA BOTANICA EN LA INGENIERÍA DE MONTES	3
DE LA CARRERA DE INGENIEROS DE MONTES	3
DE LA BOTÁNICA Y LOS BOTÁNICOS FORESTALES	7
<i>Botánica sistemática</i>	7
<i>Geobotánica</i>	9
DOCENCIA	13
SOBRE EL INGRESADO	13
SOBRE EL EGRESADO	16
SOBRE LOS PLANES DE ESTUDIOS	19
SOBRE LA METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DOCENTES	22
<i>Métodos docentes</i>	24
<i>Técnicas docentes</i>	26
<i>Equipo docente</i>	30
RECURSOS DIDÁCTICOS	30
<i>Infraestructuras</i>	32
<i>Herbario</i>	34
<i>Recursos web</i>	35
<i>Recursos bibliográficos</i>	39
<i>Apuntes</i>	39
<i>Libros</i>	40
<i>Revistas</i>	47
ASIGNATURA “BOTÁNICA, DENDROLOGÍA Y GEOBOTÁNICA”	49
<i>Descripción general de la asignatura</i>	49
<i>Metodología de enseñanza-aprendizaje</i>	79
<i>Contenidos</i>	65
<i>Programa</i>	74
<i>Sistema de evaluación de la asignatura</i>	82
ASIGNATURA “BOTÁNICA FORESTAL”	85
<i>Descripción general de la asignatura</i>	85
<i>Metodología de enseñanza-aprendizaje</i>	91
<i>Contenidos</i>	95
<i>Programa</i>	99
<i>Sistema de evaluación de la asignatura</i>	104
INVESTIGACIÓN	108
<i>Investigación en científica</i>	109
<i>Investigación docente</i>	112
<i>Transmisión del conocimiento</i>	114
<i>Integración</i>	115
BIBLIOGRAFÍA	116

ANEXO I: Estudio multidisciplinar de la dinámica finicuaternaria de los pinares del occidente ibérico

INTRODUCCIÓN

Por Resolución del Rectorado de la Universidad Politécnica de Madrid de 26 de noviembre de 2010, se convoca a concurso la provisión de una plaza de Profesor Contratado Doctor a tiempo completo (código 0024; área de conocimiento: Ingeniería Agroforestal), adscrita al Departamento de Silvopascicultura. El perfil que figura recogido en dicha convocatoria corresponde a las materias: “Botánica, dendrología y geobotánica” y “Botánica forestal”.

El presente documento constituye el Proyecto Docente e Investigador elaborado por Ignacio García-Amorena Gómez del Moral para optar a la citada plaza que, en cumplimiento de los requisitos recogidos en las bases de la convocatoria, tendrá que exponer el candidato en sesión oral. Este documento está basado en una amplia bibliografía consultada, así como en las experiencias propias en el campo profesional como gestor, investigador y docente universitario.

En el primer capítulo se presentan unas reflexiones sobre la historia de la carrera de Ingeniería de Montes y el papel de la Botánica en la misma. Con objeto de proporcionar un marco de referencia al lector en relación con las herramientas y contenidos que se proponen, se incluye un breve resumen sobre la evolución de la botánica sistemática y geobotánica.

El resto del documento se divide en dos partes. La primera de ellas hace referencia al proyecto docente. La segunda al investigador. En el proyecto docente se presenta en primer lugar un marco conjunto a las dos asignaturas objeto de la plaza. Este marco hace referencia a la formación e intereses de los alumnos que entrarán en la Escuela, a las salidas profesionales de las distintas titulaciones, a los planes de estudio y a los recursos didácticos de los que se podrá hacer uso. A continuación se presenta la descripción de cada asignatura y las respectivas propuestas sobre los métodos de enseñanza, contenidos, programas y sistemas de evaluación.

En la parte correspondiente a la investigación, se presentan los fundamentos que han de regir la tarea investigadora del profesor universitario, haciendo especial incidencia en la vertiente investigadora en los campos específico y docente. Tras exponer el papel del profesor en el marco de la tercera misión de la Universidad (la transferencia), finaliza este apartado con la integración de la tarea investigadora y docente del profesor universitario en un marco más amplio.

Finalmente, cierra el documento un anexo donde se presenta un proyecto científico concreto.

LA BOTANICA EN LA INGENIERÍA DE MONTES

DE LA CARRERA DE INGENIEROS DE MONTES

En contrapartida a las desamortizaciones del terreno público forestal iniciadas por las Cortes de Cádiz en 1813, el siglo XIX vio nacer una Dirección General de Montes, un Cuerpo y una Escuela de Ingenieros de Montes para su defensa y gestión técnica. Inspirada en la Escuela Forestal de Tharandt, se crea definitivamente en 1847 la Escuela Especial de Ingenieros de Montes, que se ubica en Villaviciosa de Odón (1848-1869), luego en San Lorenzo del Escorial (1870-1914), y por último en la ciudad de Madrid. Desde entonces se han formado en esta Escuela numerosos Ingenieros de Montes, que inicialmente ingresaban directamente al terminar la carrera en el Cuerpo de Ingenieros de Montes. La labor de estos primeros ingenieros queda concretada en el artículo 1º del Real Decreto de 16 de marzo de 1859:

Corresponde a los ingenieros de montes, bajo la dependencia de las autoridades competentes de orden administrativo, la conservación y mejora de los montes públicos, y el régimen especial, la dirección, la policía y vigilancia de estas propiedades en cuanto concierne a la parte facultativa.

Así, los ingenieros de montes incorporados al Cuerpo, sustituían a los llamados Comisarios de Montes, dependientes de gobernadores civiles y del Director General de Agricultura, en el servicio de gestión técnica de los predios pertenecientes al Estado (Gil y González-Doncel, 2009).

Los planes de estudio de Ingeniería de Montes, hasta comienzos del siglo XX, reflejan una fuerte inspiración naturalista. A partir de entonces se tiende hacia una enseñanza más técnica, acorde con una preocupación por fomentar la riqueza forestal mediante aprovechamientos y ordenaciones (Gómez Mendoza, 1992). En el transcurso del tiempo, a medida que la ciencia forestal fue perfeccionándose, las enseñanzas en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes se fueron estructurando. Así, de los dos cursos lectivos que en un principio constituían la carrera de Ingeniero de Montes, ya a mediados del siglo XX ascendían a seis (Ceballos, 1966; Gómez Mendoza, 1992; Madrigal Collazo, 2008). Durante este tiempo, para poder estudiar en la Escuela, los aspirantes habían de superar un examen-oposición de ingreso que realizaba la misma Escuela, y que exigía una fuerte preparación en ciencias naturales (Ruiz de la Torre, com. verb.). El esfuerzo de los pocos aspirantes que superaban el examen se veía recompensado con el ingreso directo en el Cuerpo de Ingenieros de Montes al terminar la carrera.

De la situación de las enseñanzas de ingeniería, y en concreto en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes, Ceballos deja escrita, en 1966, la siguiente crítica:

[...] las carreras de ingeniero tenían hasta entonces el máximo prestigio, por lo que todos los ingenieros estaban un poco obligados a enterarse de todos los adelantos de la ciencia[...], y así los programas de estudio han ido llenándose de asignaturas más o menos largas, pero numerosas y

heterogéneas [...] que han ido haciendo a los cursos más y más densos y sometiendo la inteligencia y la memoria del estudiante a esfuerzos más y más absurdos; [...] ahora el concepto de lo que debe de ser un ingeniero se ha desvaído de tal forma, que dudo que nadie sepa definirlo. [...]. Hoy los ingenieros, cualquiera que sea el título de especialidad que ostente su Escuela, tienen una amplia y difusa cultura general que les permite cumplir con variadísimos cometidos, y así vemos un gran número de ingenieros de montes empleados en empresas constructoras o actividades totalmente ajenas a la ciencia forestal.

Ciertamente, la Ley de Enseñanzas Técnicas de 20 de julio de 1957 supuso un cambio esencial en la enseñanza de la carrera de Ingeniería de Montes. Ésta establecía un cupo mínimo de ingreso de estudiantes y anulaba el derecho de entrada sin oposición en el Cuerpo de Ingenieros de Montes para llevar a cabo los trabajos de la Administración Forestal del Estado. Además definía la nueva finalidad de la Escuela: *formar a ingenieros para posteriormente prestar sus servicios en empresas, en ejercicio libre de su profesión, o mediante oposición en la administración pública.*

Desde entonces, debido a la creciente demanda de estudios superiores y a la posterior proliferación universitaria resultante de la descentralización administrativa postconstitucional, el número de estudiantes fue aumentando año tras año hasta el final del siglo XX (Gómez Manzaneque, 1992; Ruiz de la Torre, 1997). La consecuente proliferación de profesionales forestales, obligó a que los recién licenciados diversificaran sus actividades laborales (figura 1).

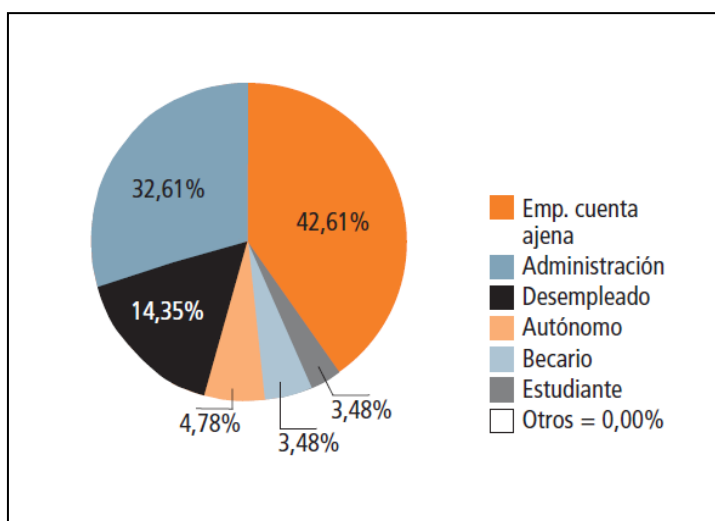


Figura 1. Situación de empleo de 2.654 ingenieros de montes e ingenieros técnicos forestales egresados de centros españoles entre 2000 y 2005 (ANECA, 2005).

En el siglo XXI, la tendencia ascendente en la matriculación en las carreras de Ingeniería de Montes e Ingeniería Técnica Forestal se ha invertido en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Entre las causas de esta inflexión, subyace el elevado número de años de estudio necesarios para obtener una titulación universitaria en la UPM (mayor a 8,3 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes -ETSIM-, y a 6 en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal -EUITF-) (Secretaría de la ETSIM-UPM). Además, existe una amplia oferta para cursar estos estudios en

España: siete universidades españolas imparten la carrera de Ingeniería de Montes y trece universidades ofertan la carrera de Ingeniería Técnica Forestal (ANECA, 2005; Magdaleno, 2004). El Plan de estudios vigente para la obtención título de **Ingeniero de Montes** por la UPM, establecido en 1974 y que mantuvo las mismas asignaturas que ya existían en el plan anterior (1964), también ha podido restar atractivo a la ETSIM de la UPM.

No obstante, el curso académico 2010-2011 ve por primera vez cumplida la tarea nacida de la Declaración de Bolonia (1999) de adaptar los estudios universitarios a un Espacio Europeo de Educación Superior común, transformando la Ingeniería de Montes en estudios de grado y postgrado (BOE, 30.10.2007). Esto supone acortar el periodo de obtención del título universitario, y al menos en teoría, una actualización en metodología y contenidos.

Es en el marco de la recién creada **Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural** (EIFMN) de la UPM (BOCM, 1.07.2009), resultado de la integración de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (ETSIM) y la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, en la que actualmente se imparte el **Grado en Ingeniería Forestal** (BOE, 27.12.2010). Este título, en lo que a las atribuciones profesionales compete, sustituye a las enseñanzas de Ingeniería Técnica Forestal, y completado con el **Máster en Ingeniería de Montes**, a la Ingeniería de Montes. Estas titulaciones habilitarán por tanto para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Montes e Ingeniero Técnico Forestal (estos últimos herederos de los antiguos Ayudantes de Montes, nacidos como rama separada de los Ayudantes y Peritos Agrónomos por Real Decreto en 1903, y constituidos como Escuela y Cuerpo de Ayudantes de Montes en 1943).

Como se tratará en los capítulos correspondientes a las materias “Botánica Forestal”, y “Botánica, dendrología y geobotánica”, las descripciones de las competencias profesionales de ambas titulaciones (BOE, 19.02.2009a, b) y los respectivos planes de estudios (BOE, 27.12.2010; UPM, 2004, 2010b), conceden a la Selvicultura y a los instrumentos en los que se apoya esta ciencia (Dasometría, Ordenación de Montes, Hidrología...) un papel central en la ingeniería forestal. En la base de estos instrumentos, debidamente reconocido en los respectivos planes de estudio, se encuentra el estudio de las materias relacionadas con las ciencias naturales. Botánica aplicada, Zoología aplicada, Entomología forestal, Geognosia (posteriormente desglosada en Geodesia, Mineralogía y Geología), son materias que se encontraban en los orígenes de la carrera de Ingeniero de Montes, que reflejan el enfoque naturalista de los primeros ingenieros de montes y de sus discípulos en el siglo XIX (Bauer, 1991; Gómez Mendoza, 1992; Ruiz de la Torre, 1997). Resultado de este enfoque, del mismo fundador de la Escuela Bernardo de la Torre, data la importancia que se conceden a las excursiones, práctica y ejercicios al aire libre en las enseñanzas de Ingeniería de Montes (Gómez Mendoza, 1992).

En cuanto al peso de la botánica en las enseñanzas forestales en la actualidad, destaca que los perfiles profesionales más valorados por los recién licenciados en carreras de ámbito forestal, son: proyectos y consultorías (18,3%), selvicultura, ordenación de montes y pascicultura (14,5%), protección e incendios forestales (11,5%), y jardinería y paisajismo (4,5%) (ANECA, 2005). En todos ellos, la botánica

tiene especial relevancia, ya sea por su carácter de materia básica o por su carácter aplicado en los estudios de planificación y gestión forestal. Igualmente, los titulados entre el año 2000 y 2005 en Ingeniería de Montes e Ingeniería Técnica Forestal en las distintas universidades españolas, señalan a Botánica entre las cinco asignaturas más interesantes para el desarrollo de su perfil profesional (ANECA, 2005).

Cabe destacar que una de las competencias comunes del Ingeniero de Montes y del Ingeniero Técnico Forestal es la de *concebir, planificar, evaluar, proyectar y dirigir proyectos y planes de actuación en el campo forestal* (BOE, 19.02.2009a). Por la relevancia de la vegetación en los ecosistemas forestales, como formador de hábitats, regulador de procesos hidrológicos, edafológicos, etc., no queda duda de que el *conocimiento de las bases y fundamentos biológicos del ámbito vegetal* es indispensable para la adquisición de dichas competencias. De hecho, así queda recogido este objetivo docente incluso en los requisitos de verificación de los títulos oficiales que habilitan para la profesión de Ingeniero Técnico Forestal (BOE, 19.02.2009a).

Conviene referir la importancia que ya en la primera mitad del siglo XX se le concedía a la botánica, impartándose en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes las asignaturas “Botánica Sistemática”, “Flora Forestal”, “Dendrología” y “Geobotánica”. Posteriormente, detalla Ruiz de la Torre (1997), estas materias fueron reducidas a una única llamada “Botánica, dendrología y geobotánica”, con menos de 100 horas de teoría. Esta reducción, fue sin embargo, compensada con un aumento en el contenido e intensidad de las prácticas, y la ampliación de algunos aspectos en asignaturas optativas. Tal situación, heredada del Plan de Estudios de 1974, se aprecia generosa en comparación con los créditos de estudio concedidos a los estudios de botánica en el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal por la UPM, donde de los 15,5 créditos ECTS asignados a “Botánica, dendrología y geobotánica” se reducen a 9,5 repartidos entre las asignaturas “Botánica forestal” y “Ecología forestal. Geobotánica” (UPM, 2004, 2010b).

Este marco, deja escaso espacio para impartir una base de *Botánica Sistemática* que estructure el estudio de *Flora forestal* (incluida la *Dendrología*), a añadir al estudio de una *Geobotánica* que integre aspectos de *Corología, Autofitología, Fitosociología y dinámica de la vegetación*. Estas materias, siempre enmarcadas en el campo de la gestión forestal, habrían de ser, entre otros, pilares en los que se sustentasen las enseñanzas de ingeniería forestal. Y si bien es cierto que el Grado en Ingeniería Forestal sustituye sólo en parte a la Ingeniería de Montes, también lo es que el Máster de ingeniería de Montes por la UPM no incluye ninguna asignatura de ampliación de conocimientos botánicos (UPM, 2010a). De acuerdo con estos comentarios, en el apartado correspondiente a la descripción general de la asignatura “Botánica forestal”, se hace una propuesta de modificación del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal.

DE LA BOTÁNICA Y LOS BOTÁNICOS FORESTALES

Botánica sistemática

Las plantas han suscitado interés al hombre desde tiempos ancestrales. El conocimiento derivado de su estudio o experiencias, se transmitía de generación en generación en forma de clasificaciones con criterios fundamentalmente utilitarios. Desde Teofrasto (370-285 a.C.), considerado por Linneo como “Padre de la Botánica”, los sistemas de clasificación han evolucionado paralelamente a los avances científicos hasta la actual frenética explosión de información.

Los sistemas artificiales de clasificación que agrupaban a las plantas en función de su relación con el hombre, fueron utilizados en un principio por botánicos como Columella, Plinio el Viejo, Dioscórides (siglo I), o Alberto Magno (siglo XIII). La obra de Dioscórides, que todavía sigue reeditándose, fue utilizada como manual en los estudios de medicina de Europa occidental durante más de 1500 años (Izco et al., 1998). Estos sistemas de clasificación dejaron paso a los sistemas naturales como el que utilizaron J. Pitton de Tournefort (1656-1708) o Carl von Linné (Linneo, 1707-1778), que agrupaban a las plantas en taxones jerárquicos en base a la posesión de unos pocos caracteres morfológicos definidos a priori. Botánicos tan ilustres como, Antonio José Cavanilles (1745-1804), Carl Ludwig Willdenow (1765-1812) y B. de Jussieu (1699-1777), utilizaron estos sistemas de clasificación. Fueron M. Adanson y A.L. de Jussieu (1727-1806) quienes, tras un proceso de trabajo comparativo (empírico), observaron que unos caracteres tenían más importancia que otros en las agrupaciones naturales. Jean Baptiste P.M. de Lamarck (1744-1829), A.P. de Candolle (1778-1841) y H.M. Willkomm (1821 - 1895), entre otros, siguieron las líneas establecidas principalmente por A.L. de Jussieu.

Las ideas evolucionistas de Lamarck, C. Darwin y de Vries (siglos XVIII-XIX), revolucionaron los sistemas de clasificación. El desarrollo del evolucionismo, junto con la progresiva incorporación de nuevos datos aportados por los estudios de anatomía, embriología, paleobotánica, fitoquímica o genética, son los que caracterizan el desarrollo de los nuevos sistemas evolutivos (fenéticos, cladísticos, numéricos, sintéticos). A lo largo de los siglos XIX y XX surgieron numerosas propuestas de clasificación (ej.: J. Hutchchinson, A. Cronquist, A. Takhtajan, F. Ehrendorfer, G.L. Stebbins, etc.), de entre los que destacan la de Engler y la de Henning.

H.G.A. Engler (*Syllabus*, 1892-1964), desarrolló a partir de la propuesta de A.W. Eichler (*Blütemdiagramme*, 1875-1878), un sistema de clasificación que tuvo gran repercusión en la ordenación de grandes herbarios y obras como *Flora Europaea* (1964-1993). La traducción al castellano del *Syllabus* por Pio Font i Quer (1944), además, extendió su uso en España.

Por otro lado, el sistema cladístico propuesto por W. Henning (*Gründzuge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*, 1950), con la consideración de que los únicos grupos que tienen semejanza real son los monofiléticos (existencia de un ancestro común), también tuvo, y sigue teniendo, gran incidencia entre los botánicos. No ocurrió lo mismo con los sistemas de clasificación que valoran numéricamente las

semejanzas entre taxones (taxonomía numérica) (Gómez Manzaneque et al., 2010; Izco et al., 1998).

A día de hoy todavía queda un largo camino por recorrer para disponer de un sistema de clasificación globalmente aceptado. Las diferencias entre los distintos sistemas de clasificación propuestos, junto con la continua aportación de nuevos datos, hacen que cada interesado utilice el sistema de clasificación más acorde a sus necesidades. Así, mientras que el *Kew Garden* (Inglaterra), de enorme repercusión en nomenclatura botánica, sigue en parte las clasificaciones de Cronquist, Takhtahan y Zimmerman, *Flora Ibérica* utiliza principalmente el sistema de clasificación de Stebbins (1974).

Geobotánica

En el siglo V a.C., el filósofo Menestor de Sibaris deja ya constancia del interés del hombre por el estudio del medio que rodea a las plantas y de su distribución (materia objeto de la geobotánica). Teofrasto (327-288 a.C.), en su obra *Historia Plantarum*, documenta la relación entre las formas de crecimiento de las plantas y los territorios donde habitan. Por su parte, Columella analiza en el siglo I d.C. las relaciones entre muchas plantas útiles y las condiciones ambientales en las que se desarrollan. En el marco ibérico, es Plinio en su trabajo *Naturalis Historia* (siglo I d.C.), el que por primera vez hace comentarios sobre su paisaje vegetal. Hay que esperar hasta el siglo XV d.C., para encontrar la primera descripción de una zonación altitudinal de la vegetación, ésta vez sobre el Monte Rosa de Italia (Leonardo da Vinci, 1452-1519) (Izco, 1998). Pero no es hasta 1792, con la obra *Grundniss der Krauterkunde* (Willdenow, 1792), que se relaciona la diversidad de especies con los cambios climáticos del pasado. Posteriormente, Humboldt publica una zonación vegetal del Globo Terrestre (ej.: *Essai sur la géographie des plantes*, 1805), y de Candolle describe un conjunto de distribución de especies y agrupaciones vegetales, detallando su relación con el medio que les rodea (*Geographie botanique raisonnée*, 1855). Las citadas obras de Willdenow, Humboldt y de Candolle, pueden considerarse precursoras de la geobotánica (Izco et al., 1998).

No obstante, el estudio de la relación de los seres vivos con los factores ambientales, surge como ciencia a partir de la publicación de la teoría de la evolución en *On the origin of species* (Darwin, 1859). A partir de este momento, numerosos autores contribuyen a asentar los principios de la geobotánica y la ecología. En el siglo XIX se publican obras de especial relevancia, como son *Die Vegetation der Erde* (Grisebach, 1884), *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage* (Schimper, 1898), *Plant Ecology* (Warming, 1895), o *Pflanzengeographie* (Diels, 1908) (Gómez Manzaneque, 1992; Izco et al., 1998; Morla Juaristi, 1999).

En el siglo XX, como consecuencia de la dificultad de comunicación a principios de siglo y de la diferente estructura de las comunidades objeto de estudio, surgen distintas escuelas de estudio de la vegetación. Éstas se caracterizan por sus distintos enfoques de clasificación. De las diferentes escuelas destacan (Alcaraz, 1999; Gómez Manzaneque, 1992):

- *Escuela de Upsala*: clasifica la vegetación en función de la fisionomía de las formaciones y de las especies dominantes de los diferentes estratos (Hult, 1881; Sernander, 1898, Fries, 1913, Du Rietz, 1921).
- *Escuela Finlandesa*: clasifica la vegetación en función de la composición florística de los estratos inferiores (Cajander, 1909, 1949; Gams, 1918; Lippmaa, 1939).
- *Escuela fitosociológica sigmatista*: iniciada por Flahault y Schroter, e impulsada con la creación de la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine (S.I.M.A.) en Montpellier (1930). Partiendo de la composición florística de la vegetación, desarrolla una taxonomía jerarquizada de comunidades vegetales cuya unidad básica es la asociación. Concede especial importancia a la técnica de inventariación. Entre otros autores, destacan Braun-Blanquet, Ellemberg, Flahault, Schroter, Géhu, Maarel, Oberdorfer, de Bolòs, Quézel,

Tüxen y Rivas-Martínez (Alcaraz, 1999). Aunque esta escuela ha tenido una gran repercusión en España (ej.: Directiva hábitats 92/43/CEE), Manuel Martín Bolaños (1897-1970) ya indicaba la dificultad de su aplicación en el contexto ibérico (Ruiz de la Torre, 1997).

- *Escuela rusa*: estudia la vegetación con una orientación fisionómica, ofreciendo una secuenciación de series ecológicas en función de gradientes ambientales (Ramensky, 1923, 1930; Kruedener, 1926; Sukachev, 1928, 1932; Morosov, 1928; Grossheim, 1930; Keller, 1932).
- *Escuela anglosajona*: se da especial importancia a los procesos que determinan la sucesión de formaciones vegetales. Introduce el concepto de policlimax (distintas formaciones vegetales que pueden constituir la climax) (Moss, 1910; Tansley, 1911, 1920, 1939; Beard, 1955; Poore, 1962). La clasificación numérica se puede considerar como variante de esta escuela (Williams y Lambert, 1959; Lambert y Dale, 1964). Otros autores de esta escuela numérica, son Goodwall, Austin, Orloci, Greig-Smith, Yarranton y Gittins.
- *Escuela americana*: presta especial atención a los gradientes ambientales que condicionan la distribución de las distintas formaciones (Whitaker, 1951; 1956, 1960, 1967; Curtis y McIntosh, 1951; Curtis, 1959; Bray y Curtis, 1957; McIntosh, 1967). Otras obras que han tenido gran repercusión en geobotánica son: Clements, 1961; Danserau, 1951, 1957; Küchler, 1949 y Gleason, 1929, 1939.

A este resumen presentado por Alcaraz (1999), habría que añadir la *escuela alemana*. En ella se enmarca la obra de Walter *Vegetation of the Earth* (1973), que recoge una clasificación fisionómica de las formaciones vegetales del Globo. Esta obra, por su carácter sintético y acertada clasificación de la vegetación española, sirve de marco de estudio en la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, de la ETSIM (UPM). Otros autores cuyas clasificaciones sirven de material de estudio en las asignaturas geobotánicas de otras universidades, son Birot, Ozenda, Elhaï, Emberger, Gounot y Godron (Gómez Manzaneque, 1992).

Por otro lado, por su actividad en relación con la Península Ibérica, destacan científicos tan notables como A.J. Cavanilles (1745-1804), M. Lagasca (1776-1839) y S. de Rojas Clemente (1777-1827). De entre ellos, Cavanilles se caracteriza entre otras cosas, por ser precursor de las teorías sobre el aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y el desarrollo sostenible. Otro autor español de notable producción literaria fue Emilio Huguet del Villar (1871-1951), destacado ecólogo que introdujo en España los conceptos de la escuela centroeuropea de fitosociológica, y al que se le considera fundador de la edafología en España, que publica en 1929 su obra *Geobotánica*, y que constituye un tratado clásico de fitogeografía (Morla, 1999).

En las enseñanzas de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes, la obra de H.M. Willkomm tuvo gran repercusión por la difusión que dio a sus trabajos Agustín Pascual, uno de los principales autores de los contenidos de las enseñanzas de esta Escuela (Gil & González-Doncel, 2009). También fueron de especial relevancia las consideradas como primeras obras fitogeográficas en el marco ibérico: memoria y mapa geobotánico de la Península Ibérica publicado en *Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation* (Willkomm, 1852), y su

publicación *Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel* (Willkomm, 1896).

La visión ecológica e integradora que caracterizó a las enseñanzas de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes desde su creación (Ruiz de la Torre, 1997), promovió que un elevado porcentaje de ingenieros formados en esta Escuela se dedicaran al estudio de varias ramas de las Ciencias Naturales. El “encanto apostólico” de los docentes Máximo Laguna y Villanueva (1826-1902), José Secall e Inda (1853-1918) y Luis Ceballos Fernández de Córdoba (1896-1967), tiene su reflejo en el incremento de los ingenieros de montes dedicados a la botánica (Madrigal, 1999).

El profesor de Botánica Juan Ruiz de la Torre, en su contribución al libro *150 años de aportaciones de los ingenieros de montes* (Madrigal, 1999), ofrece un extenso listado de ingenieros de montes que profundizaron en los estudios botánicos. De los trabajos botánicos que estos ingenieros nos legaron, destaca su carácter eminentemente práctico para el ejercicio de la profesión, como se observa en las obras que se destacan a continuación:

- *Manual de botánica aplicada a la agricultura y a la industria*, de Miguel Bosh y Juliá (1818-1879)
- *Flora forestal española*, de Máximo Laguna y Villanueva (1883, 1890)
- *El estudio micrográfico de las especies forestales españolas*, de Joaquín María de Castellarnau y de Lleopart (1848-1943)
- *Clave analítica para la determinación de las especies leñosas por medio de sus hojas*, de José Secall e Inda (1893)
- Las obras de Ezequiel González Vázquez: *Alimentación de la ganadería y los pastizales españoles* (1921); *Fitogeografía forestal* (1925); *Los bosques de la Península Ibérica* (1928)
- *Elementos de botánica*, de Manuel Martín Bolaños (1928)
- *Memoria y mapa forestal de la provincia de Lleida*, de Jaime Jordán de Urríes y Azaga (1954)
- Las numerosas publicaciones de Luis Ceballos y Fernández de Córdoba, entre las que destacan *Flora y Vegetación Forestal, con Mapa Forestal de las provincias de Cádiz* (1930) y *Málaga* (1933), el *Mapa forestal de España (1:400.000)* (1966), y la obra publicada junto con Juan Ruiz de la Torre *Árboles y Arbustos de la España peninsular* (1979)
- De Juan Ruiz de la Torre, junto a la anterior obra citada, destacan el *Mapa Forestal de España 1:200.000* (1990-2003) y *Flora Mayor* (2006)

Hay también que nombrar una obra de obligada referencia en geobotánica, en la que han sido partícipes profesores de la Unidad Docente de Botánica de la Escuela de Ingenieros de Montes: *Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica* (Costa et al. 1997).

Además de este listado, hemos de destacar la labor de profundización en el estudio de distintos taxones de no pocos ingenieros de montes: Sebastián Vidal y Soler (1842-1889), Antonio García Maceira (1847-1923), Carlos Vicioso (1886-1968), Manuel Martín Bolaños (1897-1970), Emilio Guinea (1907-1985), etc. Además, disponemos de un rico legado de personajes como Máximo Laguna, “padre de la botánica forestal

española" (1826-1902) y sus colaboradores (Pedro de Ávila, 1841-1924, y Justo Salinas, 1844-1890), Ricardo Codorníu y Stárico, "*apostol del árbol*" (1846-1923), Luís Ceballos (1896-1967), según palabras de Juan Ruiz de la Torre, "*profesor eximio y apóstol de la defensa de la Naturaleza*", el maestro de laboratorio de la Cátedra de Botánica de la ETSIM Antonio Rodríguez Aldama, y el Catedrático Juan Ruiz de la Torre. De este último profesor, que todavía contribuye en las enseñanzas de la asignatura "Botánica, dendrología y geobotánica" en la ETSIM de la UPM, Pedro Montserrat y Luis Villar escriben el siguiente comentario: "*Cabe reconocer a D. Juan Ruiz de la Torre su pasión por el árbol y los bosques, su esfuerzo cartográfico más su capacidad de analizar y sintetizar, pero, sobre todo, su entusiasmo al animar y formar personas o equipos por toda España*" (Montserrat y Villar, 2006).

DOCENCIA

SOBRE EL INGRESADO

Todos los menores de edad residentes en España están obligados a cursar la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). El Real Decreto 1631/2006 regula las enseñanzas mínimas correspondientes, y establece el carácter obligatorio de las asignaturas “Ciencias de la Naturaleza” en 1º y 2º de la ESO, “Biología y geología” en 3º de la ESO, y “Ciencias sociales, geografía e historia” de 1º a 4º de la ESO. Además, en el cuarto curso de la ESO, los alumnos tienen la opción de cursar la asignatura “Biología y geología”.

El Real Decreto 1467/2007 por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, establece tres líneas curriculares (Artes, Ciencias y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales), en las que la “Ciencias para el mundo contemporáneo” es materia común en primero. Esta materia no obstante está centrada en el desarrollo de habilidades de alto orden (reflexión y análisis de las ciencias para resolver problemas del mundo actual). Sin embargo, en la modalidad Ciencias y Tecnología el citado Real Decreto establece tres asignaturas en relación con los conocimientos básicos necesarios para el buen seguimiento de las carreras universitarias de Ingeniería de Montes y de Grado en Ingeniería Forestal (Biología, Biología y geología, y Ciencias de la Tierra y medioambientales) (figura 2).

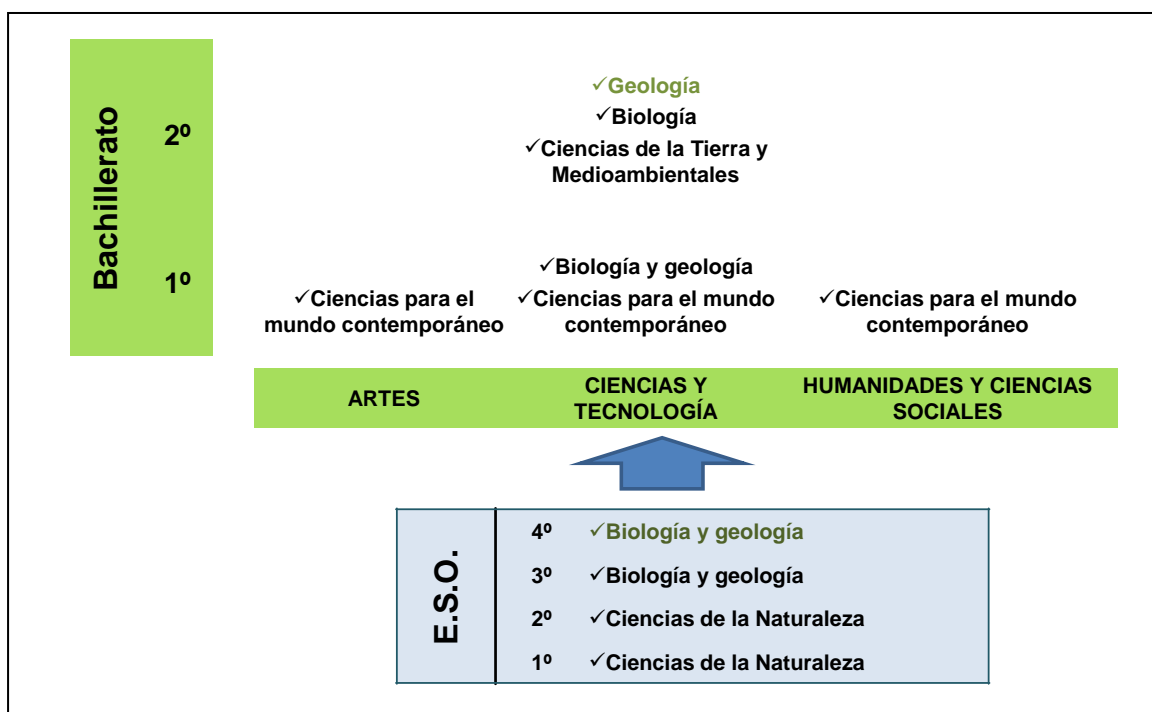


Figura 2. Esquema de las asignaturas de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, relacionadas con Ingeniería de Montes y Graduado en Ingeniería Forestal, Las asignaturas optativas figuran en verde (C.A.M., 2010).

De esta manera, y puesto que en los últimos años no se ha establecido nota de corte para la admisión de los alumnos pre-matriculados en las carreras señaladas por la Universidad Politécnica de Madrid, la casuística de los alumnos ingresados en dichas carreras en relación con los conocimientos básicos en ciencias naturales, es muy dispar. En el aula se juntarán dos tipos de alumnos. Por un lado estarán los que únicamente hayan cursado las asignaturas básicas obligatorias de la ESO (“Ciencias de la Naturaleza” y “Biología y Geología”), junto con la asignatura “Ciencias para el mundo contemporáneo” del Bachillerato. Por otro, estarán los que hayan cursado las asignaturas “Biología y Geología” de 4º de la ESO, y las correspondientes obligatorias de la opción *Ciencias y Tecnología* del Bachillerato (“Biología y geología” en 1º, y “Biología” y “Ciencias de la Tierra y mediambientales” en 2º).

Mientras que el primer grupo de alumnos únicamente habrá profundizado en el conocimiento de los seres vivos a nivel general (en relación con la genética, la célula paleontología, historia de la Tierra y la ecología), los alumnos que hayan cursado la asignatura “Biología y Geología” de primero Bachillerato, habrán estudiado la biología de las plantas, sus adaptaciones al medio, los principales grupos taxonómicos del reino vegetal, e incluso el manejo de tablas dicotómicas para su identificación (figura 2). Los alumnos que hayan cursado la asignatura optativa “Ciencias de la Tierra y Medioambientales”, poseerán además conocimientos avanzados sobre los ecosistemas terrestres y su gestión. En particular, sobre biomas terrestres, la sucesión de los ecosistemas, tipos de suelo y su reconocimiento, y hasta sobre ordenación del territorio (legislación básica, evaluación de impacto ambiental, planificación y protección de espacios naturales) (R.D. 1631/2006; R.D. 1467/2007).

Respecto al número de alumnos que, tras cursar los estudios de Bachillerato, ingresan en la Universidad, desde al menos el curso 1999-2000, se observa una tendencia decreciente (figura 3). Mientras que en el curso 2008-2009 el alumnado de Formación Profesional creció un 7,8% respecto al curso anterior, la matriculación en el 2007 (1,4 millones de alumnos) había descendido en la Universidad un 1,0% respecto al año anterior (INE, 2010). De ellos, durante los años 2000 y 2005, figuran más de 7000 matriculaciones anuales en los estudios conducentes a las titulaciones forestales, repartidos entre Ingeniería de Montes (más de 3000), e Ingeniería Técnica Forestal (más de 4000) (ANECA, 2005). Pero aquí también se observa una tendencia decreciente (figura 3), lo que probablemente tenga relación con la disminución de la demanda de los estudios universitarios en España.

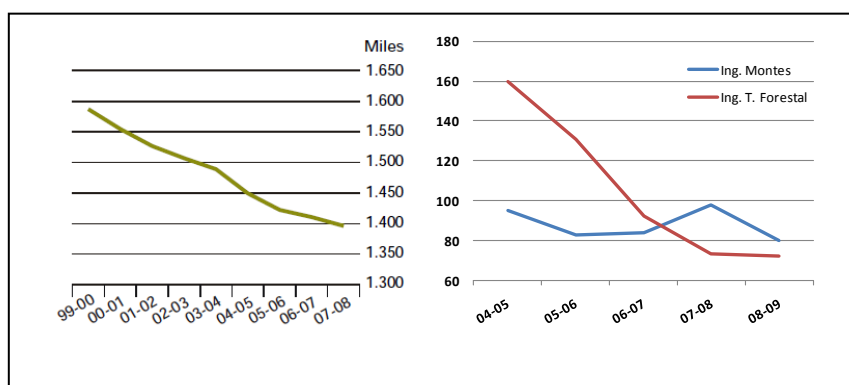


Figura 3. Izquierda: Alumnado matriculado en educación universitaria en España desde el curso académico 1999-2000 al 2007-2008 (INE, 2010). **derecha:** Alumnado matriculado en la UPM en las carreras de Ingeniería de Montes e Ingeniería

En la Ingeniería de Montes de la ETSIM (UPM), en los últimos cinco años, se observa una disminución de egresados preocupante (figura 4). Además, en el curso 2010-2011 únicamente figuran 42 alumnos matriculados en segundo curso. Sin embargo, el número de alumnos matriculados en el primer curso del Grado en Ingeniería Forestal de la UPM, en el curso académico 2010-2011, asciende a 247 (secretaría ETSIM-UPM). Entre las razones de este incremento, probablemente se encuentren la absorción de estudiantes de ingeniería forestal y la reducción del número de años para obtener una titulación universitaria. Hay que considerar, además, que la UPM es la única Universidad española cuyo Plan de Estudios de Ingeniería de Montes ascendía a seis años, sin que se ofrezcan titulaciones intermedias. Este hecho, probablemente ha supuesto un lastre para la UPM durante los últimos años en beneficio de otras universidades.

El interés social por los temas relacionados con la biodiversidad, el cambio climático, y el medio ambiente y su deterioro, pronostica una elevada demanda por los estudios forestales que se espera que la UPM absorba en gran medida. Reflejo de esta preocupación son las innumerables disposiciones legales, declaraciones, instituciones medioambientales y asociaciones no gubernamentales que centran su tarea en la protección y defensa del medio ambiente. En España, dicho interés, además, está sin duda relacionado con un elevado porcentaje de territorio forestal (51,93%), los grandes incendios que les afectan cada año (solo en el 2009 se produjeron más de 34 incendios de más de 500 ha incendiadas), y la elevada diversidad paisajística y biológica característica de nuestra excepcional posición geográfica. Este interés, unido a la reducción de los años de estudio necesarios para obtener una titulación universitaria, pronostica un elevado número de ingresados en las carreras forestales de la UPM.

SOBRE EL EGRESADO

Respecto a la situación de los Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales en el campo laboral, se observa una demanda real de estos profesionales para la gestión del medio natural en España. Las encuestas del Colegio de Ingeniero de Montes sobre la situación laboral de sus colegiados en el 2003, muestran que el tiempo medio para encontrar empleo fue menor de 5 meses. Igualmente indican que un 14,04 % trabajan en actividades no vinculadas a la carrera, y que sólo el 4% se encuentra en situación de desempleo (Colegio de Ingenieros de Montes, 2003). Sin embargo, las encuestas realizadas a los licenciados forestales en universidades españolas durante el periodo 2000-2005 (figura 1), reflejan que el 14,35 % se encontraba en situación de desempleo (ANECA, 2005).

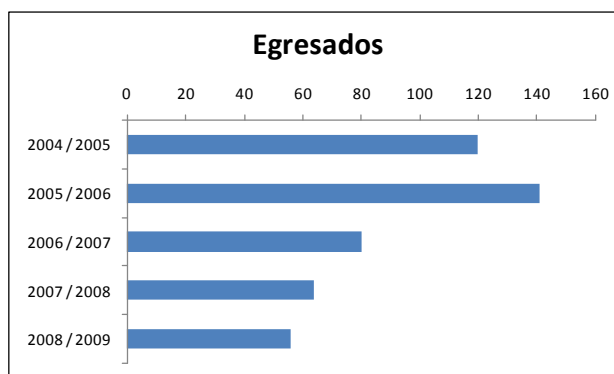


Figura 4. Número de egresados en la ETSIM de la universidad Politécnica de Madrid entre el 2004 y 2009 (UPM, 2010a).

En comparación con la tasa de paro de la población activa estos últimos datos no son alentadores, ya que entre el 2000 y el 2004 la tasa de empleo se encontraba entre el ~10% y el ~12% (INE, 2010). Esto parece indicar que la oferta de titulados forestales supera a la demanda en el campo laboral. Sin embargo, a raíz de la encuesta que realiza el Colegio a sus colegiados, donde sólo un 4% se encontraba es desempleo, parece que con el tiempo los titulados logran puestos de trabajo aunque sea en campos ajenos a la titulación forestal.

No obstante, el sector forestal es un sector económicamente importante, y más aún en España, donde únicamente el comercio de la madera, corcho, papel (junto con artes gráficas) representó en el año 2008 un 5,1 % del total de los 628.903 millones de euros netos movidos por la industria en España (INE, 2010). En la Unión Europea, por ejemplo, España representó en el 2002 el 4.3% de la producción de madera y el 5.5% de la de papel y cartón (ANECA, 2005).

De las actividades laborales correspondientes al campo forestal, podemos destacar que el 85,96% de los encuestados por el Colegio de Ingeniero de Montes en el 2003 se dedicaban a alguno de los siguientes campos profesionales:

- Consultoría
- Industrias Forestales
- Aprovechamientos Forestales
- Obra Civil en el Ámbito Forestal
- Ordenación de Montes
- Restauración Hidrológico-forestal
- Gestión Medioambiental
- Viveros
- Construcción con madera
- Docencia
- Gestión de Caza y/o Pesca
- Estudios de Impacto Ambiental
- Energías renovables
- Calidad Ambiental
- Jardinería y Paisajismo
- Cartografía
- Planificación y Política Forestal

Además de estas actividades, la Ley 43/2003 de Montes (BOE, 22.11.2003) establece una serie de obligaciones que afectan laboralmente a los profesionales con titulación forestal universitaria. Entre ellas, destaca la obligatoriedad de que los montes públicos tengan planes de ordenación y planes dasocráticos dirigidos y supervisados por estos profesionales. Además establece que las Administraciones públicas impulsarán técnica y económicamente la ordenación de todos los montes.

En relación con los perfiles profesionales de los empleados en la empresa privada del sector forestal, destacan los técnicos proyectistas y de obras, los cargos directivos y técnicos de calidad, de producción y de medioambiente (figura 5). Todos ellos requieren para el desarrollo de sus actividades de habilidades relacionadas con la capacidad de análisis, síntesis y evaluación. Éstas son capacidades de alto orden (Fowler, 2002) que hay que impulsar en el alumnado, junto con otras competencias transversales que se detectan deficientes en los actuales egresados de carreras forestales (comunicación oral y escrita, iniciativa y espíritu emprendedor, capacidad de gestión de la información, adaptación a nuevas situaciones y habilidades en las relaciones interpersonales) (ANECA, 2005).

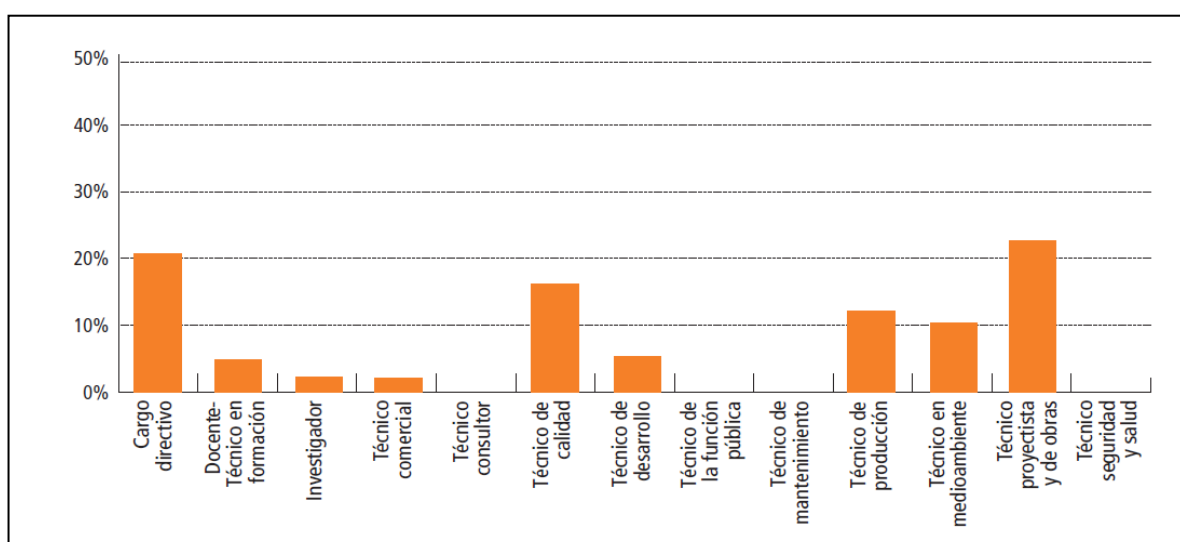


Figura 5. Distribución de los perfiles profesionales en el sector forestal (empresas de industria y gestión (ANECA, 2005)

Igualmente, la encuesta realizada a los empleadores del sector forestal (ANECA, 2005), muestra la demanda de competencias relacionadas con la gestión de impacto ambiental, y los conocimientos teóricos básicos en la gestión y control de la calidad. La formación en materias relacionadas con la botánica (flora, vegetación, corología, dinámica de poblaciones, etc.), tienen especial relevancia en el desarrollo de estas capacidades.

En base a estos estudios realizados por la ANECA sobre el *título de grado en ingenierías agrarias e ingenierías forestales* (2005), se establecen diez competencias profesionales en relación con las titulaciones del ámbito forestal de del medio natural

(tabla 1). En negrita se señalan algunos de los perfiles ocupacionales en los que las enseñanzas botánicas están involucradas en mayor medida.

COMPETENCIA PROFESIONAL	PERFIL OCUPACIONAL
1.- GESTIÓN SOSTENIBLE, PLANIFICACIÓN, PRODUCCIÓN Y CERTIFICACIÓN FORESTAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño y planificación de actividades selvícolas ✓ Diseño y planificación de actividades piscícolas ✓ Diseño y planificación del aprovechamiento de productos forestales ✓ Diseño y planificación del aprovechamiento de energías alternativas ✓ Ingeniería ambiental ✓ Diseño y planificación del uso social del área forestal ✓ Técnico en certificación forestal
2.- GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE. ACUICULTURA Y CAZA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño y planificación de actividades e instalaciones cinegéticas y piscícolas ✓ Dirección técnica de granjas cinegéticas ✓ Dirección técnica de piscifactorías ✓ Control y manejo de fauna silvestre
3.- REPOBLACIÓN FORESTAL Y RESTAURACIÓN DE SISTEMAS NATURALES DEGRADADOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño y planificación de repoblaciones forestales ✓ Diseño y planificación de restauración de ecosistemas naturales
4.- PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL Y BIOTECNOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dirección técnica de viveros forestales ✓ Gestión y manejo de la producción de semillas y plantas forestales ✓ Conservación y mejora de recursos fitogenéticos
5.- PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y DEL PAISAJE. PARQUES Y ÁREAS RECREATIVAS FORESTALES.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planificación y ordenación del territorio ✓ Diseño y planificación de parques y áreas recreativas forestales ✓ Diseño y planificación de paisaje forestal ✓ Selvicultura urbana ✓ Evaluación ambiental estratégica
6.- PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL. GESTIÓN DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis y control de la problemática torrencial y riesgos ambientales ✓ Gestión de espacios naturales protegidos ✓ Técnico en incendios forestales ✓ Control de plagas y enfermedades forestales
7.- INDUSTRIAS Y EMPRESAS FORESTALES.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ingeniería de la industria de la madera ✓ Ingeniería de la industria de la celulosa y papel ✓ Ingeniería de la industria de otros productos no maderables ✓ Dirección y organización de empresas forestales ✓ Xiloenergética
8.- CONSTRUCCIONES E INFRAESTRUCTURAS FORESTALES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño de construcciones forestales ✓ Diseño y planificación de vías forestales ✓ Diseño de planes de electrificación e instalaciones en el ámbito forestal
9.- PROYECTOS Y CONSULTORÍA.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboración de proyectos ✓ Dirección de obras ✓ Consultoría y asesoramiento técnico
10.- EVALUACIÓN DE SISTEMAS NATURALES Y RECURSOS FORESTALES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inventariación forestal y del medio natural ✓ Aplicación de la teledetección y SIG a la actividad forestal ✓ Estudios de impacto ambiental

Tabla 1. Competencias profesionales perfiles ocupacionales de las titulaciones de Ingeniero Forestal y del Medio Natural (ANECA, 2005). En negrita se señalan las que más relación tienen con la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”.

SOBRE LOS PLANES DE ESTUDIOS

Como hemos comentado anteriormente, las asignaturas asociadas a las plazas convocadas están enmarcadas en dos planes de estudios diferentes. La asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” se rige por el plan de estudios de 1974. En este Plan, además de especificarse las asignaturas correspondientes a la titulación de Ingeniero de Montes por la UPM, se incluye el programa de cada una de ellas detallando el temario a impartir en cada una de ellas. Es por tanto un plan cerrado que admite pocas modificaciones, al que además le queda poco tiempo de vigencia. En el caso de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, se imparte en la ETSIM (UPM) siguiendo el programa indicado, con algunas modificaciones relacionadas con la importancia que se le concede a cada grupo taxonómico, y la inclusión o exclusión de algún grupo taxonómico.

Este plan, así como la correspondiente titulación, están siendo sustituidos parcialmente por el plan UPM 2010 de Graduado en Ingeniería Forestal. Siguiendo la normativa indicada en el BOE 30.10.2007, actualmente no se ofertan plazas en la carrera de Ingeniero de Montes. Esta fase de sustitución culminará cuando finalicen sus estudios los alumnos de la primera promoción del Máster Universitario en Ingeniería de Montes (UPM, 2010b), ya que Grado y Máster sustituirán en su totalidad a la carrera de Ingeniería de Montes en la UPM.

Inherente a este cambio de planes de estudios, subyace la filosofía de transformación del sistema educativo expresada en la Conferencia de Ministros de Praga (2001). Dichas transformación se resume en: (1) aprendizaje continuo y a lo largo de la vida, (2) impulso a la participación de los estudiantes, y (3) promoción de la Educación Superior Europea en el mundo.

En la Convención de Instituciones Europeas de Educación Superior de Salamanca (2001), se adquirió el compromiso de crear un Espacio Europeo de Educación Superior antes del 2010, siguiendo los objetivos de la Declaración de Bolonia (1999) sobre la construcción del Espacio Europeo de Enseñanza Superior. El compromiso afectaba, entre otros, a los siguientes aspectos:

1. Adopción de un sistema basado en dos ciclos principales: grado y postgrado. El grado dará acceso al mercado de trabajo europeo.
2. Establecimiento de un sistema de créditos (ECTS) que promueva la movilidad de los estudiantes.
3. Promoción de la movilidad de estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo.
4. Cooperación europea en materia de consecución de calidad.
5. Promoción de la dimensión europea basada en programas de estudios, cooperación interinstitucional, programas de movilidad y programas integrados de formación e investigación.

Todos estos aspectos influyen de manera decisiva, no solo a la planificación de los estudios que conducen a la adquisición de las competencias profesionales de

Ingeniero Técnico Forestal e Ingeniero de Montes, sino también a la política de apoyo a la innovación docente de la UPM, a la internacionalización de sus estudios, a la movilidad y formación del docente y de los estudiantes, al aumento de la eficiencia de los recursos de la universidad, al apoyo del egresado en la incorporación al mundo laboral...etc. De acuerdo con estas tendencias, la UPM ha elaborado un Modelo Educativo a través de la cátedra UNESCO, donde se recogen hasta 53 programas con medidas específicas enfocadas a lograr en 5 años todos estos objetivos (<http://www.upm.es/modeloeducativo>).

Respecto al **sistema de los estudios universitarios en créditos**, éstos ya se introdujeron en España con la Ley de Reforma Universitaria de 1983. Si bien entonces se definía esta unidad por las horas de docencia, teórica o práctica, impartidas por los profesores. Sin embargo, en el llamado Proceso de Bolonia, se define el crédito europeo ECTS como:

“Unidad de trabajo del estudiante, que integra las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades dirigidas y el volumen de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos educativos”

(Real Decreto 1125/2003, BOE 18.09.2003)

Este real decreto, especifica que el crédito ECTS corresponde a entre 25 y 30 horas de trabajo del estudiante. Por otro lado, el Plan de Estudios del Graduado en Ingeniería Forestal lo fija en 27 horas, de las que, entre 6 a 14 horas, corresponden a horas presenciales (UPM, 2010a).

El real decreto 55/2005 (BOE 25.01.2005) que estructura y regula las enseñanzas universitarias de grado, establece que éstos se orientarán a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional, por lo que:

“debe proporcionar una formación universitaria en la que se integren las competencias genéricas básicas, las competencias transversales relacionadas con la formación integral de las personas, y las competencias más específicas que posibiliten una orientación profesional que permita a los titulados su integración en el mercado de trabajo”

En este aspecto, la UPM ha elaborado unas **competencias transversales** propias a incluir en todos los planes de estudios de esta Universidad, relacionadas con la adquisición de habilidades de comunicación en inglés, de trabajo en equipo, de desarrollo de la creatividad, de capacidades de organización y planificación, de gestión de la información, y de fomento de trabajo en contextos internacionales. Estas innovaciones afectan a la redacción de los objetivos, conocimientos, aptitudes y destrezas que deben adquirir los alumnos, en cada una de las materias que componen los planes de estudios.

En la UPM, la elaboración de las guías de asignatura que han de regir los estudios que conducen a la obtención de las correspondientes titulaciones, se encuentran reguladas por las Normas de Ordenación Académica para Planes de Estudio definidas en el RD 1393/2007. Dicha normativa concede especial atención a la evaluación del aprendizaje, que a su vez se encuentra regulada por la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación (Consejo de Gobierno del 22 de Julio de 2010). En todas ellas se recoge la decidida apuesta de la Universidad Politécnica de Madrid por los **sistemas de evaluación continua**, estableciendo que:

- La evaluación es un elemento significativo de la programación docente
- Deberá ser aprobada por el Consejo de Departamento que tenga asignada la docencia de la asignatura
- Debe ser utilizada para medir los resultados de aprendizaje de los alumnos
- Debe dar a conocer al estudiante la progresión de su aprendizaje
- Debe orientar la acción del profesor en la asignatura.

En concreto, la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación de la UPM establece:

En todas las asignaturas de las titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid se implantarán sistemas de evaluación continua. Tales sistemas contemplarán el establecimiento de un conjunto de pruebas y actividades de evaluación, que podrán incluir o no pruebas de evaluación globales al finalizar el periodo de docencia de las asignaturas, que estarán programadas a lo largo del periodo durante el que se desarrolle el proceso formativo vinculado a la asignatura y que deben permitir valorar el progreso de cada estudiante a lo largo de dicho periodo.

En resumen, estamos inmersos en un proceso de cambio en la docencia universitaria en todos sus aspectos, que en concreto afectan a las asignaturas relacionadas con la plaza convocada. De todos los cambios citados, por su impacto en la docencia relacionada con la plaza objeto de concurso, se pueden destacar los siguientes:

- *Creación de nuevas escuelas: la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes y la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal se unen en la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural*
- *Nuevas titulaciones y planes de estudio: Grado en Ingeniería Forestal y Máster en Ingeniería de Montes*
- *Estructura docente: el modelo educativo de la UPM impulsa la creación de grupos docentes para la innovación educativa*
- *Competencias: definición de nuevas competencias concretadas en los objetivos de las materias a impartir (competencias transversales)*
- *Métodos de enseñanza: apuesta por la enseñanza participativa (reducción de horas presenciales, promoción de métodos colaborativos de enseñanza)*
- *Evaluación: apuesta por los sistemas de evaluación continua*

SOBRE LA METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DOCENTES

El proceso de aprendizaje intelectual se puede definir como la adquisición y retención de conocimientos y hábitos de razonamiento y comportamiento, de tal modo que pueden ser aplicados con efectividad en un momento posterior (Herruzo Martínez, 1995). Aunque no existe un acuerdo generalizado sobre la teoría del aprendizaje, sí que existen unos puntos de coincidencia cuyo conocimiento es de gran utilidad en la planificación y organización de las actividades de enseñanza. Dichos acuerdos se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. *Limitación de la mente humana para asimilar información.* El alumno tiene una capacidad limitada para asimilar y retener información, por lo que hay que planificar los contenidos con moderación. Lo importante no es lo que el profesor abarca, sino lo que el alumno aprende (Herruzo Martínez, 1995).
2. *Nivel de conocimiento y experiencias que poseen los alumnos previamente.* Su conocimiento permitirá definir el punto de partida de los contenidos de la asignatura, evitando pérdidas de tiempo por repetición o presentar unos contenidos que los alumnos no puedan asimilar. También permitirá ajustar el lenguaje utilizado a su nivel de conocimientos. La terminología específica se podrá ir introduciendo paulatinamente.
3. *Motivación.* El interés que el alumno tenga por la asignatura determina la posibilidad de éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
4. *Organización.* Los alumnos que conocen desde el principio la organización, el contenido y su temporalización, aprenden más y mejor (Ausubel, 1990).
5. *Evaluación.* Constituye una herramienta fundamental en el aprendizaje, no solo para calificar al alumno, sino como técnica de interacción profesor-alumno y alumno-alumno, de motivación, de variación de estímulo, de autocontrol (tanto para alumnos como para profesores), y de práctica de habilidades de transmisión oral y escrita.
6. *Presentación de los contenidos.* La capacidad memorística visual es muy superior a la auditiva: el 83 % de lo que aprendemos nos llega por la vista, el 11% por el oído, y el resto por el olfato y el tacto (Rodríguez Diéguez, 1995). Por tal motivo conviene hacer uso de esquemas sencillos e imágenes que resuman los contenidos o conceptos. Siempre que sea posible, es conveniente presentar los contenidos sin intermediarios. A este respecto, destaca la importancia del aprendizaje experimental (prácticas de campo y laboratorio, visitas temáticas, intervención de expertos, etc.).

Si bien el llamado Proceso Bolonia afecta a todos los aspectos indicados anteriormente, el pilar fundamental en el que se basa es la participación activa del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La definición de crédito ECTS, las competencias transversales definidas por la UPM en los planes de estudio, las competencias generales que se establecen para los estudio universitarios en el Real Decreto 1393/2007 y en el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal por la

UPM (en el que se incluye un mínimo de 24 ECTS destinados a la formación en competencias transversales), así lo dejan explícito.

El concepto de profesor tradicional, cuya función se limita a transmitir a los alumnos sus conocimientos, siendo el alumno un receptor cuya tarea se limita a reproducir lo que el profesor transmite en las pruebas de evaluación, es sustituido por el profesor orientador. En la nueva corriente de enseñanza, el profesor es considerado como:

Un profesional que ayuda al alumno en el aprendizaje de una manera planificada, haciendo uso de diferentes herramientas de aprendizaje, además de sus conocimientos específicos de su asignatura, y de su conocimiento general del área de conocimiento y de su profesión.

En este modelo de enseñanza, las herramientas de aprendizaje no se limitan únicamente a la expositiva y la evaluación. Para cumplir con los requisitos impuestos por la nueva normativa (concretada en una serie de competencias transversales relacionadas con el autoaprendizaje, el desarrollo de la creatividad, la capacidad analítica, sintética y crítica, etc.), el profesor ha de hacer uso de distintas técnicas de trabajo en grupo e individuales, entre las que también se incluyen la técnica expositiva, la evaluación y la tutoría (Elliot, 2000; Nérici y Nervi, 1973).

A este respecto, según describe Ceballos (1966), las enseñanzas en la ETSI de Montes de la UPM fueron en su día muy participativas, siendo los alumnos los que comenzaban las clases exponiendo los temas indicados por el profesor en las sesiones anteriores. Por otro lado, también hay que destacar el elevado porcentaje de prácticas y viajes de campo que se han mantenido hasta la actualidad en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” del Plan de Estudios de Ingeniería de Montes de la UPM. Las prácticas de campo (entre cuyos defensores se encuentran desde el fundador de la Escuela Bernardo de la Torre y Rojas, José Secall e Inda, o el actual catedrático de la Unidad Docente de Botánica), son de especial importancia para la motivación del alumno, el aprendizaje mediante observación directa, y la transmisión de experiencias a través de la participación de expertos gestores del medio natural.

De acuerdo con el modelo de enseñanza-aprendizaje que caracteriza al Proceso de Bolonia, en el presente documento se propone la aplicación de distintos métodos y técnicas docentes, sobre los que a continuación se hace un breve resumen comentado.

Métodos docentes

La clasificación de los métodos de enseñanza propuesta por Nérici y Nervi (1973), ofrece la posibilidad de realizar un análisis desde varias perspectivas. Esto facilita la elección de una docencia adecuada a los condicionantes impuestos en cada momento.

Desde el punto de vista de la **forma de aproximación a los conocimientos**, los métodos docentes se clasifican en *dogmáticos* o *eurísticos*. El método dogmático es propio de la técnica de exposición tradicional en la que el docente hace de transmisor de la información sin incitar al alumno a la crítica, el razonamiento o la reflexión. Por el contrario, en el método eurístico, los alumnos encuentran por sí mismos los fundamentos lógicos que rigen los hechos o elementos presentados, dándoles la posibilidad de discordar en los aspectos fundamentales. Para que la educación universitaria sea efectiva, ninguno de los dos métodos llevados al extremo parece conveniente. Sin embargo, un mayor peso sobre el método eurístico facilitaría al estudiante la tarea de adquisición de habilidades transversales y de alto orden (análisis, síntesis, evaluación, comunicación, creatividad...). El Proceso Bolonia hace especial incidencia en este aspecto, impulsando la transformación un sistema de aprendizaje dogmático, hacia el eurístico.

Por otro lado, la información se puede presentar al alumno desde un punto de vista lógico (ordenado por antigüedad, por complejidad, por relaciones filogenéticas, etc.), o desde uno afectivo (proximidad al campo laboral o personal del alumno). Ambas posibilidades se corresponden con las metodologías *lógica* y *psicológica* respectivamente. En el caso concreto de las enseñanzas botánicas, la gran cantidad de información que deben asimilar los estudiantes, justifica el uso del método lógico. Sin embargo para crear al estudiante la indispensable motivación para su estudio, habremos de aproximarnos a su campo de interés. En este aspecto, a medida que tengamos en el aula estudiantes más jóvenes (o menos maduros y motivados), se tendrá que hacer mayor uso de las aproximaciones psicológicas. Esto hay que tenerlo especialmente en cuenta, en la asignatura “Botánica forestal”, que se ubica en el primer curso universitario.

En cuanto a la relación de la materia que se imparte con las materias de otras disciplinas, la docencia puede ser *globalizada* o *especializada* (aislada). A este respecto, la transversalidad de los contenidos es uno de los principios docentes que facilitan la asimilación de conceptos y estimulan el interés de los alumnos.

En cuanto a la **forma de presentar los conocimientos**, las metodologías docentes se pueden clasificar en *deductivas*, *analógicas* e *inductivas*, en función de la forma de razonamiento. La metodología deductiva consiste en presentar los principios lógicos u objetos ideales, para posteriormente particularizar en casos concretos. En las metodologías analógica e inductiva, en cambio, se presentan los casos particulares para que el alumno descubra por analogía el comportamiento de otro caso (método analógico), o el principio que rige a todos (metodología inductiva).

En la práctica, aunque la metodología deductiva promueve el pensamiento crítico (ej.: estudio de casos particulares a la luz de los principios generales), la metodología que más promueve la participación de los alumnos y el pensamiento analítico y sintético, es la inductiva. Esta metodología invita a la observación de los hechos y a alcanzar los principios lógicos que los caracterizan, lo que para el entendimiento de los ecosistemas naturales y su aprovechamiento constituye una herramienta fundamental. En efecto, cada monte tiene sus peculiaridades, y el forestal deberá observar y estudiar cada uno individualmente para poder actuar sobre ellos con objeto de alcanzar sus objetivos establecidos. Así queda expresamente reflejado en las competencias definidas en el perfil del graduado en Ingeniería Forestal (competencia nº 8: Capacidad de observación y generación de hipótesis) (UPM, 2010b).

Respecto a la metodología analógica, se presenta como la más adecuada para el aprendizaje de comportamientos personales, lo que bien expresa el dicho popular “predicar con el ejemplo”.

En cuanto a la **forma de concretización de la enseñanza**, las metodologías se clasifican en *intuitivas* o *simbólicas*, en función de si se transmiten los conocimientos mediante observación-experimentación o mediante el lenguaje simbólico (oral u escrito). Lo ideal sería que la enseñanza fuera intuitiva en la mayor medida de lo posible, lo que se ha intentado potenciar al máximo en las asignaturas “Botánica, dendrología y geobotánica” y “Botánica forestal”.

Las metodologías docentes, en relación con la rigidez del plan de estudios, se pueden catalogar como *rígidas*, *semirrígidas* u *ocasionales*. Una planificación basada en la motivación de cada momento para trabajar las habilidades que han de adquirir los alumnos (método ocasional), permitiría con dificultad abarcar el amplio temario característico de una asignatura universitaria. Sin embargo, no se debe desdeñar la posibilidad de aprovechar las eventuales motivaciones que expresen los estudiantes para incidir en los aspectos concretos relacionados con la asignatura.

Por último, en relación con la **participación de los alumnos en la docencia**, se pueden clasificar las metodologías docentes en *pasivas* o *activas*, e *individuales* o *colectivas*. A este respecto, ya se ha incidido anteriormente en la decidida apuesta de la UPM por las metodologías que estimulen la participación de los alumnos. Para estimular la participación, las técnicas de aprendizaje colectivo (técnicas colaborativas), dan muy buenos resultados. Sin embargo, no hay que olvidar que el aprendizaje es en última instancia un proceso de asimilación de conocimientos y adquisición de habilidades en el que se requiere un gran esfuerzo de trabajo y estudio individual.

En relación con la dedicación al alumno, la docencia a grupos de alumnos superiores a 30-35, disminuye mucho en calidad (Nérci y Nervi, 1973). La atención personal es fundamental para una educación de calidad, que centrada en el alumno medio, propone y orienta actividades docentes de nivelación (previa al comienzo del curso), de recuperación (alumnos por debajo de la media) y de proacción (alumnos por encima de la media).

La técnica expositiva

Existe una gran cantidad de técnicas (individuales o de grupo), de las que el profesor puede sacar provecho para lograr alcanzar los objetivos de aprendizaje. De entre todas ellas, la más utilizada es sin duda la expositiva. Aunque esta técnica es muy apropiada para grandes grupos, permitiendo un aprovechamiento muy intenso del tiempo, también es cierto que su excesivo uso ni motiva al alumnado ni estimula la adquisición de habilidades de alto orden (análisis, síntesis, análisis, evaluación, comunicación, creatividad...) (Sánchez Núñez, 2010). Entre las ventajas de esta técnica, destacan:

- Posibilita la presentación del material en poco tiempo a un gran número de alumnos
- Ayuda a que el alumno se enfrente a contenidos complejos, facilitando la información mediante explicaciones claras y estructuradas
- Motiva a los alumnos fomentando la reflexión ante una buena exposición
- Permite integrar un conjunto de actividades que facilitan el aprendizaje

Sin embargo, esta técnica tiene unos inconvenientes que hay que tener en cuenta, sobre todo si se abusa de ella:

- Fomenta la pasividad de los alumnos
- No existe control de lo aprendido
- Sólo permite que el alumno conozca, y a veces comprenda, lo transmitido
- Existe escasa relación alumno-profesor
- Reduce las fuentes de información a lo transmitido por el profesor
- Su efectividad está muy condicionada por el grado de atención del alumno

Estos inconvenientes se pueden paliar intercalando otro tipo de actividades de aprendizaje (individuales o grupales) a lo largo de la exposición, así como planificando actividades no presenciales.

Para que esta técnica sea efectiva, el profesor habrá de tener en cuenta aspectos relativos a la organización y preparación de la exposición. Además, también habrá de desarrollar una serie de habilidades y comportamientos específicos.

→ Preparación del contenido

El alumno construye sobre los conocimientos ya adquiridos, por lo que una buena organización previa favorece el aprendizaje. En relación con la preparación, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos que favorecen la efectividad de la exposición (Sánchez Núñez, 2010):

- Partir de los centros de interés del estudiante
- Adecuar sus contenidos a las características del alumno
- Fijar claramente lo importante

- Relacionar los contenidos con los conocimientos previos (de la misma disciplina u otras del Plan de Estudio)
- Estructurar los contenidos avanzando de los casos particulares a las reglas generales
- Complementar esta técnica con otras técnicas de enseñanza
- Presentar el contenido coordinadamente con las actividades de aprendizaje que los alumnos han de realizar
- Tener en cuenta el acondicionamiento del aula (luminosidad, acústica, visibilidad, mobiliario, ventilación, temperatura, etc.), y los recursos didácticos disponibles (pizarra, proyector, retroproyector, etc.)

→ Habilidades del profesor

Durante la exposición, el profesor tiene que poner en práctica una serie de habilidades, entre las que destaca el cuidado de los aspectos formales, la variación de estímulos, el fomento de la participación, la reflexión y las actividades de repaso, y el control de la comprensión. Estos aspectos se pueden concretar en (Sánchez Núñez, 2010):

- Respeto a los alumnos y autocontrol
- Naturalidad y seguridad en la comunicación
- Vocalización clara
- Lenguaje adecuado al nivel de los alumnos
- Variaciones en los gestos, desplazamientos y volumen de voz (sin dañar las cuerdas vocales y cuidando que todos los alumnos puedan oír las explicaciones sin gritar)
- Ritmo adecuado a la capacidad de asimilación de los alumnos
- Utilizar imágenes y ejemplos
- Destacar lo esencial mediante resúmenes, repeticiones o focalizaciones
- Utilizar técnicas para estimular la participación y el control de la comprensión
- Dedicar un espacio de tiempo para introducir y concluir el tema

La técnica de la pregunta

Esta técnica también ha sido un recurso tradicionalmente muy utilizado, ya que favorece la interacción con el alumno, e informa del grado de aprendizaje del alumno. Bien enfocada y adecuadamente utilizada, sobre todo en combinación con otro tipo de actividades, la técnica de la pregunta ofrece grandes posibilidades (Sánchez Núñez, 2010):

- Motivación de los estudiantes (suscitando curiosidad e interés por un tema)
- Diagnóstico y verificación del nivel de conocimiento de los alumnos y su grado de asimilación
- Favorece la participación de los alumnos en clase
- Variación de estímulos (facilita la atención del alumno)
- Promueve la reflexión

- Orientación y fijación de conocimientos (aclarar dudas, dirigir aprendizaje, integrar y retener conocimientos)
- Ejercitación de la comunicación oral del estudiante
- Corrección de actuaciones negativas y falta de atención
- Autoestima de los propios estudiantes al verificar el aumento en su grado de conocimiento

No obstante, para poder sacar provecho de estas posibilidades, el profesor ha de crear un clima de confianza en la clase, debe tener una estrategia de utilización de esta técnica para saber cuándo ha de utilizarla, y debe estimular la participación. Explicar la importancia de la técnica de la pregunta en concreto, alternar preguntas colectivas con preguntas individuales, alternar preguntas escritas con orales, reformular la pregunta, redirigirla o hacer uso de técnicas alternativas (tormenta de ideas, mapas conceptuales, cuchicheo, Phillips 66...etc), son recursos que favorecen la participación. También tiene especial relevancia, dejar un tiempo de reflexión al alumno, sin adelantarse a su respuesta.

Conviene planificar preguntas de introducción al tema, preguntas de desarrollo y preguntas de conclusión. Mientras que las primeras estarán enfocadas principalmente en la motivación y el repaso de temas anteriores, las segundas sirven generalmente para mantener el interés, comprobar el seguimiento, fomentar la reflexión, detectar dudas y aclararlas, fijar conocimientos e introducir otras actividades. Al final de la exposición, las preguntas estarán orientadas al repaso, la recapitulación y la reflexión, o servirán como herramienta de evaluación y motivación de las siguientes actividades de aprendizaje programadas.

Técnicas de trabajo en grupo

Tanto la técnica expositiva como la de la pregunta se pueden combinar con otras técnicas de trabajo en grupo para estimular la atención, fijar conocimientos, y desarrollar habilidades transversales y de alto nivel. De entre las numerosas técnicas de las que se dispone, a continuación repasamos algunas apropiadas para la docencia de las asignaturas asociadas a la plaza convocada.

La tormenta de ideas, donde el profesor o un alumno voluntario escribe en la pizarra las ideas relacionadas con una pregunta, además de ayudar a dar una visión general de los aspectos relacionados con el tema, constituye una técnica efectiva para animar a los alumnos a participar. En esta técnica hay que aceptar todas las ideas que los alumnos propongan. Terminada la fase de propuestas, con la participación activa de los alumnos que las hayan propuesto, se irán analizando una por una. Esta técnica, combinada con otras de pequeños grupos (cuchicheo, bola de nieve, Phillips 66, etc.), constituye una herramienta con enorme potencial.

En la técnica del cuchicheo, el profesor anima a comentar por parejas un aspecto recién explicado o a responder una pregunta recién formulada, en un par de minutos. Esta técnica, además de aumentar la atención posterior, estimula al estudiante a formular sus dudas. Sin embargo, con un número elevado de alumnos, es difícil recoger las valoraciones de todos los grupos. Tal técnica de la bola de nieve constituye una alternativa en estos casos. Ésta consiste en, tras el par de minutos de

cuchicheo, juntar a dos grupos para que comenten entre sí los aspectos indicados y lleguen a un consenso. Sucesivamente se pueden ir haciendo grupos más grandes para ir reduciendo las unidades grupales.

En la llamada técnica Phillips 66, se hacen grupos de seis alumnos que elegirán un coordinador-portavoz y un secretario, para en un corto espacio de tiempo llegar a unas conclusiones sobre los aspectos definidos por el profesor. En esta técnica cada alumno tiene un minuto para exponer ante el grupo sus opiniones. Posteriormente, el secretario resumirá los comentarios comunes. Oído el secretario, el grupo, coordinado por su coordinador-portavoz, discutirá sobre los comentarios dudosos para llegar a un consenso. La técnica finaliza dando la palabra a cada portavoz para que expongan las respectivas conclusiones ante la clase. Esta técnica, aunque requiere de unos 15 minutos para su desarrollo, es especialmente útil para evaluar los conocimientos que poseen los alumnos sobre un tema determinado.

Otras técnicas con gran potencial que inciden sobre la habilidad de trabajar en grupo, sobre la capacidad de análisis crítico, de síntesis, y de comunicación oral, son el puzle y el simposio.

En la *técnica del puzle*, los alumnos se dividen en grupos de expertos que trabajan en un corto tiempo aspectos diferentes (un aspecto por cada grupo de expertos). Posteriormente, expertos de cada tema se juntan para formar grupos definitivos que pondrán en común los aspectos aprendidos, o abordarán un *estudio de caso* planteado por el profesor (problema práctico). En esta técnica hay que dejar tiempo en clase para la lectura individual, para la discusión en los grupos de expertos, y tiempo para que los expertos expongan sus resúmenes al resto de componentes en los grupos definitivos.

El *simposio*, es una técnica más apropiada para abordar temas complejos, haciendo uso de la bibliografía o recursos de búsqueda facilitados por el profesor. Se divide el tema a tratar por unidades simples, de tal manera que los alumnos puedan tratarlas sin dificultades de forma no presencial. Posteriormente, los alumnos expondrán a sus compañeros de grupo lo que hayan aprendido para que en común vayan construyendo su propio conocimiento. Esta técnica, además de involucrar al estudiante en el proceso de enseñanza, estimula el uso de tecnologías de comunicación y el uso de otras fuentes de información. Por tanto, incide en la capacidad de lectura crítica, de análisis y de síntesis.

El estudio dirigido

Esta técnica individual (aunque se pueden realizar variantes grupales), consiste en guiar al alumno mediante un documento escrito (en papel o a través de la Web), en la realización de una tarea concreta. En el documento, los objetivos han de estar bien definidos, al igual que las actividades a realizar, su temporalización, y los criterios de evaluación. Esta técnica es de especial relevancia para el entrenamiento en el aprendizaje autónomo, uno de las líneas que persigue el Proceso Bolonia (BOE, 30.10.2007). Además, es muy adecuada para grandes grupos, para la nivelación de conocimientos (recuperación), y para plantear actividades de proacción (alumnos excelentes).

RECURSOS DIDÁCTICOS

Equipo docente

La docencia de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, está asignada al Departamento de Silvopascicultura de la UPM. Anualmente se aprueba el plan docente del Departamento, en el que secularmente se encarga la impartición de dicha asignatura, al personal docente de la Unidad Docente de Botánica de la ETSI de Montes (que como todas las unidades docentes, carecen de reconocimiento legal).

En el caso de la asignatura “Botánica forestal”, aunque su docencia no ha sido asignada a ningún departamento por ausencia de estructura en la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural, el Departamento de Silvopascicultura ha sido el único que ha propuesto la ficha y guía docente para su impartición. En dicha ficha, al igual que en el caso de la asignatura anterior, la docencia recae también sobre el personal docente de la Unidad Docente de Botánica de la ETSI de Montes.

El personal involucrado en la docencia de dicha Unidad, está constituido por un catedrático, un profesor titular de universidad, un profesor interino, un ayudante doctor, un profesor asociado 3+3, dos laborales y un becario FPI (UPM). Para la necesaria coordinación de las labores docentes de estas dos asignaturas, es de utilidad establecer reuniones periódicas. En ellas se han de tratar los asuntos organizativos más relevantes (prácticas, excursiones, exámenes, etc.) y resolver los problemas surgidos o aspectos a destacar en el transcurso del curso lectivo. Este tipo de coordinación es de especial relevancia en la actualidad, dada la dificultad adicional que representa la implantación del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal, con 247 estudiantes divididos en tres grupos, dos de los cuales tienen el mismo horario.

Con objeto de optimizar el tiempo que los profesores dedican a la docencia, es de utilidad asignar a los profesores la impartición de determinados temas que han de impartir en todos los grupos. Esta estrategia presenta, además, la ventaja de que todos los alumnos reciben la misma docencia. Sin embargo, presenta la desventaja de que los profesores tienen una relación intermitente con los alumnos, por lo que ésta se desvirtúa. Igualmente, este tipo de organización condiciona a una programación excesivamente rígida (se desaprovechan las oportunidades de motivaciones del momento), lo que se puede solventar en parte asignando la impartición de módulos completos. Por otro lado, la libertad de enseñanza del profesor queda condicionada al consenso del personal docente: para que el alumno reciba una enseñanza organizada, todos los profesores han de estar de acuerdo con la técnica de enseñanza aplicada, especialmente en lo que concierne a la evaluación. También, los profesores han de estar al tanto de las particularidades de cada grupo, lo que complica al extremo la coordinación y hace aún más necesarias, una detallada programación docente y las citadas reuniones de coordinación. No obstante, dada la elevada presión que ejerce la sociedad sobre el profesorado universitario (docencia, investigación, transferencia y gestión) (ANECA, 2008), se considera ésta la modalidad organizativa más eficaz.

Adicionalmente a la coordinación entre el personal de la Unidad Docente de Botánica, conviene estar informados de los programas que se imparten en otras asignaturas. Esto favorece la adecuación de los contenidos a los conocimientos previos de los alumnos, y la transversalidad entre las distintas asignaturas. Para el caso del Grado en Ingeniería Forestal, las distintas Comisiones Académicas de Coordinación de los respectivos cursos reguladas por la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación (UPM, 2010c), tienen asignada dicha función. Estas Comisiones pueden

servir en el futuro, además, para establecer actividades de aprendizaje comunes entre varias asignaturas.

Para el caso de la carrera de Ingeniería de Montes, al no existir organismo en el que recaiga la función coordinadora (recae en el Subdirector de Estudios de la ETSI de Montes), son los profesores de las distintas asignaturas los que han de preocuparse por dichos aspectos. No obstante, dada la larga trayectoria de esta titulación, los posibles solapes entre asignaturas ya están contemplados desde hace años en los contenidos de las mismas (refiriéndonos especialmente a “Anatomía y fisiología vegetal” de segundo curso, y las asignaturas de tercer curso “Meteorología y ecología vegetal” y “Botánica, dendrología y geobotánica”).

Por último, hay que destacar la importancia de las encuestas que realizan los alumnos sobre las asignaturas y el personal docente que las imparte. Éstas sirven de mecanismo de control personal de la actividad docente, y de verificación del alcance de los objetivos de la asignatura. Hacen llegar al profesor los aspectos más positivos y más negativos en relación con su docencia, lo que le puede ayudar a mejorar su actividad. Igualmente informan sobre las deficiencias y fortalezas de cada asignatura. Por otro lado, independientemente de estas encuestas, conviene ser receptivo a las críticas realizadas por los alumnos, y si se consideran de importancia, proceder a encuestar anónimamente a los estudiantes para valorar la posible modificación de los aspectos comentados.

Infraestructuras

Además del contenido planificado en el programa de la asignatura, de la metodología y técnicas utilizadas, y del equipo docente, hay otro conjunto de factores que influyen decisivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En primer lugar, influye el acondicionamiento de la localidad donde se imparten las enseñanzas. Respecto a las condiciones del aula, es fundamental que el alumno se encuentre cómodo. Esto concierne tanto al dimensionado del aula, al número de alumnos de cada grupo, como a las condiciones ambientales del espacio (temperatura, luminosidad y acústica).

Respecto al mobiliario, aparte de su comodidad, hay que destacar la importancia de que las sillas y las mesas no estén ancladas al suelo, lo cual dificulta enormemente las actividades grupales. Este hecho, es especialmente relevante en las prácticas de laboratorio, donde han de disponerse varios juegos de entre ocho y quince pliegos, por los que los alumnos deberán desplazarse para estudiarlos con detenimiento. Para este tipo de prácticas, es aconsejable disponer de mesas y taburetes más altos de lo normal, para que los alumnos no hayan de agacharse constantemente para observar los pliegos (o levantar continuamente los especímenes, lo que provoca su rápido deterioro). En estas prácticas, además, hay que disponer de lupas suficientes para estudiar los caracteres morfológicos difíciles de observar a simple vista.

En tercer lugar, las aulas deberán disponer de los medios necesarios para impartir la clase con normalidad. Es conveniente que las clases dispongan, al menos, de tarima, pantalla, proyector, retroproyector y pizarra. La tarima es de especial importancia cuando hay un elevado número de alumnos, si bien, no debe constituir un obstáculo que distancie al profesor. Para evitarlo, es conveniente que éste tenga acceso a todo el espacio del aula y se desplace sin exageraciones por ellos. La disposición del mobiliario no debe impedir estos desplazamientos.

La pantalla debe situarse en una posición tal que todos los alumnos puedan visualizarla, y que no dificulte la utilización de otros recursos. Este aspecto es relevante, puesto que generalmente la pantalla oculta parte del encerado, cuestión que debería evitarse. Además, sería deseable que el profesor pudiera utilizar simultáneamente el proyector y el retroproyector, para lo que disponer de pantallas móviles para estos casos es de gran ayuda. Se deben evitar las superficies brillantes, puesto que cansan al alumnado, y la iluminación delantera del aula debe ser independiente.

Otro elemento que cada vez está adquiriendo mayor importancia en la enseñanza, es la posibilidad de conectarse a la web en el aula. La conexión a la plataforma Moodle, las consultas en bases de datos, el acceso a programas en red, el acceso a páginas web o a archivos audiovisuales, etc., son recursos con gran potencial.

Adicionalmente, como complemento a las enseñanzas en el aula, existe una serie de arboretos, parques y jardines botánicos próximos a la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural, de los que los profesores y alumnos pueden sacar buen provecho.

A continuación se destacan los que actualmente sirven de apoyo en las enseñanzas de la Unidad Docente de Botánica de la ETSIM.

- *Arboreto de Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural*: diseñado en 1941 por Luis Ceballos, alojan más de 400 plantas vasculares.
- *Real Jardín Botánico Alfonso XIII*: situado en la Universidad Complutense de Madrid, y abierto al público en 2001. Destaca su colección de gimnospermas, plantas medicinales, y vegetación de ribera.
- *Real Jardín Botánico de Madrid*: Creado por Fernando VI en 1755 y posteriormente trasladado al paseo del prado por Carlos III. Destacan sus tres terrazas y dos invernaderos (o estufas). La primera de las terrazas está dedicada a plantas ornamentales, medicinales, aromáticas hortícolas y frutales. La segunda muestra la colección taxonómica de plantas ordenadas filogenéticamente por familias, y la tercera, más elevada, muestra una gran variedad de árboles y arbustos sin orden aparente. La estufa más antigua (invernadero Graells, del siglo XIX), se pueden observar plantas tropicales, acuáticas y helechos (entre los que destacan los arbustivos). Junto a la anterior, se encuentra un invernadero dividido en tres localidades, que alberga plantas de los biomas tropical, subtropical y desértico.
- *Jardín Tropical de la Estación de Atocha*: Jardín que alberga más de 500 especies tropicales.

Además de éstos, se puede hacer uso de los parques y jardines circundantes como la Dehesa de la Villa, El Parque del Oeste, y aunque peor comunicado, del Jardín Mediterráneo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (UPM), que alberga una excelente colección de plantas forestales agrupadas por ecosistemas.

Herbario

La Unidad Docente de Botánica dispone de dos herbarios, de cuyo cuidado se encargan actualmente los laborales Paloma Gil Borrel y Juan Manuel Rubiales Jiménez. La primera se encarga de la conservación y cuidado del herbario oficial EMMA, que alberga con fines científicos unos 40.000 pliegos de 5.000 especies principalmente leñosas de la Península Ibérica y Macaronesia. Juan Manuel Rubiales se encarga del mantenimiento del herbario utilizado en prácticas de laboratorio, con más de 5000 pliegos.

En el herbario de prácticas, existen diferentes pliegos de las plantas de mayor interés forestal, ornamental y paisajístico de la Península Ibérica. Además, existen a disposición de los alumnos, varios juegos plastificados de las plantas de obligado reconocimiento de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”.

Recursos web

En este apartado destacamos algunos de los recursos web de los que disponen los alumnos para reforzar algunos aspectos a lo largo del curso, o que facilitan información útil para la realización de estudios de la vegetación. Entre los recursos que pueden hacer uso los alumnos, podemos destacar las páginas de la Unidad Docente de Botánica dedicadas al seguimiento de la asignatura, y los herbarios virtuales.

Aulas virtuales de asignatura (plataforma Moodle-UPM)

Página de acceso restringido con enorme potencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este recurso, además de para poner a disposición de los alumnos los apuntes y las presentaciones utilizadas, se puede utilizar para ofertar actividades de nivelación y proacción (a través de links, enlaces a documentos elaborados o seleccionados, ejercicios prácticos, foros o tutorías personalizadas).

Además, ofrece la posibilidad de realizar actividades de autoevaluación que informen al alumno de su progreso del alumno, que pueden ser tenidas en cuenta por el profesor. Igualmente es de enorme valía como medio de comunicación profesor-alumno, a través de los foros de noticias (para comunicar detalles de excursiones, las notas, variaciones del programa, etc.), y los foros de discusión que persiguen la participación de los alumnos para tratar temas de actualidad, o de especial relevancia.

✚ <http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/>

Unidad Docente de Botánica ETSI de Montes UPM

Página de libre acceso con información general sobre las asignaturas de la Unidad, y enlaces a distintos recursos (glosario botánico, herbario virtual...).

✚ http://www2.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/botanica/mont_01.html

Herbarios virtuales

Herbario virtual de la Unidad Docente de Botánica (UPM)

Incluye fotos a distinto nivel de detalle de todas las plantas de obligado reconocimiento de la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, con una aplicación 'test de conocimientos'.

✚ http://www2.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/botanica/Reconocimiento_bot/e-PLANTAS.HTM:

Herbario virtual de la Universidad de León

Página muy estructurada, que incluye numerosas especies entre las que se encuentran todas las plantas de obligado reconocimiento de la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica.

✚ <http://www3.unileon.es/personal/wwdbvcac/EI%20Herbario.htm>

Herbario Virtual del Mediterráneo Occidental de la Universidad de las Islas Baleares

Incluye un excelente glosario botánico la descripción y fotografías de 2252 especies de plantas vasculares de la cuenca del Mediterráneo Occidental.

✚ <http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/index.html>

Consulta de especies vegetales y grupos (U.D. de Botánica, Universidad de Alicante)

Herbario virtual incompleto pero con una estructura muy visual que puede ayudar a retener la diversidad de grupos vegetales.

✚ <http://www.herbariovirtual.ua.es/consultas.htm>


Biblioteca virtual

Recursos de búsqueda


Biblioteca digital del Real Jardín Botánico

 <http://bibdigital.rjb.csic.es/>

Archivo digital de la UPM

 <http://oa.upm.es/>


Repositorio digital CSIC

 <http://digital.csic.es/>


Base de datos de Tesis Doctorales leídas en España

<https://www.educacion.es/teseo>


Web of Knowledge (Thomson Scientific / ISI Web Services)

 <http://www.accesowok.fecyt.es>


Wikipedia: La enciclopedia libre

 <http://es.wikipedia.org/>

Red de bibliotecas universitarias

 <http://www.rebiun.org/>

Google Scholar

 <http://scholar.google.es>

SCIRUS

 <http://www.scirus.com>

Sistemática

Sistema de información sobre las plantas de España (CSIC)

Incluye las distintas denominaciones de las plantas españolas, descripciones, fotografías, dibujos y localización de lugares de recolección de pliegos de distintos herbarios y colecciones de plantas

 <http://www.anthos.es/>

Nodo Nacional de Información en Biodiversidad

Incluye información muy amplia en relación con la nomenclatura, clasificación y distribución de taxones de los seres vivos a nivel mundial.

 <http://www.gbif.es/>

Código Internacional de Nomenclatura Botánica

Principios, reglas y recomendaciones de la nomenclatura botánica. Incluye un glosario de terminología en lengua inglesa.

 <http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm>

Flora

Flora Ibérica

Proyecto nacido en 1980 con objeto de actualizar los conocimientos sobre las plantas vasculares ibéricas y de las Islas Baleares.

La obra, cuya finalización se estima que concluya dentro de unos diez años, está disponible en formato de libro y electrónico (en CD-ROM y en la web). La información

de los taxones que han sido concluidos abarca, desde los caracteres morfológicos que facilitan su identificación, hasta su número cromosómico. Los aspectos nomenclaturales, corológicos, periodos de floración, dibujos originales o referencias a otros publicados, las condiciones ecológicas donde habitan...etc.

✚ <http://www.floraiberica.org/>

Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada

Nacida de la Lista Roja de la Flora Vascular Española, iniciativa de un amplio colectivo de botánicos para poner al día el conocimiento sobre el estado de conservación de la flora española, esta publicación recoge en forma de fichas la información disponible sobre las plantas vasculares amenazadas en España.

✚ http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/flora_vascular/index.htm

Flora catalana

Proyecto iniciativa de particulares que recoge información botánica, fotográfica y sobre los usos de las plantas vasculares de Cataluña nororiental.

✚ <http://www.floracatalana.net/>

InvasIBER

Base de datos de las principales especies invasoras en la península ibérica, que recoge aspectos legales, de gestión y divulgación de la problemática de las especies invasoras. Web del proyecto InvasIBER sobre la introducción de especies exóticas en España, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Grupo Especialista en Invasiones Biológicas de León.

✚ <http://www.invasiber.org/>

Banco de Datos de la Biodiversidad de Cataluña

Recopilación de toda la información (Biología, distribución, ecología...etc) sobre de las especies que se hallan en el territorio catalán.

✚ <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>

Atlas de la flora de Aragón

Página web del Instituto Pirenaico de Ecología del CSIC, donde se ofrece la información sobre ecología, distribución, morfología...etc, de las plantas de Aragón

✚ <http://www.ipe.csic.es/floragon/index.php>

Banco de datos de la Biodiversidad de la Comunidad Valenciana

Incluye un listado con imágenes, e información corológica, ecológica, descriptiva, de grados de amenaza, de protección legal...etc, de las plantas de la Comunidad Valenciana

✚ <http://bdb.cma.gva.es>

Banco de dato de la Biodiversidad de las Islas Canarias

Incluye el banco de datos y catálogo de especies amenazadas y de ecosistemas de las Islas

✚ <http://www.gobiernodecanarias.org/cmayerot/medioambiente/medionatural/biodiversidad/especies/index.html>

SIVIM: Sistema de Información de la Vegetación Ibérica y Macaronésica

Base de datos de flora y vegetación que recoge la información bibliográfica de 58.673 inventarios de vegetación de la península Ibérica, Islas Baleares y territorios limítrofes

<http://www.sivim.info/sivi/>

Geobotánica

Worldwide Bioclimatic Classification System (Phytosociological Research Center)

Acceso a los mapas biogeográficos de Europa (Rivas-Martínez et al, 2004), y a los datos de una extensa red de estaciones del Mundo.

<http://www.globalbioclimatics.org/>

Atlas Climático Digital de la Península Ibérica

Acceso al servidor de mapas climáticos de temperatura media (mínimas, medias y máximas), precipitación y radiación solar peninsular, del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología (Unidad de Botánica) y del Departamento de Geografía (Universidad Autónoma de Barcelona).

<http://opengis.uab.es/wms/iberia/index.htm>

Worldclim

Acceso a numerosas variables climáticas con cobertura global, para la actualidad, el pasado y el futuro.

<http://www.worldclim.org/>

Paleoclimate Modelling Intercomparison Project

Acceso a numerosos modelos, entre los que se incluyen mapas de vegetación y de variables climáticas a escala global.

<http://pmip.lsce.ipsl.fr/>

European forest genetic resources programme

Incluye mapas de distribución de 34 especies arbóreas comunes en las formaciones vegetales de Europa.

<http://www.euforgen.org>

Otros recursos

Index Herbariorum

Directorio de todos los herbarios del Mundo y su personal asociado.

<http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

Con enlaces a datos sobre conservación de especies amenazadas, Red Natura 2000, legislación y convenios ambientales, bancos de datos de la biodiversidad, inventarios nacionales, información oficial sobre legislación...etc.

<http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/>

Jolube Consultoría Ambiental

Con enlaces a distintas páginas de interés botánico (atlas botánicos, bancos de datos, legislación, servidores cartográficos, etc.).

<http://www.jolube.net/enlaces.htm>

SIGPAC

Enlace implementado con mapas topográficos y ortofotos, que ofrece información sobre parcelas agrícolas.

<http://www.mapa.es/es/sig/pags/sigpac/intro.htm>

MAGNA

Acceso a los mapas geológicos de España 1:50.000

<http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50.asp>

CNICE

Recursos didácticos de Biología (1º Bachillerato) ITE (Ministerio de Educación): El árbol

<http://ntic.educacion.es/w3//eos/MaterialesEducativos/mem2005/arboles/index.htm>

Recursos bibliográficos

Apuntes

Los siguientes materiales sirven de material de estudio teórico y práctico en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”. En relación con la asignatura “Botánica forestal” ofrecerán una información de mayor extensión a la requerida, pero sintética y de gran calidad:

- GÓMEZ MANZANEQUE, F., MORLA, C., MALDONADO, F.J. 2010. BOTÁNICA SISTEMÁTICA I. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID
- GÓMEZ MANZANEQUE, F., MORLA, C., MALDONADO, F.J., MARTÍNEZ, F. 2010. BOTÁNICA SISTEMÁTICA II. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID
- MORLA, C., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MALDONADO, F.J. 2004. PRÁCTICAS DE LABORATORIO: RECONOCIMIENTO DE PLANTAS. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID

MORLA, C., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MALDONADO, F.J., LÓPEZ LEIVA, C. 2004. PRÁCTICAS COMPLEMENTARIAS. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID. Estos apuntes recogen una variedad de prácticas de interés para la formación del Ingeniero de Montes o Ingeniero Técnico Forestal, desde el reconocimiento de especies caducifolias en la estación invernal, hasta guías prácticas para de diferentes parques, práctica de cartografía y obtención de coordenadas UTM

En este apartado no se presenta dar un exhaustivo listado de los libros que tratan sobre distintos aspectos de la botánica. En este apartado indicamos la bibliografía que se consideran de mayor utilidad tanto para la preparación del temario por parte del profesor, como para la iniciación por parte del estudiante en la botánica, y el seguimiento y profundización de los contenidos propuestos en los temarios de las asignaturas asociadas a la plaza.

Introducción a la botánica

FONT I QUER, P. 1958. BOTÁNICA PINTORESCA. RAMÓN SOPENA, COP. BARCELONA. (RE-ED. 2003, ED. PENÍNSULA. BARCELONA). Obra de divulgación general sobre la botánica, y de agradable lectura (como todas las obras de Font i Quer). Aunque el sistema de clasificación está anticuado, realiza un estudio en profundidad de los grandes grupos incluidos en la botánica, de mucho interés para los alumnos.

FONT I QUER, P. 1953. DICCIONARIO DE BOTÁNICA. ED. LABOR. BARCELONA. Una de las obra de imprescindible consulta a lo largo del curso. Tal como indican las recomendaciones dadas a los alumnos de "Botánica dendrología y geobotánica": *"su exhaustiva relación de términos y conceptos y el rigor con el que son tratados, hacen de la misma uno de los mejores trabajos de terminología científica existentes, reconocido como tal por botánicos de todo el mundo.*

FONT I QUER, P. 1982. INICIACIÓN A LA BOTÁNICA. MORFOLOGÍA EXTERNA (1ª EDICIÓN EN CASTELLANO). ED. FONTALBA. BARCELONA. Obra de tamaño manejable que introduce al alumno en la terminología botánica y la morfología necesaria para el reconocimiento de las plantas. Se recomienda como obra de lectura básica en estos aspectos.

IZCO, J. ET AL. 2005. BOTÁNICA. MCGRAW-HILL. MADRID. Libro de consulta sobre las plantas sin semilla, y donde destaca la parte introductoria sobre la evolución de los sistemas de clasificación, taxonomía y nomenclatura.

KADEREIT, J. W., SITTE, P. 2004. TRATADO DE BOTÁNICA STRASBURGER (35ª ED.). ED. OMEGA. BARCELONA. Libro de consulta. Completo tratado de Botánica general. Cubre todos los aspectos fundamentales relativos a morfología, fisiología, sistemática y evolución de las plantas. Destacan los últimos capítulos dedicados a la geobotánica, donde incluye un mapa de vegetación del Globo y una descripción sintética sobre los biomas del Mundo, muy interesante para los alumnos.

LUTTGE, U., KLUGE, M., BAUER, G. 1997. BOTÁNICA. ED. MCGRAW-HILL. MADRID. Libro de consulta. Destacan los capítulos sobre anatomía y fisiología de las plantas (de interés para los alumnos que no han cursado la asignatura "Anatomía y fisiología vegetal"). Dedicar un tema a la transición a la vida terrestre, materia de estudio en el módulo "Botánica sistemática".

NABORS. M.W. 2005. INTRODUCCIÓN A LA BOTÁNICA. ADDISON WESLEY. MADRID. Libro de consulta, muy ilustrado (quizás demasiado), que contiene una introducción a la biología de la conservación y a la dinámica de ecosistemas de gran interés para el módulo de geobotánica.

RUIZ DE LA TORRE, J., NICOLÁS ISASA, J.J., GIL DÍAZ ORDÓÑEZ, F. 2002. ATLAS FORESTAL DE ESPAÑA. TRAGSA. MADRID. Volumen de consulta, muy ilustrativo, cuyos capítulos introductorios son muy recomendables para adquirir las nociones básicas sobre geografía, geomorfología, litología y climatología ibéricas. También resulta interesante

la lectura del capítulo “Los montes a través de la historia, con un breve resumen de la historia finicuaternaria de los montes españoles.

YAGÜE, F. 2006. INICIACIÓN A LA BOTÁNICA. ED. MUNDI PRENSA. MADRID. Interesante introducción a la botánica, a la morfología y ecología de las plantas. Libro manejable y muy recomendable para los alumnos de la asignatura “Botánica forestal”.

Botánica Sistemática

CEBALLOS, L., RUÍZ DE LA TORRE, J. 1971. ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA ESPAÑA PENINSULAR. E.T.S.I.M. MADRID. Libro de imprescindible consulta para los estudiantes de “Botánica, dendrología y geobotánica”, y “Botánica forestal”, que incluye una excelente iconografía de Jacobo Ruiz del Castillo sobre las principales especies forestales españolas. Recoge una detallada descripción sobre los aspectos morfológicos, taxonómicos, corológicos, aprovechamientos, tratamiento, producción, enfermedades, plagas, etc. Incluye al final del libro, un glosario de términos botánicos con dibujos muy ilustrativos.

FARJON, A. 1984. PINES. ED. BRILL & BACKHUYS. LEIDEN. Obra que incluye, además de las descripciones de todas las especies del género *Pinus*, excelentes iconografía y mapas de distribución.

GALÁN, P., GAMARRA, R., GARCÍA VIÑAS, J. I. 1998. ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES. ED. JAGUAR. Obra de formato similar a la Guía Incafo, con mayor número de especies (matas de interés para los alumnos de ingeniería forestal), pero con descripciones menos detalladas. Aporta claves, fotos y mapas de distribución muy interesantes. La presentación de los mapas y las fotos al final de la guía, hace incómodo su manejo.

HERRERO, B., ZALDÍVAR, P. 2001 GUÍA PARA RECONOCER ÁRBOLES Y ARBUSTOS CADUCIFOLIOS EN INVIERNO. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. Libro único, que trata un tema de especial relevancia para el trabajo del ingeniero forestal: la identificación de árboles y arbustos en invierno. Utiliza numerosos caracteres, algunos de difícil interpretación, pero que constituye un gran avance en su campo.

HEYWOOD, V.H. (ED.). 1985. LAS PLANTAS CON FLORES. BARCELONA. Volumen que incluye una profunda revisión de las Angiospermas, tratando aspectos morfológicos, filogenéticos, corológicos y de interés económico. Contiene excelentes ilustraciones en color donde se observan los principales caracteres morfológicos de las familias.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G. 1993. LA GUÍA DE INCAFO DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (4ª ED.). INCAFO. MADRID. Guía de campo de las principales especies leñosas ibéricas con excelentes fotografías y descripciones. De obligada consulta hasta la publicación de los volúmenes “los árboles y arbustos de la Península Ibérica e islas Baleares” (2001) y la correspondiente guía (2002), ambos del mismo autor.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G. 2001. LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES. EDICIONES MUNDI PRENSA, MADRID. Se trata de una excelente obra en dos volúmenes que contiene la más completa relación y descripción de flora leñosa ibérica realizada hasta el momento, que incluye las plantas ornamentales asilvestradas. Es una obra de obligada consulta para profesores y estudiantes, que amplía la Guía Incafo del mismo autor.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G. 2002.- GUÍA DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES. EDICIONES MUNDI PRENSA, MADRID. Resumen de los dos volúmenes de la obra anterior, con un formato más adecuado para guía de campo.

LÓPEZ LILLO, A., SÁNCHEZ DE LORENZO, J.M. 1999-2003. ÁRBOLES DE ESPAÑA. MANUAL DE IDENTIFICACIÓN. ED. MUNDI PRENSA. Publicación en tres tomos sobre dendrología, que incluye un completo listado de árboles que crecen en España, entre los que destacan los alóctonos. Las claves para la determinación de especies alóctonas constituye una aportación de especial interés.

MORE, WHITE. 2003. ÁRBOLES DE ESPAÑA Y DE EUROPA. Obra enciclopédica, que incluye una iconografía y fotografías muy detallada sobre elementos morfológicos (porte, hojas, cortezas, frutos, etc.), e indicadores autoecológicos de numerosos árboles, variedades y cultivares de especies que crecen en Europa occidental.

MORO, R. 2007. GUÍA DE LOS ÁRBOLES DE ESPAÑA. ED. OMEGA. BARCELONA. Libro de tamaño manejable, con interesante introducción que incluye aspectos relativos a la morfología vegetal y la dendrología (medición de alturas y diámetros, coeficientes dendrométricos). Presenta mapas de distribución española, de elaboración propia pero de dudosa calidad.

RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUMÉ, G. 1989-2008.- FLORE FORESTIÈRE FRANÇAISE: GUIDE ÉCOLOGIQUE ILLUSTRÉ. I: PLAINES ET COLLINES; II: MONTAINES. III: RÉGION MÉDITERRANÉENNE. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT, INSTITUT POUR LE DÉVELOPPEMENT FORESTIER. Obra en tres tomos de enorme interés para alumnos y profesores, que incluye excelentes descripciones (morfológicas, autoecológicas, aprovechamientos), acompañadas de una magnífica ilustración.

RUIZ DE LA TORRE, J. 2006. FLORA MAYOR. ORGANISMO AUTÓNOMO DE PARQUES NACIONALES. MADRID. Extenso libro enciclopédico, con una profusa descripción de los taxones españoles de mayor interés para el ingeniero forestal, y numerosos detalles sobre aprovechamientos, nomenclatura, ecología, distribución, y toda clase de curiosidades.

SCAGEL, R.F. 1980. EL REINO VEGETAL: LOS GRUPOS DE PLANTAS Y SUS RELACIONES EVOLUTIVAS. OMEGA. BARCELONA. Se trata de una de las obras que se recomiendan para el estudio de los diferentes grupos de Gimnospermas, por el adecuado nivel de su contenido sino también por el gran valor de las ilustraciones.

Flora

AIZPURU, I., ASEGINALAZA, C., URRUTIA, P., ZORRAKIN, I. 1999. CLAVES ILUSTRADAS DE LA FLORA DEL PAÍS VASCO Y TERRITORIOS LÍMITROFES. SERVICIO CENTRAL DE PUBLICACIONES DEL PAÍS VASCO. VITORIA. Junto con las claves de la flora catalana (de Bòlos et al., 1984-2001), andaluza (Blanca et al., 2009; Valdés et al., 1987), e ibérica (Castroviejo et al., 1990-2010) y Europea (Tutin et al., 1976-1993), constituye la bibliografía imprescindible para la determinación de plantas ibéricas.

BLANCA, G., CABEZUDO, B., CUETO, M., FERNÁNDEZ LÓPEZ, C., MORALES TORRES, C. 2009. FLORA VASCULAR DE ANDALUCÍA ORIENTAL (I-IV). CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA, SEVILLA. Junto con la flora vascular de Andalucía occidental, constituye unas claves de excelente calidad perfectamente ilustradas.

BONNIER, G., LAYENS, J. (REV. GUTIÉRREZ, M.I., JUÁN HOMET, J.). 2004. CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE PLANTAS VASCULARES. ED OMEGA. BARCELONA. Traducción al castellano de las claves para la determinación de plantas centroeuropeas (Francia y

países cercanos). De gran utilidad para introducir al alumno en la identificación de las plantas vasculares, por su profusa ilustración que acompañan a muchas de las descripciones morfológicas. Libro que preferentemente se emplea para realizar las prácticas de identificación con clave.

BUENDÍA LÁZARO, F. 2000. PRINCIPALES ESPECIES PASCÍCOLAS DE LAS ZONAS TEMPLADAS. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID. Este volumen, de tamaño manejable y con excelente iconografía, recoge las especies pascícolas en las que se debería centrar la atención en las prácticas de campo.

CASTROVIEJO, S. ET AL. (EDS.)1990-2010. FLORA IBERICA. ED. JARDÍN BOTÁNICO DE MADRID, CSIC. MADRID. Cuando concluya esta obra, constituirá el más completo catálogo de la flora española, con claves, descripciones, iconografía e indicaciones corológicas. De los 21 volúmenes que constituirá la obra final, actualmente se han publicado 17.

DE BOLÒS, O., VIGO, V. 1984-2001. FLORA DELS PAISOS CATALANS, ORIOL. ED. BARCINO. BARCELONA. Excelente clave ilustrada de la flora de la Comunidad Valenciana, Cataluña e Islas Baleares, que incluye mapas de la distribución europea.

GARCÍA ROLLÁN, M. 1997-2005. ATLAS CLASIFICATORIO DE LA FLORA DE ESPAÑA PENINSULAR Y BALEAR. ED. MUNDI-PRENSA. MADRID. Obra en dos tomos centrada en una completa relación de especies ibéricas. Acompañan a las claves unas ilustraciones en color que facilitan la identificación. Libro que también se utiliza en las prácticas de identificación con clave.

LAGUNA, M., AVILA, P., SALINAS, J. 1883-1890. FLORA FORESTAL ESPAÑOLA. MINISTERIO DE FOMENTO. MADRID. Trabajo clásico en las enseñanzas forestales, cuya excelente iconografía constituye un apoyo de inestimable valor en las asignaturas botánicas. Las láminas se encuentran expuestas permanentemente en las paredes de la E.T.S.I.M.

POLUNIN, O. 1991. GUÍA DE CAMPO DE LAS FLORES DE EUROPA. EDITORIAL OMEGA. Barcelona. Obra con claves de fácil manejo hasta el nivel genérico que incluye la descripción de especies centroeuropeas.

POLUNIN, O. 2004. GUÍA DE CAMPO DE LAS FLORES DE ESPAÑA, PORTUGAL Y SUDOESTE DE FRANCIA. OMEGA. BARCELONA. Guía con claves hasta el rango específico, que además incluye una introducción geobotánica, junto con una interesante descripción de áreas de interés florístico.

ROSE, F. 1987. Clave de plantas silvestres: Una guía de identificación en el campo de nuestras plantas con flores y sin ellas. Omega. Barcelon. Una manual sencillo de determinación de más de 1.400 especies de Europa occidental, con buenas ilustraciones, con claves de determinación hasta el rango de familia.

TUTIN, T. G. ET AL. 1976-1993. FLORA EUROPEA (I-IV). CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. U.K. Obra con claves para la identificación de las especies europeas. Marcó un hito en la historia de la bibliografía botánica, que se superará en el marco español cuando se complete el proyecto Flora Ibérica (sobre el año 2020).

VALDÉS, B., TALAVERA, S., FERNÁNDEZ GALIANO, E. 1987. FLORA VASCULAR DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL (I-III). KETRES EDITORA. BARCELONA. Obra completada con la publicación correspondiente a Andalucía oriental en el 2009. Excelentes claves e iconografía.

Geobotánica

ANDRADE, J.L. 1990. ATLAS FITOCLIMÁTICO DE ESPAÑA. TAXONOMÍAS. INIA. MADRID. Obra que define una nueva clasificación fitoclimática de la Península Ibérica un tanto compleja, que ha sido ampliamente utilizada posteriormente. Son de interesante consulta los mapas y climodiagramas asociados.

AROZENA, M.A. & C. FERRERAS. 1987. LOS BOSQUES. IN: *GUÍA FÍSICA DE ESPAÑA*. ALIANZA EDITORIAL. Libro de bolsillo con información sintética y bien organizada sobre la vegetación Española. Interesante fuente de información adicional para la geobotánica española que se imparte en el curso.

BAÑARES, A., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C., ORTIZ, S. 2003. ATLAS Y LIBRO ROJO DE LA FLORA VASCULAR AMENAZADA DE ESPAÑA. DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. MADRID. Obra en forma de fichas que incluyen la descripción morfológica, características autoecológicas, distribución, amenazas y medidas de conservación. De imprescindible consulta en trabajos florísticos, junto con las sucesivas adendas publicadas.

BRAMWELL, D., BRAMWELL, Z.L. 1990. FLORES SILVESTRES DE LAS ISLAS CANARIAS. ED. RUEDA, MADRID. Práctico volumen sobre la flora canaria, con una didáctico introducción sobre la geobotánica canaria.

BROWN, J.H. 1998. BIOGEOGRAPHY. SUNDERLAND ED. MASSACHUSETTS. Libro que profundiza en la teoría de biogeografía de islas y en la biogeografía de la conservación. Interesante para el módulo de geobotánica.

BROWN-BLANQUET, J. 1979. FITOSOCIOLOGÍA: BASES PARA EL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES. BLUME. MADRID. La biblia de la fitosociología. Aquí se describe con detalle el método fitosociológico, incluyendo los métodos de muestreo de la vegetación.

CARRIÓN, J. S. 2003. EVOLUCIÓN VEGETAL. DIEGO MARÍN ED. MADRID. Según indican las notas publicadas para los alumnos de botánica: *Interesante y completo compendio de la evolución de los vegetales y de la paleobotánica que recopila buena parte de la información que, en otros idiomas, aparece desperdigada por la bibliografía científica. Para nuestra asignatura en concreto parece especialmente recomendable su consulta para una cabal interpretación de los logros evolutivos de los grandes grupos sistemáticos.*

COSTA TENORIO, M., C. MORLA & H. SÁINZ (EDS). 1998.- LOS BOSQUES IBÉRICOS: UNA APROXIMACIÓN GEOBOTÁNICA. ED. PLANETA. Qué no decir de esta obra fundamental de la vegetación ibérica: el sistema de clasificación de las formaciones vegetales, el tratamiento de cada una de ellas, la información adicional en forma de cuadros etc., hace de este volumen una fuente inagotable de información geobotánica. Pero además es extremadamente recomendable la lectura de los contenidos introductorios sobre conceptos de dinámica vegetal, los factores que condicionan la vegetación ibérica, el marco biogeográfico ibérico y la historia evolutiva de sus bosques en los últimos 15.000 años.

DAJOZ, R. 2002. TRATADO DE ECOLOGÍA. MUNDI-PRENSA. MADRID. Libro de consulta sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la ecología del paisaje.

FONT I QUER, P. 1956.- LA VEGETACIÓN. IN: M. TERÁN: GEOGRAFÍA DE ESPAÑA Y PORTUGAL. ED. MONTANER Y SIMÓN. BARCELONA. Excelente obra de síntesis sobre la vegetación de la Península Ibérica, y de incalculable valor didáctico. Se recomienda su lectura, especialmente en lo que corresponde a la parte introductoria, donde

expone de manera ilustrativa los factores que condicionan la presencia de la vegetación.

FORMAN, R.T.T., GODRON, M. 1986. LANDSCAPE ECOLOGY. WILEY AND SONS. NUEVA YORK. Libro de consulta sobre ecología del paisaje.

GANDULLO, J.M. 2005. ECOLOGÍA VEGETAL. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR. MADRID. Texto básico en la asignatura de Meteorología y ecología vegetal, de interesante lectura para los alumnos que no la hayan cursado.

IZCO, J. 1984. MADRID VERDE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. MADRID. Obra de gran calidad que describe la vegetación de la comunidad madrileña en clave fitosociológica.

LACOSTE, A. & R. SALANON, 1973.- BIOGEOGRAFÍA. ED. OIKOS-TAU. BARCELONA. Texto básico, aunque un poco anticuado, sobre fitogeografía, corología y fitocenología. Destaca la descripción esquemática que ofrece de las formaciones vegetales del Globo.

MARGALEF, R. 2005 (10ª REIMPRESIÓN). ECOLOGÍA. OMEGA. BARCELONA. Excelente Libro de consulta sobre ecología descriptiva y biogeografía.

OZENDA, P. 1994, VÉGÉTATION DU CINTINENT EUROPÉEN. DELACHAUX ET NIESTLE. PARÍS. Obra que describe la vegetación europea basada en una clasificación biogeográfica de gran interés para los alumnos de ingeniería forestal.

PINEDA, F.D., DE MIGUEL, J.M., CASADO, M.A., MONTALVO, J. (ED,S). 2002. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE ESPAÑA. ED. PRENTICE-HALL. MADRID. Libro de consulta sobre distintos aspectos de la diversidad ibérica (endemismos, paisaje, vegetación, pastos, riqueza florística, etc.). Obra de aconsejable lectura para profundizar en estos aspectos. Se recomienda en especial la lectura del capítulo *diversidad del paisaje natural*, donde se describen los factores que condicionan el paisaje vegetal ibérico, y se describen las distintas unidades paisajísticas.

POLUNIN. O., WALTERS, M. 1989. GUÍA DE LA VEGETACIÓN DE EUROPA. OMEGA. BARCELONA. Una excelente obra sintética sobre la descripción de la vegetación europea, cuya detallada iconografía de los taxones más representativos amena su lectura. Es de gran interés la introducción sobre las regiones bioclimáticas de Europa.

QUÉZEL, P. & F. MÉDAIL, 2003.- ECOLOGIE ET BIOGÉOGRAPHIE DES FÔRETS DU BASSIN MÉDITERRANÉEN. ELSEVIER. PARIS. Excelente y profusa obra sobre la descripción geobotánica de los bosques mediterráneos, acompañada de ilustrativas fotos, catenas y mapas de distribución.

RUIZ DE LA TORRE, J., NICOLÁS ISASA, J.J., GIL DÍAZ ORDÓÑEZ, F. 2002. ATLAS FORESTAL DE ESPAÑA. TRAGSA. MADRID. Se trata del mismo volumen que indicamos para la parte introductoria de la asignatura. En este ilustrativo volumen de consulta, también se encuentra el interesante capítulo "Los montes a través de la historia", que resume brevemente la historia finicuatnaria de los montes españoles.

RUIZ DE LA TORRE, J (DIR.). 2002. MAPA FORESTAL DE ESPAÑA. ESCALA 1:1.000.000. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. MADRID. Obra fundamental para el estudio de la distribución de las distintas especies españolas, sobre todo en su versión digital. La memoria contiene una interesante, pero somera descripción de la vegetación española.

SANCHIS, D. 2004. BIOGEOGRAFÍA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. VALENCIA. Libro que sirve de texto en la asignatura correspondiente en la U.P.V. Es de especial interés la descripción de las distintas regiones florísticas.

SANZ ELORZA, M., SOBRINO VESPERINAS, E., DANA SÁNCHEZ, E. 2004. ATLAS DE LAS PLANTAS ALÓCTONAS INVASORAS EN ESPAÑA. DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. MADRID. Junto con el atlas de flora amenazada (Bañares et al., 2003), obra con la que comparte formato, de imprescindible consulta en la elaboración de trabajos florísticos.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1987. MEMORIA DEL MAPA DE SERIES DE VEGETACIÓN DE ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, ICONA, SERIE TÉCNICA, MADRID, 268 PP. Volumen que acompaña al correspondiente mapa, donde en el apartado introductorio se incluyen las nociones básicas de biogeografía fitosociológica y clasificación florística de Europa occidental. Recoge las series y etapas de regresión de España. Constituye parte de la bibliografía básica botánica.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2007. MAPA DE SERIES, GEOSERIES Y GEOPERMASERIES DE VEGETACIÓN DE ESPAÑA. (MEMORIA DEL MAPA DE VEGETACIÓN POTENCIAL DE ESPAÑA). ITINERA GEOBOTANICA, 17(1): 5-435. Memoria del mapa actualizado de la vegetación potencial de España del mismo autor. Recoge las nociones actualizadas sobre fitosociología bioclimatología y biogeografía ibérica.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. ET AL., 2002. VASCULAR PLANT COMMUNITIES OF SPAIN AND PORTUGAL. ADDENDA TO THE SYNTAXONOMICAL CHECKLIST OF 2001. ITINERA GEOBOTANICA, 15(1): 5-432. Destacan en este tomo sus mapas biogeográficos y bioclimáticos de España. Las nociones introductorias, que aquí están en inglés, se recogen en la publicación del mismo autor del 2007.

SAN MIGUEL AYANZ, A. 2001. PASTOS NATURALES ESPAÑOLES. CARACTERIZACIÓN, APROVECHAMIENTO Y POSIBILIDADES DE MEJORA. FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR-MUNDI PRENSA. MADRID. Este volumen, material de estudio de la asignatura de Pascicultura de sexto de Ingeniería de Montes, constituye una de las mejores obras sobre los pastos españoles, cuya clasificación debería servir de marco en la parte de la asignatura relacionada con la vegetación pascícola ibérica.

WALTER, H. 1977.- ZONAS DE VEGETACIÓN Y CLIMA. ED. OMEGA. BARCELONA. Práctico volumen sobre la vegetación del Globo Terrestre, cuya clasificación climático-ecológica, es la que se toma como modelo en la parte correspondiente a la vegetación mundial en el módulo de geobotánica de la asignatura "Botánica, dendrología y geobotánica".

ZUNINO, M, ZULLINI, A. 2003. BIOGEOGRAFÍA LA DIMENSIÓN ESPACIAL DE LA EVOLUCIÓN. FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. MÉXICO. Libro de consulta cuyo apartado sobre corología tiene especial interés.

Otros

Entre la bibliografía no citada, destaca el INDEX KEWENSIS (KEW GARDEN, INGLATERRA), que publica la lista de nombres de géneros y especies de las plantas con semilla, incluida la referencia de su publicación, y que a partir del tomo 16 incluye también los rangos taxonómicos en los que se clasifica el taxón descrito.

Bajo la categoría de Plant Sciences de la Web of Knowledge aparecen 173 revistas. De todo el listado destaca la ausencia de revistas botánicas españolas, aunque algunas tengan una importante difusión en España.

Revistas botánicas con Índice de Impacto (incluidas en el JCR)

Annual Review of Plant Biology, Estados Unidos (23.460)
Current Opinion in Plant Biology, Inglaterra (10.333)
Plant Journal, Inglaterra (6.946)
New Phytologist, Inglaterra (6.033)
Journal of Ecology, Inglaterra (4.690)
Annals of Botany, Inglaterra (3.501)
Pflanze, Alemania (3.372)
Environmental and Experimental Botany, Inglaterra (3.164)
Taxon, Austria (2.747)
American Journal of Botany, Estados Unidos (2.684)
Botanical Review, Estados Unidos (2.462)
Journal of Vegetation Science, Suecia (2.376)
International Journal of Plant Sciences, Estados Unidos (2.358)
Plant Biology, Alemania (2.223)
Review of Palaeobotany and Palynology, Holanda (2.145)
Plant Science, Irlanda (2.050)
Australian Journal of Botany, Australia (1.868)
Systematic Botany, Estados Unidos (1.697)
Functional Plant Biology, Australia (1.678)
Biologia Plantarum, Holanda (1.656)
Plant Ecology, Holanda (1.567)
Vegetation History and Archaeobotany, Estados Unidos (1.504)
Flora, Alemania (1.439)
Annals of the Missouri Botanical Garden, Estados Unidos (1.422)
Plant Systematics and Evolution, Austria (1.410)
Anadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique, Canadá (1.397)
Applied Vegetation Science, Dinamarca (1.349)
Folia Geobotanica, República Checa (1.320)
Australian Systematic Botany, Australia (1.302)
Journal of Plant Ecology-UK, Inglaterra (1.138)
South African Journal of Botany, Sudáfrica (1.080)
Botanical Journal of the Linnean Society, Inglaterra (0.984)
Botany-Botanique, Canadá (0.904)
Botanica Helvetica, Suiza (0.90)
Journal of Systematics and Evolution, China (0.880)
Nordic Journal of Botany, Dinamarca (0.868)
Palynology, Estados Unidos (0.862)
Journal of Plant Biology, Corea del Sur (0.851)
Plant Species Biology, Japón (0.833)
New Zealand Journal of Botany, Nueva Zelanda (0.831)
Botanical Studies, Taiwan (0.781)
Annales Botanici Fennici, Finlandia (0.682)
Phytocoenologia, Alemania (0.674)
Canadian Journal of Plant Science, Canada (0.609)
Pakistan Journal of Botany, Pakistan (0.520)
Bangladesh Journal of Botany, Bangladesh (0.444)

Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Polonia (0.434)
Israel Journal of Plant Sciences, Israel (0.420)
Novon, Estados Unidos (0.252)

Otras revistas botánicas no incluidas en el JCR

ADANSONIA (PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DEL MUSEO DE PARÍS). Publica artículos sobre la biología de las plantas, sistemática, biogeografía, etc.

ACTA BOTÁNICA MALACITANA (UNIVERSIDAD DE MÁLAGA). Revista anual sobre diversos aspectos fitosociológicos (sistemática, corología, ecología, etc.)

ANALES DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MADRID (CSIC). artículos sobre taxonomía y sistemática vegetal y campos relacionados, como biogeografía, bioinformática, conservación, ecofisiología, filogenia, filogeografía, florística, morfología funcional, nomenclatura o relaciones planta-animal, incluyendo trabajos de síntesis y revisión.

BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL (SECC. BIOLÓGICA) (REVISTA DE LA R.S.E.H.N.). Dedicada al fomento y difusión de las ciencias naturales, donde se incluyen descripciones de nuevos taxones, y estudios geobotánicos, paleoecológicos o corológicos.

COLLECTANEA BOTÁNICA. (CSIC. INSTITUTO BOTÁNICO DE BARCELONA). Revista paralela a los Anales del Jardín Botánico de Madrid, con artículos sobre la misma temática.

ECOLOGÍA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES). Recoge diversos artículos entre los que se encuentran algunos de carácter geobotánico, botánicos o sobre ecología vegetal.

LAGASCALIA (UNIVERSIDAD DE SEVILLA). Recoge trabajos originales de investigación sobre plantas vasculares de la Región Mediterránea.

LAZAROA (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID). Revista que recoge trabajo originales de investigación en el campo de la botánica. Incluye los trabajos presentados en las jornadas fitosociológicas.

POLLEN (UNIVERSIDAD DE SALAMANCA- ASOCIACIÓN DE PALINÓLOGOS DE LENGUA ESPAÑOLA). Publica artículos en torno al estudio del polen desde perspectivas de la botánica y la paleontología.

STUDIA BOTÁNICA (UNIVERSIDAD DE SALAMANCA). Revista que incluye artículos geobotánicos, sobre la biología de las plantas, y nuevas citas principalmente de la mitad occidental de la Península Ibérica.

ZUBÍA (GOBIERNO DE LA RIOJA). Publica trabajos originales de investigación sobre la vegetación de La Rioja.

ASIGNATURA “BOTÁNICA, DENDROLOGÍA Y GEOBOTÁNICA”

Descripción general de la asignatura

La asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” se encuentra enmarcada dentro del Plan de Estudios de 1974 conducente a la titulación de Ingeniero de Montes por la UPM. La asignatura, cuya docencia se encuentra asignada al Departamento de Silvopascicultura, se ubica en el tercer año de carrera y es obligatoria en las dos especialidades (*Silvopascicultura* e *Industrias forestales*). El plan de estudios concede 15.5 créditos LRU a impartir entre clases teóricas (4 horas semanales durante todo el año), y clases prácticas (4 horas semanales en el primer cuatrimestre, y 3 en el segundo) (UPM, 2004).

La ya comentada necesidad de adquirir unos fundamentos botánicos, tanto para el desarrollo de las actividades profesionales del Ingeniero de Montes como para el seguimiento de otras asignaturas posteriores (figura 6), justifica la inclusión de esta asignatura como obligatoria en el tercer curso de los seis que constituyen los estudios de Ingeniería de Montes en la UPM. No obstante, cabe comentar que el desarrollo de las actividades profesionales correspondientes a la especialidad de Industrias forestales¹, no requiere de tanta profundización en la disciplina botánica, como en la especialidad de Silvopascicultura².

Esta cuestión ya se contempla en los Planes de Estudios de Ingeniero de Montes de otras universidades (ya a extinguir al igual que al igual que la correspondiente a la UPM): los contenidos botánicos en otras universidades quedan repartidos entre varias asignaturas en aras de una mejor asimilación de conocimientos y un mejor ajuste curricular (tabla 2).

En el caso del plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Montes de la UPM, los contenidos botánicos se encuentran concentrados en una sola asignatura. Si bien, los conocimientos necesarios sobre taxonomía, sistemática y morfología vegetal previos para poder profundizar en el estudio de los vegetales más importantes desde el punto de vista forestal (paisajístico, bioindicador, productivo u ornamental), se tratan en la asignatura *Anatomía y fisiología vegetal* que se imparte en el segundo año de carrera. Estos conocimientos permiten comenzar la asignatura, tras una introducción a la botánica y los grandes grupos del mundo vegetal, con el estudio de los caracteres morfológicos, denominaciones científicas y populares, requerimientos ecológicos, corología, cortejo florístico y aprovechamientos de las principales especies de interés forestal.

¹ [industrias de madera, corcho, resina, aceites esenciales, otros productos forestales y sus derivados; instalaciones para equipamiento de zonas rurales; mecanización y homologación de maquinaria; análisis y control de calidad; estudios y proyectos sobre los factores de producción y defensa contra la contaminación industrial]

² [ordenación y explotación de montes; fomento, ordenación y aprovechamientos cinegéticos y piscícolas; obtención y selección de semillas y plantas de vivero; repoblación forestal; construcción y explotación de piscifactorías y plantas cinegéticas; restauración hidrológica de cuencas; conservación de suelos y corrección de cauces; fijación de

dunas; mantenimiento de equilibrios biológicos; zootecnia; espacios naturales protegidos; paisaje; jardinería

UNIVERSIDAD	ESPECIALIDADES	ASIGNATURAS
U. de Córdoba	Silvopascicultura y ordenación forestal Biotecnología agroforestal Ingeniería ambiental	Bases biológicas (Ob) Botánica económica (Ob) Botánica forestal (Opt)
U. de Lérida	Ciencia y tecnología forestal Gestión del medio ambiente	Botánica forestal I (Ob) Botánica forestal II (Opt)
U. de Valladolid	Silvopascicultura	Botánica forestal (Ob) Geobotánica (Opt) Fitosociología (Opt)
U. de S. de Compostela	Silvopascicultura Industrias Gestión del medio ambiente natural	Botánica forestal (Ob) Botánica económica (Opt) Fitosociología forestal (Opt)
U. Politécnica de Valencia	Gestión del medio natural Ingeniería del medio natural	
U. Católica de Ávila	sin especialidad	

ornamental y defensa contra la contaminación]

Tabla 2. Asignaturas de botánica, obligatorias (Ob) y optativas (Opt), de los planes de estudio de otras carreras de ingeniería de montes.

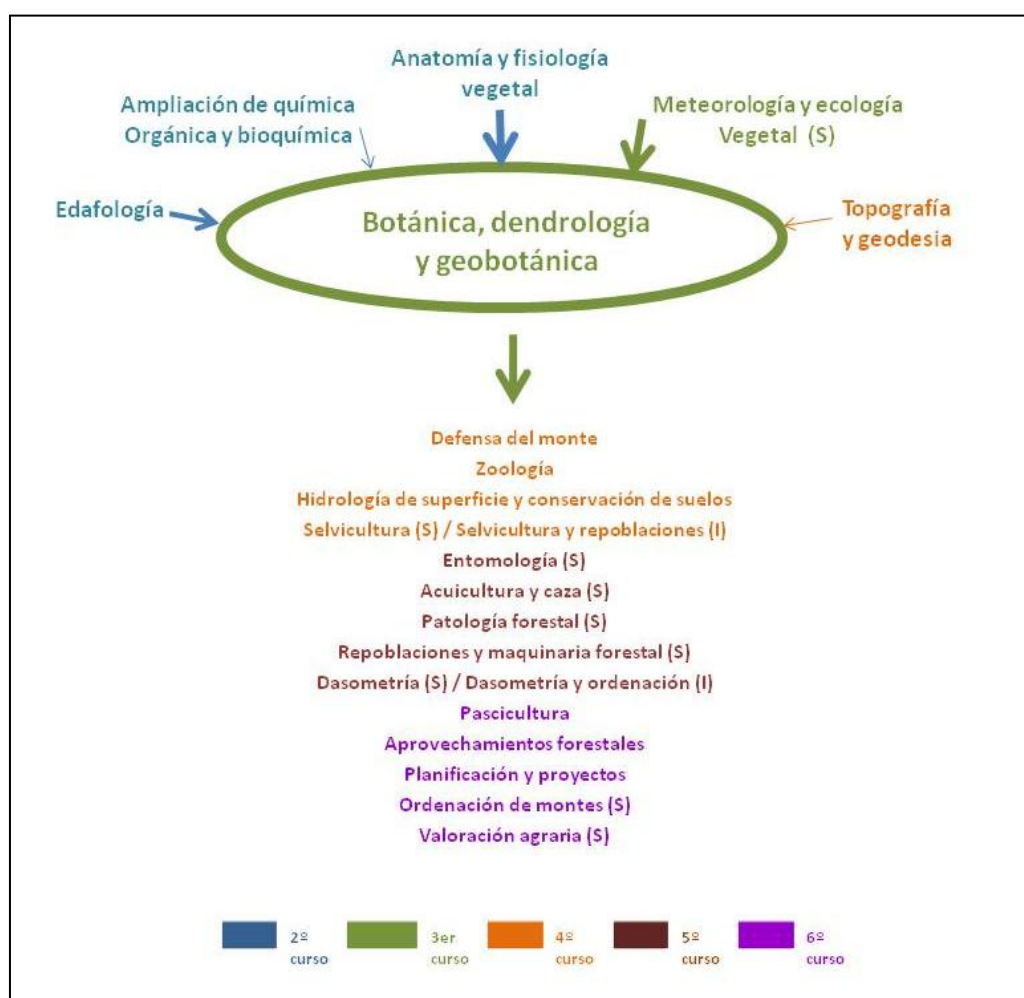


Figura 6. Relación de la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, con otras asignaturas del Plan de Estudios de Ingeniería de Montes (UPM, 2004)

En cuanto a la relación con otras asignaturas del Plan de Estudios, los conocimientos adquiridos en *Edafología*, *Ampliación de química orgánica y bioquímica*, *Meteorología y ecología vegetal*, y en cierto grado *Topografía y geodesia*, establecen las bases fundamentales para abordar los contenidos que se vienen impartiendo en la asignatura *Botánica, dendrología y geobotánica*. Si bien, la asignatura *Meteorología y ecología vegetal* únicamente se imparte en la especialidad de Silvopascicultura, lo que condiciona que haya que volver a tratar algunos de los conceptos esta asignatura, para los alumnos de la especialidad de Industrias forestales. Igualmente, existe una fuerte dependencia entre *Botánica, dendrología y geobotánica*, y otras posteriores del plan de estudios (figura 6). Esto facilita que a lo largo del curso se puedan hacer constantes referencias a las relaciones entre otras asignaturas, con ejemplos y casos prácticos de aplicación de los conceptos tratados.

Previamente a la selección de los contenidos de la asignatura *Botánica, dendrología y geobotánica*, hay que considerar los objetivos de la asignatura, y su contribución a las competencias atribuidas al Ingeniero de Montes.

Las competencias del Ingeniero de Montes están reguladas por las siguientes disposiciones (UPM, 2010b):

- Ley 2/1964 de 29 de abril
- Ley de Montes 43/2003, de 21 de noviembre, modificada por la ley 10/2006, de 28 de abril
- Reglamento de Montes (Decreto 485/1962 de 22 de febrero)
- Ley de Pesca Fluvial de 20 de febrero de 1942
- Real Decreto 2329/1979, de 14 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para aplicación de la Ley 87/1978, de 28 de diciembre, sobre seguros agrarios combinados
- Ley de Ordenación de la Edificación 38/1999, de 5 de noviembre
- Ley de Expropiación Forzosa, de 16 de diciembre de 1954, BOE 351/1954, de 17 de diciembre
- Orden de 18 de octubre de 1967 sobre Caza
- Ley de Reordenación de Enseñanzas Técnicas, Decreto 636/1968, de 21 de marzo
- Orden de 29 de diciembre de 1970 por la que se aprueban las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados, BOE 36 de 11 de febrero de 1971
- Decretos 231 y 232/1971 de 28 de enero sobre regulación de industrias agrarias y de clasificación y condicionamiento de industrias agrarias
- Decreto 3769/1972, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 81/1968, de 5 de diciembre, sobre incendios forestales
- Orden Ministerial CIN/326/2009, de 9 de febrero, por el que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Montes.

Objetivos

Esta última orden indica que para que el estudiante pueda adquirir el título que habilita para el ejercicio profesional como Ingeniero de Montes, deberá haber adquirido una

serie de competencias, que indicamos a continuación (objetivos del Máster Ingeniero de Montes):

- Obj.MIM.1. Capacidad para aplicar las técnicas de marketing y comercialización de productos forestales.
- Obj.MIM.2. Capacidad para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar proyectos y planes de actuación integrales en el medio natural.
- Obj.MIM.3. Capacidad para proyectar, dirigir y gestionar industrias e instalaciones forestales de primera y sucesivas transformaciones.
- Obj.MIM.4. Capacidad para aplicar y definir criterios e indicadores en el campo de la auditoría ambiental.
- Obj.MIM.5. Capacidad para el desarrollo de técnicas y proyectos en el campo de las energías renovables.
- Obj.MIM.6. Capacidad para el desarrollo de técnicas y proyectos en el campo de la genética forestal.
- Obj.MIM.7. Capacidad para el desarrollo de políticas forestales.

A estas competencias se añaden las correspondientes a la titulación que habilita para el ejercicio profesional como Ingeniero Técnico Forestal (Orden CIN/324/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Forestal):

- Obj.GIF.1. Capacidad para comprender los fundamentos biológicos, químicos, físicos, matemáticos y de los sistemas de representación necesarios para el desarrollo de la actividad profesional, así como para identificar los diferentes elementos bióticos y físicos del medio forestal y los recursos naturales renovables susceptibles de protección, conservación y aprovechamientos en el ámbito forestal.
- Obj.GIF.2. Capacidad para analizar la estructura y función ecológica de los sistemas y recursos forestales, incluyendo los paisajes.
- Obj.GIF.3. Conocimiento de los procesos de degradación que afecten a los sistemas y recursos forestales (contaminación, plagas y enfermedades, incendios, etc.) y capacidad para el uso de las técnicas de protección del medio forestal, de restauración hidrológico forestal y de conservación de la biodiversidad.
- Obj.GIF.4. Capacidad para evaluar y corregir el impacto ambiental, así como aplicar las técnicas de auditoría y gestión ambiental.
- Obj.GIF.5. Conocimiento de las bases de la mejora forestal y capacidad para su aplicación práctica a la producción de planta y la biotecnología.
- Obj.GIF.6. Capacidad para medir, inventariar y evaluar los recursos forestales, aplicar y desarrollar las técnicas selvícolas y de manejo de todo tipo de sistemas forestales, parques y áreas recreativas, así como las técnicas de aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables.
- Obj.GIF.7. Capacidad para resolver los problemas técnicos derivados de la gestión de los espacios naturales.
- Obj.GIF.8. Capacidad para gestionar y proteger las poblaciones de fauna forestal, con especial énfasis en las de carácter cinegético y piscícola.

- Obj.GIF.9. Conocimientos de hidráulica, construcción, electrificación, caminos forestales, maquinaria y mecanización necesarios tanto para la gestión de los sistemas forestales como para su conservación.
- Obj.GIF.10. Capacidad para aplicar las técnicas de ordenación forestal y planificación del territorio, así como los criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible en el marco de los procedimientos de certificación forestal.
- Obj.GIF.11. Capacidad para caracterizar las propiedades anatómicas y tecnológicas de las materias primas forestales maderables y no maderables, así como de las tecnologías e industrias de estas materias primas.
- Obj.GIF.12. Capacidad de organización y planificación de empresas y otras instituciones, con conocimiento de las disposiciones legislativas que les afectan y de los fundamentos del marketing y comercialización de productos forestales.
- Obj.GIF.13. Capacidad para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar proyectos y planes, así como para redactar informes técnicos, memorias de reconocimiento, valoraciones, peritajes y tasaciones.
- Obj.GIF.14. Capacidad para entender, interpretar y adoptar los avances científicos en el campo forestal, para desarrollar y transferir tecnología y para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Además, hay que sumar las que figuran en el Real Decreto 1393/2007:

- Obj.R.D.1. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Obj.R.D.2. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Obj.R.D.3. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Obj.R.D.4. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias

Todos estos objetivos, o grandes competencias, se concretan en una serie de competencias generales y competencias específicas (correspondientes a las distintas especialidades) de Ingeniería de Montes. Las **competencias generales** señaladas en el Máster de Ingeniería de Montes (UPM, 2010b), son:

- C.G.1. Habilidades de comunicación escrita y oral: Concluir aportaciones por escrito, desarrollando la capacidad de síntesis y presentación de las ideas propias en un grupo de trabajo y en exposición pública.
- C.G.2. Integrar los conocimientos previos (propios de grado) de manera crítica y relacionada de forma que se puedan aplicar al estudio de situaciones reales y a la propuesta de alternativas.
- C.G.3. Capacidad para el liderazgo de equipos humanos multidisciplinarios y el trabajo en equipo y en contextos internacionales. Capacidad de organización y planificación.

- C.G.4. Capacidad crítica para el análisis, la síntesis y el aprendizaje mediante el intercambio de opiniones, presentando argumentos sólidos y estructurados.
- C.G.5. Capacidad para la gestión económica y administrativa.
- C.G.6. Búsqueda bibliográfica, análisis de documentación y tratamiento de la información procedente de diversas fuentes y de su análisis y síntesis aplicándola a la resolución de problemas complejos.
- C.G.7. Perfeccionar el conocimiento oral y escrito de la lengua inglesa.
- C.G.8. Creatividad, capacidad de observación, generación de hipótesis y planteamiento de problemas experimentales.
- C.G.9. Utilización de las TICs para el trabajo cooperativo y el trabajo en equipo.
- C.G.10. Valores humanos positivos: Respeto a los derechos humanos fundamentales; los principios de igualdad de oportunidades, accesibilidad universal y no discriminación; y los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos. Compromiso con estos derechos, principios y valores, motivación, actitud positiva y entusiasta; ética, integridad y honestidad profesional.

De estas competencias generales, el plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal (UPM, 2010a), responsabiliza a la asignatura *Botánica forestal* de la formación del estudiante en las competencias generales 1, 2, 6 y 10. Sin embargo, la asignatura *Botánica, dendrología y geobotánica* de Ingeniería de Montes, actualmente incide en un número mayor de competencias generales.

Entre las enseñanzas teóricas de *Botánica, dendrología y geobotánica*, las prácticas de campo y laboratorio, y los trabajos individuales (herbarios y presentaciones orales), los alumnos se forman en todas las competencias generales excepto en las relacionadas con la capacidad de liderazgo y trabajo en equipo (C.G. 3), con la gestión económica y administrativa (C.G. 5), y con el conocimiento de la lengua inglesa (C.G. 7). Sin embargo, excepto la competencia 5, todas se podrían abordar en el marco de la asignatura señalada (tabla 3).

En cuanto a las **competencias específicas**, para la especialidad de Silvopascicultura se podrían señalar las siguientes:

- C.E.1. Conocimiento de las bases y fundamentos biológicos del ámbito vegetal y animal en la ingeniería.
- C.E.2. Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de Botánica forestal
- C.E.3. Capacidad para llevar a cabo, concebir, redactar y ejecutar y dirigir planes y actuaciones en relación con la ordenación y explotación de montes y del territorio; fomento, ordenación y aprovechamientos cinegéticos y piscícolas; obtención y selección de semillas y plantas de vivero; repoblación forestal; restauración hidrológica de cuencas; conservación de suelos y corrección de cauces; fijación de dunas; mantenimiento de equilibrios biológicos; zootecnia; protección de espacios naturales; paisaje; jardinería ornamental, la mejora genética forestal y la defensa contra la contaminación, la desertificación, los incendios, plagas y enfermedades en el campo forestal, la elaboración de sistemas de la calidad forestal y de auditoría ambiental, obra civil en el medio forestal, estudios de impacto ambiental, energías renovables, y cartografía del medio forestal.

Esta última competencia, si bien es materia de estudio en distintas asignaturas de la carrera de Ingeniería de Montes, también se aborda en la asignatura *Botánica, dendrología y geobotánica*. Esta relación se justifica bien porque los estudio botánicos forman parte de los proyectos y planes técnicos del ámbito forestal, o bien porque los conocimientos botánicos dotan al alumno de los conocimientos básicos necesarios para profundizar en las posteriores disciplinas.

Por último quedaría una serie de competencias en relación con la organización de empresas en el sector forestal, no menos importantes para el Ingeniero de Montes, que por no estar directamente relacionadas con las enseñanzas botánicas no se incluyen en el presente documento.

En resumen, las competencias de la asignatura *Botánica, dendrología y geobotánica*, y su nivel de profundización, se resumen en la tabla 3.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS (Resultados de Aprendizaje)		
Código	COMPETENCIA	NIVEL
CG1	Habilidades de comunicación escrita y oral: Concluir aportaciones por escrito, desarrollando la capacidad de síntesis y presentación de las ideas propias en un grupo de trabajo y en exposición pública.	Alto
CG2	Integrar los conocimientos previos de manera crítica y relacionada de forma que se puedan aplicar al estudio de situaciones reales y la propuesta de alternativas de actuación	Alto
CG3	Capacidad para el liderazgo de equipos humanos multidisciplinares y el trabajo en equipo y en contextos internacionales. Capacidad de organización y planificación	Medio
CG4	Capacidad crítica para el análisis, la síntesis y el aprendizaje mediante el intercambio de opiniones, presentando argumentos sólidos y estructurados	Medio
CG6	Búsqueda bibliográfica y análisis de documentación	Medio
CG8	Creatividad, capacidad de observación, generación de hipótesis y planteamiento de problemas experimentales	Alto
CG9	Utilización de las TICs para el trabajo cooperativo y el trabajo en equipo	Medio
CG10	Valores humanos positivos para la actividad profesional; Respeto a los derechos humanos fundamentales; los principios de igualdad de oportunidades, accesibilidad universal y no discriminación; y los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos. Compromiso con estos derechos, principios y valores motivación, actitud positiva y entusiasta; ética, integridad y honestidad profesional. Compromiso con la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad.	Alto
CE1	Conocimiento de las bases y fundamentos biológicos del ámbito vegetal y animal en la ingeniería.	Alto
CE2	Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Botánica forestal	Alto

CE3	Capacidad para llevar concebir, redactar y ejecutar y dirigir planes y actuaciones en relación con la ordenación y explotación de montes y del territorio; fomento, ordenación y aprovechamientos cinegéticos y piscícolas; obtención y selección de semillas y plantas de vivero; repoblación forestal; restauración hidrológica de cuencas; conservación de suelos y corrección de cauces; fijación de dunas; mantenimiento de equilibrios biológicos; zootecnia; protección de espacios naturales; paisaje; jardinería ornamental, la mejora genética forestal y la defensa contra la contaminación, la desertificación, los incendios, plagas y enfermedades en el campo forestal, la elaboración de sistemas de la calidad forestal y de auditoría ambiental, obra civil en el medio forestal, estudios de impacto ambiental, energías renovables, y cartografía del medio forestal.	Medio
-----	---	-------

Tabla 3. Competencias de la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica.

Pese a lo expuesto, abordar todas estas competencias en una sola asignatura, ya de por sí densa, queda muy lejos de la realidad. Por tanto, en acuerdo con las posibilidades reales que conceden los créditos asignados, hay que fijar objetivos más modestos (profundizando a un nivel bajo en las competencias señaladas como nivel medio).

Indicadores de logro

Para que los alumnos alcancen estas competencias, a continuación se exponen los objetivos específicos, **o indicadores de logro**, que han de superar los alumnos al cursar esta asignatura. Dichos indicadores servirán para evaluación el grado de conocimiento y habilidades adquiridos por los alumnos, así como la efectividad de la planificación docente.

Código	Indicadores de Logro	Recurso
IL1	Introducir al alumno en los fundamentos de los sistemas de clasificación, taxonomía y nomenclatura botánica	Clases teóricas
IL2	Conocimiento sobre la morfología, corología, caracterización ambiental y cortejo florístico de los principales taxones vegetales desde un punto de vista forestal, paisajístico u ornamental	Clase teórica, visitas temáticas, herbario
IL3	Interés aplicado de los mismos (reforestación, conservación de la biodiversidad, valor bioindicador, producción, etc.)	Clases teóricas, prácticas de campo, visitas temáticas
IL4	Conocimiento en aspectos relativos a la paleofitogeografía, corología, fitocenología y dinámica de la vegetación, flora y vegetación del Globo	Clases teóricas, visitas temáticas
IL5	Reconocimiento de la diversidad florística y fitosociológica de la península Ibérica	Clases teóricas, prácticas de campo
IL6	Reconocimiento morfológico de las principales familias, géneros y especies	Clases teóricas, herbario, prácticas de campo y laboratorio, visitas temáticas
IL7	Identificación de taxones con clave dicotómica	Herbario, prácticas complementarias
IL8	Observación de las principales especies integrantes del paisaje vegetal de la península Ibérica y del cortejo florístico acompañante	Prácticas de campo, visitas temáticas
IL9	Observación e interpretación de la variación espacial de la vegetación peninsular	Prácticas de campo
IL10	Ejemplos aplicados del empleo de la vegetación en la restauración de la cubierta vegetal	Clases teóricas y prácticas de campo, simposio, entrevista colectiva

Tabla 4. Indicadores de logro definidos para la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica

A continuación se expone la relación entre las competencias de la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, y los objetivos específicos o indicadores de logro.

	CG1	CG2	CG3	CG4	CG6	CG8	CG9	CG10	CE1	CE2	CE3
IL1. -	X							X	X	X	X
IL2. -	X		X		X			X	X	X	X
IL3. -	X								X	X	X
IL4. -	X		X		X				X	X	X
IL5. -	X								X	X	X
IL6. -	X								X	X	X
IL7. -					X		X		X	X	X
IL8. -	X	X		X		X		X		X	X
IL9. -	X	X		X		X		X		X	X
IL10. -	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X

Tabla 5. Relación entre los objetivos específicos (indicadores de logro) y las competencias de Botánica, dendrología y geobotánica

Metodología de enseñanza-aprendizaje

El docente ha de planificar el uso de unas técnicas concretas de aprendizaje con objeto de, mediante una estrategia metodológica definida, lograr que el alumno adquiera aptitudes tanto de bajo orden (memorísticas, de comprensión y de aplicación) como de alto orden (de análisis, de síntesis y de evaluación). Los objetivos docentes, el número de créditos asignados, y la ubicación de la asignatura en el Plan de Estudios, son factores importantes a la hora de realizar dicha planificación.

Los alumnos matriculados en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” se única en el tercer curso de Ingeniería de Montes, por lo que ya han cursado dos años de Ingeniería de Montes. Durante esos años habrán adquirido conocimientos básicos en relación con edafología, bioquímica, anatomía y morfología vegetal, taxonomía y sistemática. Además, poseerán hábito de estudio y habrán trabajado aptitudes de distinta categoría, entre las que destacan la comunicación escrita, el trabajo en grupo, y el desarrollo del pensamiento analítico dada la gran elevada carga de contenidos matemáticos que caracterizan a los dos primeros cursos de Ingeniería de Montes.

Partiendo de esta base, para que los alumnos alcancen los objetivos fijados en el programa de estudios de la asignatura, el profesor tiene que lograr en el estudiante la motivación necesaria para su predisposición al aprendizaje. Moverse en un plano afectivo próximo a sus intereses personales o profesionales, presentar los contenidos de la asignatura, su temporalización y los sistemas de evaluación, mantener al alumno activo en las clases, así como facilitar indicadores de progreso, son claves para estimular dicha motivación.

En cuanto a la metodología docente, se aconseja:

- ✓ Aproximarse a la eurística más que a dogmática
- ✓ Presentar los contenidos de una forma globalizada
- ✓ En la medida de lo posible hacer uso de la metodología intuitiva
- ✓ Aprovechar las motivación psicológica de cada momento
- ✓ Buscar que los alumnos hagan uso de los razonamientos inductivos (formulando hipótesis sobre los procesos que rigen a los casos concretos)
- ✓ Hacer uso de técnicas variadas en las que se integren actividades individuales y colectivas, presenciales y no presenciales

De acuerdo con estas indicaciones, con objeto de alcanzar los objetivos (capacidades e indicadores de logro) de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” señalados con anterioridad (tablas 3 y 4), y teniendo en cuenta el número de créditos asignados en el Plan de Estudios, su reparto entre clases teóricas, prácticas, el número de alumnos y los profesores que participan en la enseñanza de esta asignatura, se proponen las actividades educativas concretas que se resumen en la tabla 6. El tiempo de dedicación a cada una de las distintas actividades planteadas, en porcentaje respecto al total, se recoge en la figura 9.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y TÉCNICAS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORIA (asistencia voluntaria)

Lección magistral (técnica expositiva) (33%): Exposición a cargo del profesor de los contenidos del temario, complementado con distintos recursos de aprendizaje. Las sesiones serán de dos horas con una pausa de 15 minutos entre medias.

PRACTICAS (asistencia voluntaria)

Prácticas de laboratorio (determinación e identificación) (6%): Los alumnos recibirán 19 clases prácticas de una hora, donde con ayuda del texto "Prácticas de Laboratorio", lupas binoculares y de los materiales puestos a su disposición en el aula (pliegos de herbario y material fresco), buscarán los aspectos morfológicos diferenciales que caracterizan a cada planta (en cada práctica se anotarán en el encerado los taxones a estudiar). La tarea del profesor consiste en conducirlo a la consecución de su tarea.

Prácticas complementarias (determinación con lupa, cartografía de la vegetación, elaboración de herbario) (2%): Se contemplan tres prácticas complementarias de dos horas, en las que tras una introducción expositiva, los alumnos guiados por el profesor tendrán que poner en práctica los conceptos explicados en la resolución tarea indicada. En las prácticas de determinación con lupa, los alumnos habrán de identificar plantas herbáceas con ayuda de claves. En las prácticas de cartografía de la vegetación, habrán de combinar distintos mapas en soporte de papel y digital (Ceballos, 1966; Rivas, 1986; Ruiz de la Torre; 2003), para resolver problemas de interpretación de la vegetación actual en distintas localidades. En las prácticas de elaboración de herbarios, los alumnos, con ayuda de mapas topográficos (1:25.000, 1:50.000, 1: 200.000) habrán de obtener las coordenadas U.T.M. de las localidades indicadas.

Prácticas de campo (43%): Se harán cuatro viajes de prácticas de un día y dos de seis días de duración por la geografía peninsular con objeto de conocer la flora y vegetación Ibéricas. En esta actividad formativa se combinará el método expositivo (donde el profesor o experto invitado expondrá contenidos enfocados a la obtención de las competencias señaladas) con el método de trabajo en grupo, donde los alumnos habrán de organizarse para obtener la mayor información posible sobre la flora y vegetación del entorno.

VISITAS ORGANIZADAS (asistencia voluntaria)

Visitas temáticas (3%): Se ofrece completar la formación botánica mediante una serie de actividades con objetivos muy concretos (identificación en la estación invernal, prácticas de Gimnospermas, biomas tropicales, reconocimiento de especies) a través de visitas al arboreto de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural, al Jardín Botánico de Madrid y al jardín tropical de la Estación de Atocha. En estas actividades formativas se combinará el método expositivo con el de trabajo en grupo (haciendo uso de la técnica de estudio dirigido, donde los alumnos, con ayuda del guion de prácticas complementarias han de buscar e identificar los taxones señalados por el profesor).

TRABAJOS DIRIGIDOS

Elaboración de un herbario (11%) (obligatorio): Los alumnos deben realizar un herbario de 100 plantas, correctamente identificadas y etiquetadas, con objeto de aprender la metodología de herborización, y fijar conocimientos de identificación de plantas con ayuda de claves y lupa.

Simposio (3%) (voluntario): El alumno, o grupo de alumnos (3-5), guiado por el profesor, profundizará en un tema o caso práctico relacionado con la asignatura, mediante búsqueda y análisis de bibliografía. La actividad incluye la exposición del trabajo en clase en una presentación no superior a diez minutos.

ENTREVISTA COLECTIVA

Esporádicamente se invitará a un experto sobre un tema concreto (conservación de la biodiversidad, gestión de espacios protegidos...), que, tras una pequeña exposición, será entrevistado por el auditorio

TUTORÍAS (voluntarias)

Atención personalizada de ayuda para resolver dudas y orientar a uno o varios estudiantes en el proceso formativo de nivelación (recuperación) o avanzado (proacción).

Tabla 6. Métodos y técnicas de enseñanza propuestos en "Botánica, dendrología y geobotánica"

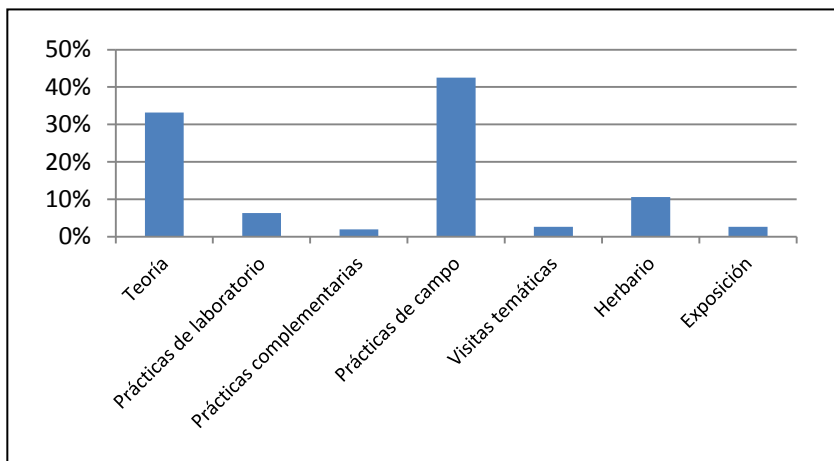


Figura 9. Reparto de actividades de enseñanza-aprendizaje en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”.

Clases teóricas

Dada la gran cantidad de materia que se concentra en esta asignatura, se propone hacer uso, mayormente, de la técnica expositiva con apoyo de los recursos disponibles (pizarra, proyectos, retroproyector, mapas en papel, etc.). Para que la exposición sea aprovechada por los alumnos, aunque habrá que tener en cuenta todos los aspectos comentados en el apartado de metodología de enseñanza, conviene prestar especial atención a la motivación del alumno. De todas las indicaciones dadas con anterioridad destaca, junto con la motivación inicial y la ordenación de los contenidos (ir construyendo sobre lo aprendido, escribir en la pizarra el esquema de los contenidos, etc.), lograr su participación en clase. A tal respecto se propone planificar el uso de otras técnicas, como la de la pregunta, el cuchicheo, la bola de nieve, la tormenta de ideas, la técnica del puzle o la técnica Phillips 66. Ir dando al alumno indicadores de avance (resultado de ejercicios, seguimiento de participación en foros, etc.), y motivar sobre los contenidos correspondientes a las siguientes actividades docentes, también tiene un efecto positivo en la motivación de los alumnos.

No es aconsejable que el número de estudiantes de cada grupo supere los 35 (Néricsi y Nervi, 1973). En la práctica no llegan a ese número, manteniéndose en torno a los 20-25 en el curso 2010-2011. Dado el menor número de matriculados en segundo de carrera de Ingeniería de Montes, es de esperar que para el curso próximo (2011-2012), último en el que se impartirá la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, no se supere esta cifra.

Prácticas y visitas temáticas

Las ventajas que ofrece la metodología de aprendizaje intuitiva, sin elementos intermedios que siempre suponen una distorsión de la realidad, explica la importancia que secularmente se le han concedido a las prácticas y excursiones en las enseñanzas de Ingeniería de Montes. En la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, las prácticas voluntarias de laboratorio, de campo, complementarias y

visitas temáticas (tabla 6), se proponen como técnicas de aprendizaje voluntarias para alcanzar los objetivos específicos de la asignatura (tabla 4).

De todas las actividades de enseñanza-aprendizaje, las **prácticas de campo** son a la que se dedica mayor porcentaje de tiempo (figura 9). La posibilidad que ofrecen para la observación directa de los elementos que componen el paisaje vegetal, la interpretación de los procesos reguladores del paisaje, y la vivencia de experiencias prácticas, justifican esta dedicación. Por otro lado, las prácticas de campo y las visitas temáticas, permiten integrar muchas otras actividades de aprendizaje, como son las exposiciones de expertos, las mesas redondas, las entrevistas colectivas, los trabajos dirigidos, etc. En conjunto, las prácticas experimentales facilitan la adquisición de habilidades de alto nivel: la capacidad de observación, el trabajo en equipo, el autoaprendizaje, la integración de conocimientos de manera crítica, los valores humanos positivos, la transversalidad del conocimiento, etc.

En relación con la transversalidad del conocimiento, uno de los aspectos que el Proceso Bolonia promueve, sería muy positivo organizar alguna de las prácticas de campo en coordinación con otras asignaturas, ya sea del mismo curso (“Meteorología y ecología vegetal”), o de otros (“Zoología”, “Entomología”, “Pascicultura”, “Patología forestal”, “Selvicultura tropical”, etc.). A este respecto, hay dos precedentes muy interesantes cuya labor se podría retomar: el curso multidisciplinar de la Sierra de Guadarrama (2004), y varias excursiones fuera del curso lectivo organizadas por Alfonso San Miguel, que integraron a alumnos de la ETSIM y a profesores de pascicultura, botánica, edafología, ordenación de montes, aprovechamientos, etc. Estas actividades transversales, de enmarcarse en asignaturas de diferentes cursos, podrían constituir cursos de posgrado de la UPM.

Las **prácticas de laboratorio**, donde se ponen a disposición del alumno varios juegos de pliegos de los taxones a estudiar, constituyen una herramienta de aprendizaje de elevado interés, ya que permite el estudio de plantas que difícilmente podrían observarse *in situ*. Los pliegos facilitan al alumno la observación de numerosos aspectos morfológicos difíciles de estudiar en fotografías o dibujos (consistencia foliar, pubescencia, variabilidad morfológica, etc.). A tal respecto, el material puesto a disposición de los estudiantes en debe poseer, lógicamente, los caracteres morfológicos que permiten su determinación, y a ser posible, se debe presentar material fresco.

De las distintas formas de organización que se han practicado durante los últimos años en las prácticas de laboratorio, hay unos aspectos que influyen positivamente en el aprovechamiento de las mismas:

- ✓ Es conveniente hacer una pequeña introducción sobre la importancia y los principales caracteres morfológicos de los taxones a tratar en cada práctica a modo de recordatorio.
- ✓ Presentar los pliegos de una forma desordenada estimula el trabajo del alumno, y ayuda a que fije los caracteres diferenciadores de cada taxón
- ✓ Es positivo dar la posibilidad de realizar un examen de autoevaluación con una colección nueva los últimos quince minutos de cada práctica. No obstante,

dado el elevado número de estudiantes que convergen en tiempo y espacio, este examen es difícil de supervisar. Para evitar aglomeraciones, y dado los beneficios de la autoevaluación, ésta se podría sustituir por la actividad 'autoevaluación' del Moodle.

De forma complementaria, hay que destacar la existencia de los distintos parques y jardines señalados en el apartado de recursos. Entre estos, destaca por su calidad, el arboreto de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural, que pese a su cercanía, se encuentra infrutilizado. Ofrecer actividades dirigidas, de recuperación y proacción, individuales o en grupo, es una alternativa que mejoraría la calidad de la enseñanza.

Por último, con objeto de ofrecer al alumno una atención con un mínimo de calidad, el número de estudiantes en cada práctica (de campo, laboratorio o complementarias), no deberían sobrepasar los 25 por profesor.

Herbario

Esta actividad tiene como objetivo principal capacitar al alumno en uno de los principales recursos de estudio de la vegetación: La herborización. Además, la recolección, prensado y etiquetado de plantas, facilita el proceso de aprendizaje y retención de los caracteres morfológicos, corológicos y autoecológicos de las mismas. Por tal motivo, se debe animar al alumnado a continuar con la labor de herborización una vez finalizada la asignatura.

La realización del herbario se propone en esta asignatura como actividad individual obligatoria y no-presencial, tras una clase práctica en la que se orienta al alumno en la tarea de recolección, prensado y etiquetado. No obstante, los alumnos se organizan para distribuirse la tarea de recolección y prensado, lo que en realidad torna la actividad en colaborativa (y así se propondrá en la asignatura "Botánica forestal"). Una de las finalidades de las prácticas de campo ofertadas, es la de facilitar a los alumnos la tarea de recolección, por lo que, dada la labor de prensado que han de realizar al final de las prácticas, se recomienda reservar un espacio de tiempo para esta tarea en los viajes de varios días de duración.

Entrevista colectiva

En función de la disponibilidad presupuestaria del Departamento de Silvopascicultura, se invitará a uno o varios expertos en conservación o gestión de espacios naturales, para ofrecer a los alumnos la oportunidad de conocer sus experiencias, y poder entrevistarle colectivamente. Es conveniente que los alumnos preparen la entrevista con anterioridad, lo que se puede realizar en la clase presencial con ayuda de técnicas como la tormenta de ideas, la bola de nieve o Phillips 66. Esta actividad se realizaría en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la UPM, a ser posible en coordinación con otras asignaturas.

Tutorías

Este recurso, tan poco utilizado excepto en los días previos a los exámenes, tiene un gran potencial en relación con la nivelación de conocimientos, y la proacción de los alumnos más aventajados. Animar a los alumnos a utilizar las tutorías, hacer públicos los horarios de tutorías aprobados por el Departamento, crear un clima de confianza alejado del dogmatismo o paternalismo, ser receptivos aceptando las críticas razonadas de los alumnos, consultar sus opiniones, potenciar el trabajo en equipo, y hacer uso de las nuevas tecnología de comunicación (a través de la plataforma Moodle o redes sociales profesionales como twitter), favorecen la utilización de este recurso.

Las tutorías no deben considerarse como clases particulares, sino como método de orientación al alumno guiándole en el proceso de autoaprendizaje. Así mismo, hacer uso de los foros electrónicos cuando surjan temas controvertidos o para aclarar dudas y animando a que los alumnos participen, sería muy efectivo en términos de motivación. Además, estos recursos, bien utilizados, reducirían el tiempo que el profesor ha de dedicar a resolver las dudas de los alumnos uno por uno (a este respecto poner a disposición de los alumnos un documento de *dudas frecuentes* es de enorme utilidad). Respecto a la utilización de los recursos electrónicos, también hay que destacar el peligro de desmotivación si no se responde a las cuestiones planteadas por los alumnos en tiempos aceptables.

Contenidos

Cómo se indicó anteriormente, el Plan de Estudios de Ingeniería de Montes de la UPM (1974) enumera con detalle los contenidos de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”. Esto, unido a la larga trayectoria de la asignatura, y a que ésta se impartirá un año más, justifica que únicamente se propongan ligeras modificaciones al programa vigente.

Éstas se han realizado teniendo en cuenta que los alumnos a quienes va dirigida la asignatura habrán cursado “*Anatomía y fisiología vegetal*” y “*Edafología*” (2º de Ingeniería de Montes), y que no todos cursarán la asignatura “Meteorología y ecología vegetal” (3ª de Ingeniería de Montes). La asignatura “Edafología”, profundiza en el conocimiento sobre geomorfología española, y la composición y estructura de los principales suelos españoles.

La asignatura “Anatomía y fisiología vegetal”, habrá provisto a los alumnos de los conocimientos básicos sobre taxonomía, sistemática y morfología vegetal de las plantas vasculares. Por otro lado, la asignatura “Meteorología y ecología vegetal” trata los fundamentos de ecología general y los factores ecológicos que afectan a los ecosistemas terrestres, la dinámica de poblaciones, la sinecología, y los distintos biomas del mundo. Estos últimos aspectos será sobre los que haya que reincidir para que los alumnos que no cursen “Meteorología y ecología vegetal” (especialidad de Industrias forestales), puedan seguir la asignatura con facilidad.

Los contenidos propuestos en la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, se dividen en tres módulos: Introducción, botánica sistemática y geobotánica.

Módulo 1: Introducción (8%)

La parte introductoria de la asignatura es de vital importancia en la motivación de los alumnos: predispone a la utilización de los recursos de aprendizaje y a la asimilación de los contenidos de la asignatura. Por tal motivo, se considera de importancia que éste módulo sea especialmente participativo, partiendo de los centros de interés de los alumnos haciendo uso de una aproximación psicológica, y haciendo referencia a la importancia de la botánica en la carrera profesional del Ingeniero de Montes.

Este Módulo, aparte de presentar la organización de la asignatura, los recursos de aprendizaje que se van utilizar, y el sistema de evaluación, ha de servir de conexión entre la asignatura y los conocimientos previos de los alumnos. Dado que los grupos, entre un año y otro, no tienen porqué tener el mismo nivel de conocimientos, se ha de tratar de recibir esta información previamente al comienzo del temario. El uso de técnicas grupales (cuchicheo, Phillips 66, preguntas colectivas, etc.) pueden ayudar al profesor a detectar deficiencias formativas en relación con la taxonomía (nomenclatura), sistemática (categorías axonómicas), morfología vegetal básica para la determinación de las plantas superiores, geografía y geomorfología del Globo y de España, principales rasgos de la litología española, o factores climáticos que condicionan la vida de las plantas. Una vez detectada alguna deficiencia, sería positivo

proporcionar herramientas de aprendizaje dirigido sobre estos contenidos (trabajos dirigidos con enlaces a recursos externos, o WebQuest).

Con objeto de facilitar la asimilación de los conocimientos sobre la corología y autoecología de los taxones que se tratan en el siguiente módulo, sería de gran utilidad presentar en la introducción la clasificación bioclimática española e incluso describir los grandes biomas del mundo (sin detallar los taxones que los caracterizan, pero sí sus las estrategias vitales). De acuerdo con esta idea se propone una modificación al programa actual de la asignatura.

Además, el módulo introductorio ha de sentar las bases de la historia de la botánica, de los sistemas de clasificación, de la sinopsis de los cinco reinos propuestos por Margulis (1996), y de la clasificación de los vegetales. Por último, habría que presentar la organización taxonómica que regirá el desarrollo del siguiente módulo.

Al menos desde el Plan de Estudios de 1974, el sistema de clasificación que sirve como estructura en el módulo *botánica sistemática* es el de Engler (Melchior y Werdermann, 1964). Dado que la finalidad de la utilización de un sistema de clasificación es la de proporcionar una estructura para el estudio la flora y dendrología forestal, que no existe un sistema de clasificación estable universalmente aceptado, y que el sistema de Engler ha sido ampliamente utilizado en Europa occidental en el siglo XX, se considera que éste sigue constituyendo un marco adecuado para encauzar los contenidos del siguiente módulo. No obstante, en el futuro, podría considerarse la utilización de los sistemas de clasificación que sigue Flora Ibérica, actualmente inconclusa. Dicha obra sigue para las gimnospermas, la sistemática de Engler (Melchior y Werdermann, 1964), y como marco general de las angiospermas, la de Stebbins (1974).

Módulo 2: Botánica sistemática (62%)

En este módulo, siguiendo el sistema de clasificación comentado, se estudiarán los taxones vegetales de interés forestal, paisajístico y ornamental. El programa refleja la revisión de todos los grupos vegetales, con una dedicación ponderada en función de su transcendencia de aplicación en el ámbito forestal.

En el desarrollo de este módulo, se atenderá a los saltos evolutivos que permiten la ocupación de distintos espacios (independización del medio acuático, colonización de espacios áridos), y sus implicaciones paisajísticas en la escala geológica del tiempo. De cada grupo taxonómico, enfocados a su distinción con otros grupos próximos, se estudiarán los aspectos estructurales o biotipos, y los aspectos morfológicos vegetativos y reproductivos. Se prestará especial atención a la nomenclatura (nombres científicos y populares), e identificación de los principales taxones que medran en territorio español. A tal respecto, se presentan los dos listados de taxones de obligado reconocimiento utilizados en la asignatura, sin modificaciones. El listado de taxones de primera categoría incluye principalmente las especies arbóreas autóctonas de la Península Ibérica de interés forestal. En cambio la lista de segunda categoría, recoge los taxones arbóreos no autóctonos y arbustivos de interés forestal, ornamental o paisajístico.

GIMNOSPERMAS**Pinaceae***Abies alba* Miller*Abies pinsapo* Boiss.* *Picea abies* (L.) Karsten* *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco* *Larix decidua* Miller* *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière* *Cedrus deodara* (Roxb. Ex D. Don) G. Don fil* *Pinus radiata* D. Don.*Pinus uncinata* Ramond ex DC.*Pinus sylvestris* L.*Pinus nigra* Arnold *subsp. salzmannii* (Dunal) Franco*Pinus pinea* L.*Pinus pinaster* Aiton*Pinus halepensis* Miller*Pinus canariensis* Chr. Sm. ex DC.**Cupressaceae***Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters*Juniperus communis* L.*Juniperus oxycedrus* L.*Juniperus phoenicea* L.*Juniperus thurifera* L.*Juniperus sabina* L.* *Cupressus sempervirens* L.* *Cupressus macrocarpa* Hartweg* *Cupressus arizonica* E. L. Greene* *Platycladus orientalis* (L.) Franco [= *Biota orientalis* (L.) Endl.]* *Thuja* sp.* *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.* *Calocedrus decurrens* (Torrey) Florin**Taxaceae***Taxus baccata* L.**ANGIOSPERMAS****Juglandaceae***Juglans regia* L.**SALICACEAE***Populus alba* L.*Populus tremula* L.*Populus nigra* L.**Betulaceae***Betula* sp.*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner*Corylus avellana* L.**Fagaceae***Fagus sylvatica* L.*Castanea sativa* Miller*Quercus robur* L.*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.*Quercus canariensis* Willd.*Quercus pyrenaica* Willd.*Quercus humilis* Miller [= *Quercus pubescens* Willd.]*Quercus faginea* Lam.*Quercus suber* L.*Quercus ilex* L.*Quercus coccifera* L.* *Quercus rubra* L.**Ulmaceae***Ulmus minor* Miller*Ulmus glabra* Hudson*Celtis australis* L.**Lauraceae***Laurus nobilis* L.**Platanaceae*** *Platanus orientalis* Miller var. *acerifolia***Rosaceae***Sorbus aucuparia* L.*Sorbus domestica* L.*Sorbus aria* (L.) Crantz*Sorbus torminalis* (L.) Crantz*Prunus avium* L.* *Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb**Leguminosae***Ceratonia siliqua* L.**Aceraceae***Acer platanoides* L.*Acer pseudoplatanus* L.*Acer opalus* Miller *subsp. opalus**Acer opalus* Miller *subsp. granatense* (Boiss.) Font Quer & Rothm.*Acer campestre* L.*Acer monspessulanum* L.**Hippocastanaceae*** *Aesculus hippocastanum* L.**AQUIFOLIACEAE***Ilex aquifolium* L.**Tiliaceae***Tilia platyphyllos* Scop.*Tilia cordata* Miller**Elaeagnaceae*** *Elaeagnus angustifolia* L.**Myrtaceae*** *Eucalyptus globulus* Labill.* *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.**Ericaceae***Arbutus unedo* L.*Erica arborea* L.**Oleaceae***Olea europaea* L.*Fraxinus excelsior* L.*Fraxinus angustifolia* Vahl*Fraxinus ornus* L.**Tabla 7.** Listado de taxones de primera categoría (Botánica, dendrología y geobotánica).

* Taxones no autóctonos de la Península Ibérica

PTERIDÓFITOS**Polypodiaceae**

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

GIMNOSPERMAS**Gynkoaceae**

* *Ginkgo biloba* L.

Taxodiaceae

* *Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl.

* *Sequoiadendron giganteum* (Lindley) Bucholz

* *Cryptomeria japonica* (L. fil) D. Don

* *Taxodium* sp.

Araucariaceae

* *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco

Ephedraceae

Ephedra sp

ANGIOSPERMAS**Casuarinaceae**

* *Casuarina* sp.

Salicaceae

* *Populus simonii* Carrière

* *Populus x canadensis* Moench

Salix alba L.

Salix fragilis L.

Salix purpurea L.

Salix salviifolia L.

Salix elaeagnos Scop.

Salix atrocinerea Brot.

Salix caprea L.

Betulaceae

Carpinus betulus L.

Fagaceae

Quercus lusitanica Lam.

[= *Quercus fruticosa* Brot.]

Ulmaceae

* *Ulmus pumila* L.

* *Ulmus laevis* Pallas

Moraceae

Ficus carica L.

* *Morus* sp.

Santalaceae

Osyris alba L.

Osyris lanceolata Hoscht. & Steud.

Loranthaceae

Arceuthobium oxycedri (DC.) Bieb.

Viscum album L.

Chenopodiaceae

Atriplex halimus L.

Salsola vermiculata L.

Magnoliaceae

* *Magnolia grandiflora* L.

Ranunculaceae

Clematis vitalba L.

Berberidaceae

Berberis vulgaris L.

Capparaceae

Capparis spinosa L.

Cruciferae

Hormatophylla spinosa (L.) Küpfer

Pittosporaceae

* *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton

Rosaceae

Spiraea hypericifolia L.

Rosa sp.

Rubus sp.

* *Cydonia oblonga* Miller

Pyrus sp.

Malus sp.

Amelanchier ovalis Medicus

* *Pyracantha coccinea* M.J. Roemer

Crataegus monogyna Jacq.

Prunus padus L.

Prunus mahaleb L.

Prunus spinosa L.

Prunus insititia L.

Prunus lusitanica L.

* *Prunus laurocerasus* L.

Leguminosae

* *Acacia* (grupo *dealbata*)

* *Acacia* (grupo *melanoxylon*)

* *Acacia* (grupo *farnesiana*)

* *Gleditsia triacanthos* L.

* *Cercis siliquastrum* L.

* *Sophora japonica* L.

Retama sphaerocarpa (L.) Boiss.

Retama monosperma (L.) Boiss.

Ulex sp.

Adenocarpus complicatus (L.) Gay

Adenocarpus hispanicus (Lam.) DC.

Chamaespartium tridentatum (L.) P. Gibbs

Erinacea anthyllis Link

Echinopartium sp.

Cytisus multiflorus (L'Hér.) Sweet

Cytisus scoparius (L.) Link

Cytisus purgans (L.) Boiss.

Genista florida L.

Genista cinerea (Vill.) DC.

Genista umbellata (L'Her.) Poir.

Genista scorpius (L.) DC.

Genista hispanica L.

Genista hirsuta Vahl

Calicotome sp.

Spartium junceum L.

* *Robinia pseudoacacia* L.

Colutea sp.

Dorycnium pentaphyllum Scop.

Anthyllis cytisoides L.

Ononis tridentata L.

EUPHORBIACEAE

Securinega tinctoria (L.) Rothm

SIMAROUBACEAE

* *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle

MELIACEAE

* *Melia azedarach* L.

Coriariaceae

Coriaria myrtifolia L.

ANACARDIACEAE	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch
<i>Rhus coriaria</i> L.	<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.
ACERACEAE	<i>Rhododendron ponticum</i> L. subsp. <i>baeticum</i> (Boiss.& Reuter) Hand.-Mazz
* <i>Acer negundo</i> L.	OLEACEAE
Sapindaceae	<i>Jasminum fruticans</i> L.
* <i>Koelreuteria paniculata</i> Lam.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
Celastraceae	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.
<i>Euonymus europaeus</i> L.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.
BUXACEAE	APOCYNACEAE
<i>Buxus sempervirens</i> L.	<i>Nerium oleander</i> L.
RHAMNACEAE	Asclepiadaceae
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Periploca laevigata</i> Aiton
<i>Rhamnus alpinus</i> L.	BORAGINACEAE
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	<i>Lithodora fruticosa</i> (L.) Griseb
<i>Rhamnus saxatilis</i> Jacq.	VERBENACEAE
<i>Rhamnus lycioides</i> L.	<i>Vitex agnus-castus</i> L.
<i>Frangula alnus</i> Miller	LABIATAE
Vitaceae	<i>Lavandula latifolia</i> Medicus
<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>sylvestris</i> (C. C. Gmelin) Hegi	<i>Lavandula stoechas</i> L. subsp. <i>pedunculata</i> (Miller) Samp. ex Rozeira
Thymelaeaceae	<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl.
<i>Daphne gnidium</i> L.	<i>Thymus mastichina</i> (L.) L.
<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	<i>Thymus zygis</i> Loeffl. ex L.
CISTACEAE	<i>Thymus vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>
<i>Cistus albidus</i> L.	<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.
<i>Cistus crispus</i> L.	<i>Sideritis hirsuta</i> L.
<i>Cistus salviifolius</i> L.	<i>Teucrium polium</i> L.
<i>Cistus populifolius</i> L.	<i>Teucrium gnaphalodes</i> L'Hér.
<i>Cistus psilosepalus</i> Sweet	<i>Teucrium fruticans</i> L.
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	<i>Phlomis lychnitis</i> L.
<i>Cistus ladanifer</i> L.	<i>Phlomis purpurea</i> L.
<i>Cistus laurifolius</i> L.	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
<i>Cistus clusii</i> Dunal	GLOBULARIACEAE
<i>Halimium viscosum</i> (Willk.) P.Silva	<i>Globularia alypum</i> L.
<i>Halimium atripicifolium</i> (Lam.) Spach	CAPRIFOLIACEAE
Tamaricaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Tamarix</i> sp.	<i>Viburnum tinus</i> L. subsp. <i>tinus</i>
MYRTACEAE	<i>Viburnum lantana</i> L.
<i>Myrtus communis</i> L.	<i>Viburnum opulus</i> L.
Punicaceae	<i>Lonicera xylosteum</i> L.
* <i>Punica granatum</i> L.	<i>Lonicera periclymenum</i> L.
Cornaceae	<i>Lonicera etrusca</i> G. Santi
<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i>	<i>Lonicera implexa</i> Aiton
Araliaceae	<i>Santolina rosmarinifolia</i> L.
<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.
Umbelliferae	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench subsp. <i>stoechas</i>
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>glutinosa</i> (Gay ex
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso
ERICACEAE	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) W. Greuter
<i>Erica scoparia</i> L.	LILIACEAE
<i>Erica australis</i> L.	<i>Smilax aspera</i> L.
<i>Erica cinerea</i> L.	GRAMINEAE
<i>Erica vagans</i> L.	<i>Stipa tenacissima</i> L.
<i>Erica multiflora</i> L.	<i>Lygeum spartum</i> L.
<i>Erica umbellata</i> L.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex. Steudel <i>Arundo donax</i> L.
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Palmae
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel	<i>Chamaerops humilis</i> L.

Tabla 8. Listado de plantas de segunda categoría (Botánica, dendrología y geobotánica)

* Taxones no autóctonos de la Peínsula Ibérica

Por último, como herramienta de especial importancia para la realización de trabajos botánicos, se considera imprescindible que los alumnos aprendan a determinar taxones vegetales con claves. La realización del herbario, la presentación en clase de claves sencillas para los grupos más complejos (*Rosaceae*, *Cistaceae*, *Ericaceae*...), y la planificación de una práctica complementaria de determinación con clave persiguen este objetivo.

En cuanto al enfoque que regirá el estudio de los taxones incluidos en el presente módulo, se tratarán los aspectos relacionados con los comportamientos biológicos (regeneración vegetativa-sexual, tipo de polinización, mecanismos de dispersión, carácter colonizador...), y las características autoecológicas (espectro ambiental y afinidad de sustratos). Con el apoyo de los conocimientos tratados en el primer módulo sobre fitoclimatología, se estudiarán los aspectos corológicos (áreas de distribución mundial e ibérica, e intervalos altitudinales). Además se tratarán los aspectos relacionados con la importancia paisajística (mundial e ibérica), la relevancia de los taxones en la composición de las formaciones vegetales, y los aspectos aplicados (carácter bioindicador y principales usos).

La realización de actividades grupales en el aula, se presentan en este módulo como complemento a las exposiciones en el aula, para ayudar a los alumnos a fijar los contenidos citados, agrupando taxones por afinidades ambientales y edáficas, por áreas de distribución, caracteres biológicos, etc. Para la realización de este tipo de actividades, puede resultar de utilidad las herramientas de creación de mapas conceptuales como Cmap Tools (ej.: <http://cmap.ihmc.us/>)

Modulo 3: Geobotánica (30 %)

La geobotánica, o fitogeografía, comprende el estudio de los taxones vegetales, de comunidades vegetales, y de su distribución. Sus contenidos se pueden agrupar bajo los siguientes apartados: introducción, corología, paleofitogeografía, fitoecología (autoecología de las plantas), y fitocenología (sinfitoecología, o fitosociología).

En el apartado introducción se incluyen los conceptos básicos de ecología que el alumno debe conocer para explicar la distribución de las especies y comunidades vegetales, y su dinámica: migración, especiación, métodos de dispersión, influencia de los factores bióticos y abióticos, respuesta de los vegetales a las condiciones del medio, adaptaciones, tipos biológicos, nomenclatura mesológica, mecanismos de interacción entre plantas y conceptos sobre la teoría de sucesión. Algunos de estos conceptos ya habrán sido tratados por algunos estudiantes en el primer semestre de la asignatura "Meteorología y ecología vegetal". Por tal motivo, lo más efectivo sería que este apartado se impartiese en modalidad b-learning (semipresencial). De tal manera, en clase se haría un resumen sobre los aspectos básicos a modo de recordatorio, ofreciendo recursos adicionales a través del Moodle para los alumnos que necesiten un refuerzo.

Posteriormente a la introducción, se abordan los aspectos relativos a la corología y a la paleofitogeografía. En el apartado de corología, se estudiarán los conceptos relacionados con la distribución de los vegetales y sus causas. Se tratarán los tipos de áreas, el tamaño relativo del área de una especie, especiación, endemidad, progresión y regresión. También en este apartado se han de presentar a los alumnos los conceptos básicos sobre la ecología del paisaje (materia que actualmente se trata lateralmente en diferentes asignaturas) y la teoría de la biogeografía de islas. Por último, se incluye el estudio de los elementos florísticos: la división floral del Mundo, y más detalladamente, la de España.

En el apartado de paleofitogeografía, se profundizará en el estudio de la variación de las áreas de especies y comunidades vegetales a lo largo del tiempo geológico. En Ingeniería de Montes, la paleofitogeografía se ha de presentar como una herramienta para el forestal: como ayuda a la interpretación del paisaje y al entendimiento de la distribución actual de especies, agrupaciones vegetales y territorios florísticos. Igualmente se ha de incidir en su utilidad para comprender la presencia de endemismos, de comunidades relictas, y vías migratorias. Sería interesante, además de presentar a los alumnos los recursos de los que disponen para obtener información paleofitogeográfica, terminar el tema con una presentación de las tendencias migratorias en relación con el cambio climático.

A continuación, los alumnos deberían de estar en condiciones de abordar el estudio de los apartados fitoecología y fitocenología. Gran parte de los contenidos correspondientes a la fitoecología, son objeto de estudio de la asignatura "Meteorología y ecología vegetal". Teniendo en cuenta este aspecto, por un lado habrá que ajustar el contenido del apartado correspondiente para evitar repeticiones innecesarias. Por otro lado, habrá que repasar los aspectos básicos y poner a disposición de los alumnos los recursos necesarios para nivelen sus conocimientos.

Por último, la fitocenología es el núcleo central de este módulo, ya que presenta el máximo interés para el Ingeniero de Montes. En este apartado se tratarán los temas relacionados con la composición, estructura, taxonomía y sistemática de las asociaciones vegetales. Además se capacitará al alumno en el método fitosociológico sigmatista, prestando especial atención al inventario y a la nomenclatura fitosociológica. Posteriormente, con objeto de que el alumno tenga un panorama general de la vegetación del Globo, y sepa valorar la vegetación ibérica en su contexto, se profundizará en la clasificación fisionómica de Walter de la vegetación de la Tierra (XXX). Finalizará este módulo con el estudio detallado de la vegetación española. Se profundizará en la composición y distribución de la vegetación, factores que la condicionan, dinámica de sucesión, uso e interés de los bosques, los matorrales y los principales tipos de pastos.

En cuanto a los aspectos relacionados con la cartografía de la vegetación, si bien la asignatura "Topografía y geodesia" (cuarto de Ingeniería de Montes), capacita para la realización de mapas cartográficos, la asignatura "Botánica, dendrología y geobotánica" debe capacitar a los alumnos en las habilidades necesarias para la inventariación de la vegetación, así como para la interpretación de los distintos mapas de vegetación. El primer aspecto se puede abordar en las prácticas de campo, realizando inventarios siguiendo distintas metodologías, mientras que la interpretación

de los mapas de vegetación es materia de trabajo en las prácticas complementarias de cartografía de la vegetación (en papel y en soporte digital).

La complejidad de los aspectos aquí tratados, justifican el uso de distintas técnicas de aprendizaje. La combinación de todas las señaladas en apartados anteriores (tormenta de ideas, simposios, seminarios, trabajos dirigidos, foros, entrevistas, etc.), unidos a las distintas actividades propuestas (herbario, prácticas de campo, visitas temáticas, dan la máxima versatilidad a este módulo.

Programa

A continuación se presenta una propuesta de programa de estudios para la asignatura Botánica, dendrología y geobotánica, basada en la publicada en el Plan de Estudios de Ingeniería de Montes (UPM, 2004) y el programa actual con unas ligeras modificaciones.

PRIMER PARTE: Introducción, generalidades

- Tema 1. Presentación del curso. Introducción a la asignatura: finalidad y orientación. Importancia botánica para el ingeniero de montes. Metodología, organización y distribución de las clases teóricas y prácticas. Planificación de viajes de prácticas. Formación previa necesaria. Recursos docentes y bibliografía básica comentada.
- Tema 2. Sistemas de clasificación. Sinopsis histórica de la Botánica. La botánica en el ámbito forestal. Los cinco reinos de Margulis. Clasificación de los vegetales. La organización taxonómica según el sistema de Engler.
- Tema 3. Factores responsables de la zonación vegetación del Globo (disponibilidad de energía; estacionalidad; distribución de las masas continentales; vientos, características del biótomo receptor: topografía, orientación, tipo de sustrato...). Estrategias dominantes en comunidades terrestres en los diferentes cinturones climáticos del Globo. Hemisferio boreal: Las zonas polares (tundra), zonas templado frías-subpolares (taigas), zona templada propiamente dicha (planocaducifolios), zonas templado cálidas (vegetación mediterránea y mongólica), y zonas intertropicales (agrupaciones tropófilos y ombrófilas). Variaciones en las zonas homólogas del Hemisferio Sur, causas. El continente ideal de Tröll.
- Tema 4. Factores condicionantes del paisaje vegetal de España (clima, sustrato, relieve, acción antrópica): Clasificación bioclimática de España.

SEGUNDA PARTE: Botánica sistemática

- Tema 5. Los grupos incluidos en la Botánica. Reino Monera. Reino Protoctista. Reino Fungi. Las simbiosis fúngicas. Reino Planta: la ocupación progresiva de los ambientes terrestres. Los grupos de la línea terrestre (Planta): hepáticas; musgos; licopodiófitos; equisetófitos; filicófitos; espermatófitos. Los helechos: helechos arborescentes; helechos de interés en la península Ibérica.
- Tema 6. **Div. *Pinophyta***, generalidades, origen, consideraciones evolutivas, sistemática. **Clase *Cycadopsida***. Orden *Cycadales*, géneros más importantes, *Cycas revoluta*. Orden *Gingkoales*, generalidades, importancia paleobotánica de *Gingko biloba*. **Clase *Pinopsida* (*Coniferopsida*)**. Orden *Pinales* (Coniferales), caracteres generales, significación, familias.
- Tema 7. Fam. *Pinaceae*, subfamilias. *Abietoideae*: *Abies*, los abetos ibéricos. *Picea*, *Tsuga* y *Pseudotsuga*. *Laricoideae*: *Larix* y *Cedrus*.
- Tema 8. *Pinoideae*: género *Pinus*, caracteres generales, morfología, biología, sistemática, diagnosis de los pinos ibéricos, canario y de Monterrey. *P. uncinata*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. canariensis* y *P. radiata*: descripción.

- Tema 9. *P. uncinata*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. canariensis* y *P. radiata*: corología (distribución mundial e ibérica). Hábitat y temperamento. Pinos exóticos.
- Tema 10. Orden *Pinales* (Cont.). Fam. *Taxodiaceae*: géneros *Taxodium*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Cryptomeria*, *Metasequoia*; otros géneros. Fam. *Podocarpaceae*: su importancia en los bosques montanos tropicales y subtropicales, *Podocarpus* y *Dacrydium*. Fam. *Cephalotaxaceae*: *Cephalotaxus*. Fam. *Araucariaceae*: *Araucaria*, y *Agathis*.
- Tema 11. Orden *Pinales* (cont.). Fam. *Cupressaceae*: caracteres. *Cupressoideae*: género *Cupressus*, *C. sempervirens* y *C. arizonica*; género *Chamaecyparis*. *Thujoideae*: *Thuja*, *Platycladus* y *Calocedrus*. Género *Tetraclinis*, *T. articulata*. Otros géneros. *Juniperoideae*, generalidades, diagnosis de las especies ibéricas.
- Tema 12. Género *Juniperus*: descripción, ecología y corología de las especies ibéricas (*J. oxycedrus*, *J. communis*, *J. thurifera*, *J. phoenicea*, *J. sabina*), táxones infraespecíficos; otras especies (*J. drupacea*, *J. cedrus*). **Clase Taxopsida**. Orden *Taxales*. Fam. *Taxaceae*: *Taxus baccata*, su importancia en los montes españoles; *Torreya*. **Clase Gnetopsida**, importancia evolutiva. Orden *Gnetales*: *Welwitschiaceae* (interés como relictos); *Gnetaceae*; *Ephedraceae*: especies ibéricas, su importancia en medios semiáridos
- Tema 13. **Div. Magnoliophyta**. Generalidades, aspectos evolutivos: flores y frutos. División. **Clase Magnoliopsida** (dicotiledoneas). **Subclase Archiclamideae**. Orden *Casuarinales*, *Casuarinaceae*. *Juglandales*. *Juglandaceae*: *Carya* y *Juglans*, *Juglans regia*, otras especies. *Myricaceae*: táxones de interés (*M. gale* y *M. faya*).
- Tema 14. Orden *Salicales*. *Salicaceae*: generalidades, importancia en los ambientes riparios. Género *Salix*: sauces arbóreos y arbustivos. *Populus*: su importancia como táxones de interés forestal de crecimiento rápido. *Populus alba*, *P. nigra* y *P. tremula*. Otros chopos.
- Tema 15. Orden *Fagales*: generalidades, significación, sistemática. *Betulaceae*: caracteres, división; *Betula*: *Alnus*; *Corylus*; otros táxones (*Carpinus*, *Ostrya*). *Fagaceae*: caracteres, división; género *Fagus*, *F. sylvatica*. Otras especies (*F. orientalis*, *F. grandifolia*); *Nothofagus*; *Castanea*. Otros taxones.
- Tema 16. *Fagaceae* (cont.): *Quercus*: generalidades. Caracteres botánicos. El género *Quercus* en el paisaje vegetal. Sistemática, diferenciación morfológica de las especies ibéricas. Especies exóticas.
- Tema 17. Género *Quercus* (cont.). Caracterización ambiental de las diferentes especies de la península Ibérica. *Quercus* alóctonos de interés.
- Tema 18. Orden *Urticales*. *Ulmaceae*: generalidades, los olmos en la península Ibérica. El género *Celtis*, *C. australis*; *C. occidentalis*. Otros géneros. *Moraceae*: *Ficus*, *F. carica*, otras especies; *Morus* y otras moráceas. *Proteales*: *Proteaceae*, géneros *Grevillea* y *Hakea*; Orden *Santalales*, *Santalaceae*, el género *Osyris*. *Loranthaceae*, *Viscum*, *Arceuthobium*. *Caryophyllales* (*Centrospermae*): *Phytolacaceae*, el ombú. *Aizoaceae*, género *Messembryanthemum*, *Carpobrotus*, *Lithops*. *Caryophyllaceae*, importancia de la familia en la flora ibérica (*Dianthus*, *Petrocoptis*, *Gypsophylla*). *Chenopodiaceae*. Importancia de la familia en marismas y medios semiáridos o ricos en sales de la península Ibérica: *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Atriplex*, *Anabasis*, *Krascheninikovia*, *Salsola*, *Suaeda*.

- Tema 19. Orden *Cactales*: importancia de la familia en ambientes xéricos del globo, *Opuntia*. Orden *Magnoliales*: *Magnoliaceae*, *Magnolia* y *Liriodendron*. *Annonaceae*. *Lauraceae*: caracteres botánicos, significación de la familia en los ambientes tropicales y subtropicales del Globo. *Laurus nobilis* en la cuenca mediterránea; lauráceas de la laurisilva canaria (*Ocotea*, *Apollonias*, *Laurus*, *Persea*). Orden *Ranunculales*: *Ranunculaceae*, caracteres generales; sistemática. *Clematis*, otras especies. *Berberidaceae*, el género *Berberis*. Orden *Guttiferales*: *Dipterocarpaceae*: *Hopea*, *Shorea*, *Vatica* y *Dipterocarpus*. *Theaceae*, el mocán canario, la camelia y el té. Orden *Papaverales*: *Capparaceae*; *Capparis spinosa*; *Cruciferae*, morfología, las crucíferas leñosas en el paisaje vegetal ibérico, *Hormathophylla*, *Vella*, *Boleum* y *Euzomodendron*.
- Tema 20. Orden *Rosales*: *Platanaceae*, interés ornamental, *Platanus orientalis* var. *acerifolia*. *Hammamelidaceae*, género *Liquidambar*. *Crassulaceae*, *Saxifragaceae*. *Grossulariaceae*, *Pittosporaceae*. *Leguminosae* (= *Fabaceae*). Morfología y sistemática. *Caesalpinioideae*, *Cerantonia siliqua* en el paisaje vegetal ibérico, especies alóctonas de interés ornamental: *Cercis siliquastrum* y *Gleditsia triacanthos*. *Mimosoideae*, el género *Acacia*, (gr. *melanoxydon*, gr. *dealbata*, gr. *farnesiana*); otros táxones de interés ornamental. *Faboideae*, caracteres de la subfamilia, interés como integrantes de los matorrales, praderas y pastos ibéricos. *Sophora* y *Robinia*.
- Tema 21. *Fabaceae* (cont.). *Genisteae*: piornales, retamares, tojales y aulagares, géneros *Ulex*, *Genista*, *Cytisus*, *Erinacea*, *Spartium*, *Calicotome*, *Adenocarpus*, *Echinospartum*, *Retama*, *Chamaespartium*, otros taxones.
- Tema 22. *Rosaceae*, caracteres generales. Subfamilias. *Spiroideae*; *Rosoideae*. *Prunoideae*, *Prunus avium*. *Prunoideae*: *P. mahaleb*, *P. padus* y *P. spinosa*; *P. lusitanica*, su significación como relicto subtropical; otras especies: *P. laurocerasus*, táxones alóctonos de interés económico.
- Tema 23. *Rosaceae* (cont.). *Maloideae*, identificación; *Sorbus*, serbales y mostajos ibéricos: *Sorbus aucuparia*, *S. aria*, *S. torminalis*, *S. domestica*, híbridos y apomixis, otras spp. Géneros *Malus*, *Pyrus*, *Amelanchier*, *Crataegus* y *Cotoneaster*, otros táxones.
- Tema 24. Orden *Geraniales*: *Zygophyllaceae*, táxones ibéricos; palosantos o guayacanes, género *Larrea*. *Euphorbiaceae*, género *Euphorbia*, euforbias cactiformes. *Euphorbiaceae* de interés, caucho y ricino, *Flueggea*. *Linaceae*, *Linum* en los matorrales ibéricos. Orden *Rutales*: *Rutaceae*, las "rudas", el género *Citrus*. *Cneoraceae*. *Simaroubaceae*, *Ailanthus altissima*. *Meliaceae*, importancia forestal de la familia como fuente de maderas de calidad, caobas y cedros, géneros *Swietenia*, *Cedrela*, *Khaya*, interés ornamental de *Melia azedarach*, el árbol nim (*Azadirachta indica*).
- Tema 25. Orden *Sapindales*: *Coriariaceae*, *Coriaria myrtifolia*. *Anacardiaceae*, el género *Pistacia* en la península Ibérica, lentisco y cornicabra otros géneros: *Rhus*, *Schinus*, *Schinopsis*, *Mangifera*, *Cotinus* y *Anacardium*, *Aceraceae*: *Acer*, los arces ibéricos. *Sapindaceae*, *Koelreuteria paniculata*. *Hippocastanaceae*, *Aesculus hippocastanum*, otras especies.
- Tema 26. Orden *Celastrales*: *Aquifoliaceae*, acebo y acebedas. *Celastraceae*, géneros *Maytenus* y *Euonymus*. *Buxaceae*, bojés ibéricos. Orden *Rhamnales*: *Rhamnaceae*, géneros *Rhamnus*, *Frangula*, *Zizyphus* y *Paliurus*. *Vitaceae*, *Vitis vinifera*. Orden *Malvales*: *Tiliaceae*, género *Tilia*, significación e interés. *Malvaceae*, género *Lavatera*, el kenaf (*Hibiscus cannabinus*) y el algodón

(*Gossypium*). *Bombacaceae*, *Adansonia*, *Chorisia*, *Bombax* y *Ceiba*. *Sterculiaceae*, *Theobroma*, *Brachichyton*, *Sterculia*, otros géneros.

- Tema 27. Orden *Thymelaeales*: *Thymelaeaceae*, géneros *Daphne* y *Thymelaea*. *Elaeagnaceae*, géneros *Elaeagnus angustifolia*, *Hippophae rhamnoides*. Orden *Violales*: *Cistaceae*, significación de la familia en los matorrales ibéricos, diagnóstico de géneros. *Cistus*, *Halimium*, *Tuberaria*, *Fumana* y *Helianthemum*: especies más importantes, descripción y distribución. *Tamaricaceae*, los tarajes ibéricos, género *Myricaria*. Breve alusión a *Frankeniaceae*.
- Tema 28. Orden *Myrtales* (*Myrtiflorae*): *Myrtaceae*, importancia del género *Eucalyptus*, *E. globulus* y *E. camaldulensis*, otras spp., géneros *Myrtus*, *Feijoa*, *Metrosideros*; táxones ornamentales. *Punicaceae*, *Punica granatum*. *Rhizophoraceae*, los manglares. *Sonneratiaceae* y *Combretaceae*. *Lythraceae*, géneros *Lythrum*, *Lagerstroemia*. Orden *Umbellales* (*Umbelliflorae*): *Cornaceae*, *Cornus sanguinea*, otras sp. *Araliaceae*, *Hedera helix*. *Umbelliferae* (= *Apiaceae*), caracteres morfológicos, interés en alimentación, el género *Bupleurum* en la vegetación ibérica.
- Tema 29. **Subclase Sympetalae**. Orden *Ericales*: *Empetraceae*, géneros *Empetrum* y *Corema*. *Ericaceae*, significación, morfología, sistemática, géneros *Arbutus*, *Rhododendron*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Daboecia*. Los brezos: géneros *Calluna* y *Erica*. Principales especies de *Erica* en la península Ibérica.
- Tema 30. Orden *Primulales*: *Myrsinaceae*, táxones de la flora canaria (*Pleiomeris*, *Heberdenia*). Orden *Plumbaginales*: *Plumbaginaceae*, géneros *Limonium*, *Limoniastrum* y *Armeria*. Orden *Ebenales*: *Sapotaceae*, *Argania spinosa*, *Sideroxylon marmulano*; *Ebenaceae*, *Dyospiros*, los ébanos. Orden *Oleales*: *Oleaceae*: *Fraxinus*, los fresnos ibéricos, *Phillyrea*, *Ligustrum* y *Jasminum*; el acebuche y el olivo.
- Tema 31. Orden *Gentianales*: *Apocynaceae*, *Nerium oleander*, género *Vinca*. *Asclepiadaceae*, estructura floral, el ginostegio, géneros *Periploca* (su papel en los ambientes del sureste semiárido ibérico), *Gomphocarpus*, *Asclepias*, otros géneros. *Rubiaceae*, géneros *Rubia* y *Galium*, el café. Orden *Solanales* (*Tubiflorae*): *Boraginaceae*, géneros *Lithodora* y *Echium*, los taginastes canarios. *Verbenaceae*, *Vitex agnuscastus*. *Labiatae* (*Lamiaceae*), generalidades, morfología, su importancia en los matorrales ibéricos, géneros *Thymus*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Lavandula*, *Phlomis*, *Teucrium*, otros géneros.
- Tema 32. *Bignoniaceae*, importancia ornamental de la familia, géneros *Catalpa*, *Jacaranda*, *Campsis*, *Spathodea*, otros géneros. *Solanaceae*, *Solanum* y *Nicotiana*, otros géneros. *Globulariaceae*, *Globularia alypum*. *Myoporaceae*, *Myoporum tenuifolium*. *Buddlejaceae*. Orden *Dipsacales*: *Caprifoliaceae*, género *Lonicera*, especies ibéricas, géneros *Sambucus* y *Viburnum*, otros táxones ornamentales. Orden *Campanulales*: *Asteraceae*, generalidades, morfología floral, importancia mundial de la familia, géneros *Launaea*, *Santolina*, *Helichrysum*, *Dittrichia* y *Artemisia*.
- Tema 33. **Clase Liliopsida** (monocotiledóneas). Caracteres generales de la clase, consideraciones evolutivas, división. Orden *Liliales*: *Liliaceae*, géneros *Ruscus*, *Smilax*, *Asparagus*, *Asphodelus* y *Aphyllanthes*, otros géneros. *Agavaceae*, géneros *Agave* y *Dracaena*, el drago de Canarias, géneros *Yucca*, *Phormium* y *Cordyline*. *Alliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Iridaceae*. *Dioscoriaceae*, *Tamus communis*. Ordenes *Orchidales*, *Juncuales*, *Bromeliales*, *Arales*, *Pandanales* (*Typhaceae*) y *Cyperales*.

Tema 34. Orden *Graminales*: *Poaceae*, estructura floral de las gramíneas, importancia en los paisajes del Globo: praderas, cañaverales, carrizales, lastonares, etc. géneros *Arundo*, *Phragmites*, *Ammophila*, *Stipa*, *Festuca*, *Lygeum*, otros géneros; Las plantas comestibles, caña de azúcar, arroz, maíz, sorgo, trigo, centeno, etc./ Orden *Arecales*: *Areaceae* (*Palmae*), características morfológicas, importancia en los paisajes del Globo; *Chamaerops humilis*, *Trachicarpus fortunei*, *Phoenix dactylifera* y *P. canariensis*; el cocotero (*Cocos nucifera*), otros géneros.

TERCER PARTE: Geobotánica

Tema 35. Biogeografía y Geobotánica, conceptos básicos, división de la materia, aspectos metodológicos, aproximación histórica. Fitoecología: migración y especiación, métodos de dispersión de las especies, la influencia de los factores ecológicos (climáticos, edáficos, topográficos y bióticos). Respuesta de los vegetales a las condiciones del medio, adaptaciones, tipos biológicos, nomenclatura mesológica. Interacción entre plantas: competición, facilitación, mecanismos de exclusión y coexistencia. Teoría de la sucesión.

Tema 36. Corología: la distribución de los vegetales, sus causas. Tipos de áreas (continuas, disyuntas, relictas y vicariantes), ejemplos de tipos de disyunciones y relictos, vicarianza geográfica y ecológica. El tamaño relativo de las áreas, distribución de las unidades sistemáticas y escala de representación. Áreas endémicas, tipos de endemismos, ejemplificación en la flora ibérico-balear y canaria. Introducción a la ecología del paisaje y teoría de la biogeografía de islas.

Tema 37. Paleofitogeografía: la vida vegetal a través de los tiempos geológicos. Concepción dinámica de la flora y el paisaje vegetal. El origen de las áreas actuales, factores responsables, tectónica de placas y grandes acontecimientos paleogeográficos. Métodos de estudio en paleobotánica: palinología, maderas y carbones fósiles, otros macrorrestos vegetales, dendrocronología. Reconstrucciones paleofito-geográficas y paleoclimáticas. Ejemplos de aplicación en la gestión de montes españoles.

Tema 38. Flora y vegetación. Flora: Sectorizaciones corológicas, elementos y territorios florísticos; nomenclatura (imperios, regiones y dominios). La flora del Globo, clasificaciones clásicas (Diels, Lemeé). La propuesta de Takhtajan (1986), principales aspectos diferenciales. El Imperio Holoártico: subreinos Boreal, Tethyano y Madreano. Ubicación de la península Ibérica dentro del imperio Holártico: regiones circumboreal y mediterránea; presencia del elemento florístico irano-turaniano y saharo-síndico. La región macaronésica. Imperios Neotropical, Antártico, Paleotropical, Capense y Australiano, taxones característicos.

Tema 39. Vegetación, estructura y dinamismo (sucesión vegetal, series, evolución-regresión). Límites, fronteras y ecotonos. La vegetación del ecosistema terminal, discusión del concepto de clímax y vegetación potencial. Sectorizaciones fitogeográficas, métodos de estudio de la vegetación, importancia de la escala. Métodos fisionómicos, florísticos y cuantitativos. El muestreo, las técnicas de análisis multivariante. Sistema fisionómico-climático de Walter.

Tema 40. Los métodos florísticos. Fitosociología: la escuela sigmatista, índices fitosociológicos (abundancia-dominancia, sociabilidad), tablas de inventarios, especies características, diferenciales, transgresivas y compañeras.

Sintaxonomía y sinfitosociología. Estudios fitosociológicos en la península Ibérica.

- Tema 41. Estudio zonal de la vegetación del Globo, el continente ideal de Tröll. Bioma IX: estacionalidad y fotoperiodo, ajuste del estado de reposo. "endurecimiento" de los vegetales. Ciclo vegetativo y asimilación fotosintética en la tundra. Fenómenos geomorfológicos de superficie (soliflucción, crioturbación), los suelos poligonales, dinámica de la tundra, tundras árticas y antárticas. Bioma VIII: bosques y agrupaciones no forestales, límite ártico del bosque, ecofisiología de la taiga, taigas norteamericanas y europeas, taigas extremas con dominancia de *Larix*. Abedulares y formaciones de *Populus tremula*. Turberas boreales. Bioma VI: los bosques de la zona templada en el Hemisferio Norte, bosque planocaducifolios europeos (hayedos y robledales), bosques mixtos europeos, norteamericanos (bosques de los grandes lagos, bosques de coníferas gigantes de la vertiente pacífica), bosques mixtos asiáticos; los matorrales, landa oceánica; representantes de este bioma en otras partes el Globo.
- Tema 42. Bioma V: bosques subtropicales, codominancia de vegetales lauroides y caducifolios. Bioma IV: estrategia de la vegetación mediterránea, los bosques mediterráneos europeos (vegetación esclerófila planoperennifolia), pinares mediterráneos, formaciones secundarias no forestales, enanismo, vegetación mediterránea de California, África del sur y Australia. Bioma VII: vegetación árida fría, estepas y desiertos fríos, formaciones herbáceas y matorrales. Bioma III: La vegetación de las zonas áridas y semiáridas cálidas; Los desiertos calidos, factores ambientales determinantes de la aridez, biología de los vegetales desérticos.
- Tema 43. Bioma I: Las pluvisilvas ecuatoriales, convergencia morfológica de los vegetales en los bosque ombrófilos, estratificación, periodo vegetativo, mecanismos de dispersión, riqueza biotípica y florística; los manglares./ Bioma II: los bosques tropicales con ritmo estacional, determinismo de las variaciones, el mosaico bosque sabana, sabanas antrópicas. Tema 46 Orobiomas (X): zonación altitudinal en las montañas templadas y mediterráneas. Las catenas altitudinales de los Alpes y del Atlas. Síntesis biogeográfica de la cordillera del continete americano. Zonación altitudinal de la vegetación en la zona intertropical, los pisos de vegetación en las montañas sin estación seca y con estación seca. Los bosques de ceja andina y del Kilimanjaro.
- Tema 44. La vegetación de la península Ibérica. Encuadre en las grandes unidades de flora y vegetación del Globo. Originalidad florística de la Península, sus causas. Interpretación dinámica de los factores condicionantes del paisaje vegetal. Frondosas y coníferas, coexistencia y competencia. Sectorización fitogeográfica de la península Ibérica.
- Tema 45. La Iberia eurosiberiana: el problema de los límites, introgresiones y transiciones. Esquema catenal costa-cordillera cantábrica. Principales tipos de bosques (robledales, hayedos, abedulares, bosques mixtos, galerías ribereñas, otras agrupaciones: acebedas, lauredales). Los pinares. Los matorrales. Los pastizales de alta montaña. El problema del castaño. La acción antrópica.
- Tema 46. La Iberia mediterránea: la vegetación esclerófila: las encinas, encinares y alcornocales, comunidades de las altas parameras interiores. Los bosques sabineros (*J. thurifera*). Pinares y otras formaciones (arbóreos, matorrales y herbáceos).

- Tema 47. La Iberia mediterránea (continuación): El ámbito submediterráneo: las agrupaciones de *Quercus marcescentes*, los pinares y otras formaciones (arbóreos, matorrales y herbáceos). El piso infralicino de Font Quer, el bosque mixto termófilo, táxones implicados, condiciones de humedad y variabilidad, pinares termófilos y otras formaciones (arbóreos, matorrales y herbáceos).
- Tema 48. Los bosques ribereños, tipología y distribución. Los espacios abiertos, el problema de las estepas (singularidades, fragilidad, relictos). Los enclaves paleomediterráneos, subtropicales y eurosiberianos (la encina en la orla septentrional oceánica, los cañones como refugio de termófilos). Enclaves edáficos. Antropización. Evolución holocena de la vegetación Ibérica. Cambio climático.
- Tema 49. La vegetación de los sistemas montañosos: cadenas septentrionales y meridionales. La vegetación del Pirineo como expresión de una síntesis global de la fitogeografía ibérica: ejes principales de variación geobotánica, zonación, secuencias catenales, singularidades. Resumen del esquema de vegetación peninsular.
- Tema 50. El archipiélago canario. Singularidad florística, elementos integrantes, endemismos. Pisos de vegetación: Vegetación de zonas áridas, el monte termófilo, monteverde (fayal-brezal), la laurisilva, los pinares canarios, matorrales de altitud y otras agrupaciones vegetales.

PROGRAMA DE CLASES PRÁCTICAS

Laboratorio: se planifican 19 prácticas de laboratorio (tabla 9), de 1 hora de duración para cada grupo. En cada práctica se estudiarán varias colecciones de entre 8 y 14 taxones de obligado reconocimiento (listas de 1ª y 2ª categoría). En una mesa aparte se expondrán plantas no obligatorias de especial interés. También se expondrán taxones ya estudiados en otras prácticas, con caracteres morfológicos similares a

1	9	14
Pteridofitos	Resto Leguminosae	Cistaceae
Cycadaceae	10	Thymelaceae
Ginkgoaceae	Capparaceae	15
Pinaceae (\ Pinus)	Platanaceae	Ericaceae
Taxodiaceae	Pittosporaceae	16
Taxaceae	Prunus	Myrtaceae
2	Malus	Apocynaceae
Pinus	Pyrus	Globulariaceae
3	11	Tamaricaceae
Quercus	Sorbus	Oleaceae
5	Resto Rosaceae	17
Cupressaceae	Euphorbiaceae	Labiatae
Araucaceae	Siamroubaceae	18
Ephedraceae	Melia	Boraginaceae
4	Coriaceae	Asclepiadaceae
Betulaceae	12	Verbenaceae
Fagaceae (\ Quercus)	Anacardiaceae	Caprifoliaceae
Casuarinaceae	Aceraceae	19
Juglandaceae	Sapindaceae	Compositae
Ulmaceae	Hippocastanaceae	Palmae
6	Aquifoliaceae	Liliaceae
Salicaceae	Celastraceae	Poaceae
7	Buxaceae	
Moraceae	13	
Santalaceae	Rhamnaceae	
Loranthaceae	Vitaceae	
Chenopodiaceae	Tiliaceae	
Magnoliaceae	Elaeagnaceae	
Lauraceae	Cornaceae	
8	Araliaceae	
Leguminosae	Punicaceae	
(espinosas y árboles)	Umbelliferae	

alguna de las correspondientes a la práctica del día.

Optativo: En otras mesas (o en el pasillo de la U.D. de Botánica), se ponen a disposición del alumno lupas y claves, con pliegos de alguna taxón de las familias de estudio, para que los alumnos se familiaricen con el manejo de las claves. En el plazo de una semana, los alumnos deberán subir a través del Moodle, los pasos que han seguido hasta la identificación del espécimen.

También tendrán a su disposición un cuestionario de autoevaluación con fotografías de las plantas que se han visto en práctica esa semana.

Tabla 9. Programa de prácticas de laboratorio de la asignatura "Botánica, dendrología y geobotánica".

Prácticas complementarias: Con ayuda del guión de prácticas complementarias publicado por la U.D. de Botánica, se propone la realización de ocho prácticas adicionales, cuyo contenido, duración y orden se expresa en la tabla 10.

I	Elaboración de herbarios y obtención de coordenadas UTM (1 h)
II	Determinación con claves y lupa (2 h)
III	Pteridófitos y Gimnospermas J.B.M. (2 h)
IV	Reconocimiento invernal arboreto EIFMN (2 h)
V	Cartografía de la Vegetación (1 h)
VI	Cartografía digital de la Vegetación (1 h)
VII	Arboreto de la EIFMN (2 h)
VIII	Flora tropical J. B. M y Estación de Atocha (2 h)

Tabla 10. Programa de prácticas complementarias de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”.

Programa de excursiones: Se propone continuar con la misma organización de prácticas de campo y visitas organizadas que se ha venido llevando durante los últimos años en la asignatura. Éstas constan de cuatro viajes de un día (a Gredos, sureste de Madrid, Alto Tajo y Guadarrama), y dos viajes de seis días a dos zonas de la Península Ibérica diametralmente opuestas (tabla 11). Los viajes correspondientes a las opciones A-D, se van rotando en sentido contrario a las agujas del reloj de un año a otro. El curso lectivo 2011-2012, con los viajes de seis días a Cataluña y centro de Portugal, será con los que se concluya la asignatura “Botánica, dendroogía y geobotánica”.

A	Pirineos occidentales - suroeste peninsular
B	Cornisa cantábrica - sureste peninsular
C	Galicia - Levante
D	Cataluña - centro de Portugal

Tabla 11. Prácticas de campo (seis días de duración), de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”.

Sistema de evaluación de la asignatura

A continuación se recoge el sistema de evaluación que actualmente se aplica en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, de la que únicamente se propone una modificación al final, en relación con la valoración de los trabajos voluntarios.

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales.- La aprobación de éstos, que se logra obteniendo una puntuación mínima de 5, tendrá validez en las convocatorias de junio y septiembre del curso académico y la de febrero del año siguiente.

➤ Bloques para exámenes parciales:

1. Botánica y Dendrología: Generalidades. Pteridófitos. Gimnospermas. Angiospermas dicotiledóneas apétalas.
2. Botánica y Dendrología (cont.): Angiospermas dicotiledóneas dialipétalas y gamopétalas. Angiospermas monocotiledóneas.
3. Geobotánica: Corología general. Floras mundiales. Fitosociología. Vegetación del Mundo. Flora y vegetación de España.

Examen final.- Constará de 3 apartados:

- I. Examen teórico
- II. Examen de reconocimiento
- III. Examen de herbario

Para aprobar la asignatura será necesario superar los tres apartados mencionados. Sólo podrán concurrir al examen final los alumnos que figuren en Actas.

- I. Examen teórico.-Constará de tres partes (una por cada parcial no liberado). Para aprobar cada una de ellas deberá obtenerse una calificación de al menos 5.
- II. Examen de reconocimiento.- Consistirá en la identificación de 2 grupos de 16 muestras (1ª y 2ª categoría) hasta el máximo rango taxonómico compatible con el estado de la muestra (familia, género, especie...). Para aprobar el primer grupo habrán de reconocerse correctamente al menos 15 muestras (no más de un fallo) y para el segundo, un mínimo de 12 (no más de cuatro fallos); dos errores en la identificación de la familia equivalen a un fallo. En este segundo bloque y con los criterios del mismo, podrán figurar algunas especies de primera categoría.

El alumno podrá hacer durante el examen las preguntas que considere oportuno acerca del material que le ha sido propuesto.

- III. Examen de herbario.- Para aprobar la asignatura es indispensable que cada alumno elabore un herbario integrado por 100 especies, de las que al menos 90 deberán corresponder al listado de táxones de obligado reconocimiento. El 10% restante será de libre elección y su identificación deberá ser realizada por el alumno mediante determinación con clave. Para ello podrá utilizar el laboratorio de Botánica. En ningún caso las plantas podrán proceder ni de parques ni del Arboreto de la Escuela.

Este herbario (ordenado con criterio sistemático) deberá acompañarse de una relación aparte de las especies que lo integran, que seguirá el mismo orden. Cada muestra deberá tener los suficientes caracteres como para permitir una correcta identificación, que habrá de llegar además hasta el nivel o

rango taxonómico más preciso posible. No podrá ir pegada al papel. En su pliego, cada muestra estará acompañada por una etiqueta (con el contenido y formato que se señala a continuación) en la que, ineludiblemente, deberán figurar:

- Nombre correcto del taxon con la autoría del mismo, incluso para los que no pertenezcan a la lista de obligado reconocimiento
- Familia a la que pertenece
- Término municipal, localidad concreta y coordenada UTM (con nivel mínimo de cuadrícula 10 x10 km)
- En el caso de especies alóctonas se consignará el territorio de origen de las mismas
- Características de la estación: altitud, orientación, pendiente, sustrato geológico, agrupación en la que se colectó, observaciones, etcétera.
- Fecha de la recolección
- Autor de la recolección y de la determinación (la misma o distintas personas)

<p><i>Quercus suber</i> L. Fam. Fagaceae Loc.: Ciudad Real.- Navas de Estena: Aº del Quebracho. U.T.M.: 30SUJ7070. Fecha: 23-12-1995 Alt.: 800 m. Or.: SO Pend.: 15% Sustrato: pizarras paleozoicas. Agrupación: Encinares con madroños y labiérnago. Leg.- Isabel Castaños Det.- Ramón Cabrera Observaciones: más abundante al pie de laderas arenosas de solana.(en caso de alóctonas, origen geográfico)</p>

Figura 10. Ficha de identificación a acompañar a los pliegos de herbario

Deberá presentarse igualmente una colección de piñas y frutos en la que, al menos, se incluirán las piñas de los 6 pinos espontáneos en la península Ibérica y las cúpulas de nuestras principales fagáceas, en las que al menos figuren las del haya, castaño, encina, alcornoque y coscoja.

En el examen del Herbario se valorará:

- ✓ Confección, presentación, ordenación y etiquetado, grado de elaboración propia.
- ✓ Identificación (será imprescindible el completo reconocimiento del material presentado).
- ✓ Conocimiento (parentesco y semejanza con otras especies, área, preferencias ambientales).

Sólo se admitirá un fallo en la identificación de los especímenes (dos errores en la familia equivalen a un fallo) y ninguno en el reconocimiento de piñas y frutos. En ningún caso se aceptarán herbarios en cuyas etiquetas no figure el autor/es del binomen y la coordenada UTM de la localidad o, en el caso de plantas alóctonas, el origen geográfico de las mismas.

La superación del examen de herbario tendrá carácter definitivo.

Liberación de bloques en febrero.- Terminados los exámenes de febrero, si el alumno tuviera todo aprobado excepto el herbario, se le mantendrá lo aprobado hasta que en posteriores convocatorias apruebe el herbario.

Nota final de la asignatura.- Será la media aritmética de 6 pruebas: 1er parcial, 2º parcial, 3er parcial, reconocimiento 1ª categoría, reconocimiento 2ª categoría y herbario.

La presentación de trabajos voluntarios (t_i), siempre que se haya aprobado la asignatura, subirá la nota final proporcionalmente a su calificación C_i , hasta un máximo de 2 puntos, según las siguientes reglas:

t_1	cuadernos de campo de un día	$0,2 * C_1$
t_2	cuaderno de campo de 6 días	$0,4 * C_2$
t_3	identificación de plantas con clave	$0,1 * C_3$ (máximo 0,5)
t_4	simposio	$0,5 * C_4$

ASIGNATURA “BOTÁNICA FORESTAL”

Descripción general de la asignatura

Entre las asignaturas que el alumno debe cursar para obtener el título de Graduado en Ingeniería Forestal (G.I.F.), se encuentra la asignatura obligatoria “Botánica forestal”, con 6 créditos ECTS. Dada la ausencia de estructura en la escuela responsable del Grado en Ingeniería Forestal (Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural), la docencia de esta asignatura no se encuentra asignada oficialmente a ningún departamento. Sin embargo, el Departamento de Silvopascicultura ha sido el único que ha presentado una propuesta para la impartición de dicha asignatura (ficha y guía de asignatura), por lo que en tanto no haya propuesta alternativa, éste será el departamento responsable de su docencia.

Según el Plan de Estudios del G.I.F., la asignatura se ubica en el segundo semestre del primer curso. Esto implica que los conocimientos que tengan los estudiantes en relación con las ciencias naturales, serán los que hayan adquirido en la ESO y el Bachillerato, junto con la asignatura “Zoología y entomología forestal”, de primero del G.I.F.

En relación con este aspecto, cabe señalar que la asignatura “Anatomía y fisiología vegetal” se ubica en el segundo curso, por lo que necesariamente habrá que incluir en el temario de “Botánica forestal”, la morfología vegetal necesaria para el reconocimiento de las plantas superiores y el manejo de claves de determinación. También hay que señalar que para la comprensión de los contenidos de “Botánica forestal”, son necesarios unos conocimientos básicos en edafología, climatología y ecología forestal. Estas materias son objeto de estudio en asignaturas posteriores del G.I.F. (figura 11), por lo que en tanto no se modifique su ubicación, habrá que incluirlos dentro del programa de “Botánica forestal”. También hay que señalar que la formación botánica del Grado en Ingeniería Forestal, no finaliza con esta asignatura, sino que se completa con “Ecología forestal. Geobotánica” (4º semestre) y “Pascicultura y sistemas agroforestales” (5º semestre) (figura 11).

En base a estos comentarios, en la figura 12 se presenta una propuesta de modificación del G.I.F., acorde con una adquisición progresiva de conocimientos botánicos. Se propone dividir a asignatura “Ecología forestal. Geobotánica”, para ubicar la “Ecología forestal” en el primer semestre, junto con “Anatomía y fisiología vegetal” y “Edafología y climatología”. Posteriormente se cursarían “Botánica forestal” (2º semestre) y “Geobotánica” (3er semestre). La asignatura de “Zoología y entomología forestal” se incluye en el cuarto semestre, tras haber profundizado en el estudio de los diferentes tipos de hábitats. En el quinto semestre se propone mantener como obligatoria para la especialidad *Explotaciones forestales*, la asignatura “Pascicultura. Sistemas agroforestales”. Además, se propone incluir la asignatura “Fitogeografía de España”, de 3 ECTS en la misma categoría (obligatoria para *Explotaciones forestales*), con objeto de dar a conocer con mayor detalle la vegetación española, su dinámica, bienes y servicios asociados, y su problemática (amenazas, problemática de gestión, de conservación, de sostenibilidad de sus aprovechamientos, etc.). Por último, en el módulo de *formación optativa libre* del séptimo semestre, se ofertaría la asignatura “Flora forestal avanzada” (3 ECTS). Esta asignatura, además de

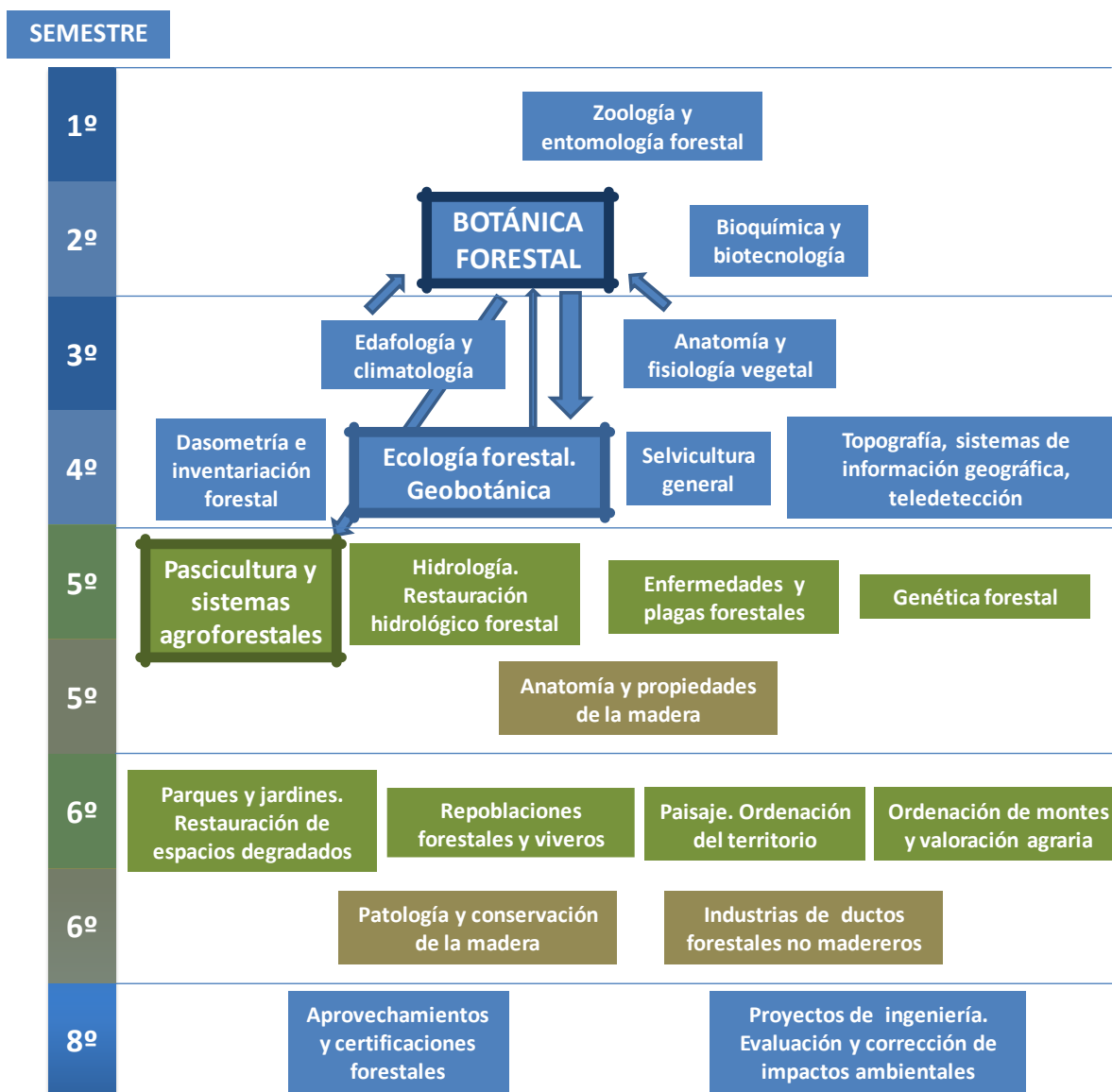


Figura 11. Asignaturas del Grado en Ingeniería Forestal de la UPM relacionadas con Botánica forestal. En azul: asignaturas obligatorias comunes y de formación básica. En verde: itinerario Explotaciones forestales. En marrón: itinerario industrias forestales. Las flechas señalan las relaciones resaltadas en el texto.

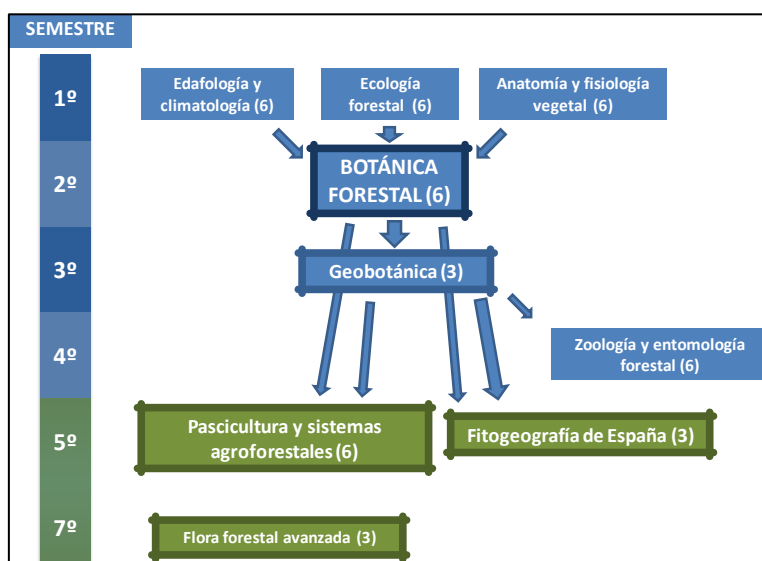


Figura 12. Propuesta de modificación del Plan de Estudios del G.I.F. Entre paréntesis se indica el número de créditos ECTS propuestos.

ampliar los conocimientos sobre flora forestal, capacitaría al alumno para la determinación de plantas con claves.

Con objeto de justificar la elección de los contenidos a impartir en la asignatura “Botánica forestal”, a continuación se indican las características de la asignatura (competencias y objetivos específicos), en el contexto en el que el Plan de Estudios del G.I.F.

El **objetivo** del Grado en Ingeniería Forestal es la formación de profesionales capacitados para una serie de tareas específicas del sector forestal, que se resumen en los siguientes **objetivos generales** (BOE, 19.02.2009a; UPM, 2010c):

- Obj.GIF.1. Capacidad de comprender los fundamentos biológicos, químicos, físicos, matemáticos y de los sistemas de representación necesarios para el desarrollo de la actividad profesional, así como para identificar los diferentes elementos bióticos y físicos del medio forestal y los recursos naturales renovables
- Obj.GIF.2. Capacidad para analizar la estructura y función ecológica de los sistemas y recursos forestales, incluyendo los paisajes
- Obj.GIF.3. Conocimiento de los procesos de degradación que afecten a los sistemas y recursos forestales (contaminación, plagas y enfermedades, incendios, etc.) y capacidad para el uso de técnicas de protección del medio forestal, de restauración hidrológico forestal y de conservación de la biodiversidad
- Obj.GIF.4. Capacidad para evaluar y corregir el impacto ambiental, así como aplicar las técnicas de auditoría y gestión forestal
- Obj.GIF.5. Conocimiento de las bases de la mejora forestal y capacidad para su aplicación práctica a la producción de planta y la biotecnología
- Obj.GIF.6. Capacidad para medir, inventariar y evaluar los recursos forestales, aplicar y desarrollar las técnicas selvícolas y de manejo de todo tipo de sistemas forestales, parques y áreas recreativas, así como las técnicas de aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables
- Obj.GIF.7. Capacidad para resolver los problemas técnicos derivados de la gestión de los espacios naturales
- Obj.GIF.8. Capacidad para gestionar y proteger las poblaciones de fauna forestal, con especial énfasis en las de carácter cinegético y piscícola
- Obj.GIF.9. Conocimientos de hidráulica, construcción, electrificación, caminos forestales, maquinaria y mecanización necesarios tanto para la gestión de los sistemas forestales como para su conservación
- Obj.GIF.10. Capacidad para aplicar las técnicas de ordenación forestal y planificación del territorio, así como los criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible en el marco de los procedimientos de certificación forestal
- Obj.GIF.11. Capacidad para caracterizar las propiedades anatómicas y tecnológicas de las materias primas forestales maderables y no maderables, así como de las tecnologías e industrias de estas materias primas
- Obj.GIF.12. Capacidad de organización y planificación de empresas y otras instituciones, con conocimiento de las disposiciones legislativas que les

afectan y de los fundamentos del marketing y comercialización de productos forestales

Obj.GIF.13. Capacidad para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar proyectos y planes, así como para redactar informes técnicos, memorias de reconocimiento, valoraciones, peritajes y tasaciones.

Obj.GIF.14. Capacidad para entender, interpretar y adoptar los avances científicos en el campo forestal, para desarrollar y transferir tecnología y para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar

Estos objetivos, se concretan en una serie de competencias a adquirir a través de las distintas asignaturas. Estas se dividen en competencias generales (CG), competencias específicas de formación básica (CE1), competencias específicas de formación común a la rama forestal (CE2), competencias de la especialidad de explotaciones forestales (CE3), y competencias de la especialidad de industrias forestales (CE4). El Plan de Estudios del G.I.F., asigna las siguientes competencias a “Botánica forestal”:

En relación con el grado en que la asignatura “Botánica forestal” contribuye a alcanzar

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS (Resultados de Aprendizaje)		
Código	COMPETENCIA	NIVEL
CG1	Habilidades de comunicación escrita y oral: Concluir aportaciones por escrito, desarrollando la capacidad de síntesis y presentación de las ideas propias en un grupo de trabajo y en exposición pública.	Alto
CG2	Integrar los conocimientos previos de manera crítica y relacionada de forma que se puedan aplicar al estudio de situaciones reales y la propuesta de alternativas de actuación	Alto
CG5	Búsqueda bibliográfica y análisis de documentación	Alto
CG10	Valores humanos positivos para la actividad profesional: Respeto a los derechos humanos fundamentales; los principios de igualdad de oportunidades, accesibilidad universal y no discriminación; y los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos. Compromiso con estos derechos, principios y valores de motivación, actitud positiva y entusiasta; ética, integridad y honestidad profesional. Compromiso con la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad.	Alto
CE1.8	Conocimiento de las bases y fundamentos biológicos del ámbito vegetal y animal en la ingeniería.	Alto
CE2.1	Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Botánica forestal	Alto

Tabla 12. Competencias asignadas a la asignatura “Botánica forestal”, por el Plan de Estudios de Grado de Ingeniería Forestal (UPM)

los objetivos generales definidos en el Grado en Ingeniería Forestal, se señala la relación entre las competencias de la asignatura y los objetivos generales del G.I.F. (tabla 13).

		OBJETIVOS GENERALES													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
COMPETENCIAS	CG1	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	CG2	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	CG5		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CG10												X	X	X
	CE1.8	X	X	X	X	X	X					X			
	CE2.1	X			X	X	X	X			X			X	X

Tabla 13. Relación entre las competencias asignadas a de “Botánica forestal”, y los objetivos generales del G.I.F. (UPM, 2010b).

A continuación, con la finalidad de alcanzar dichas competencias, se definen los indicadores de logro, u objetivos específicos, que los alumnos han de alcanzar para superar la asignatura. El grado de perfección con que los alumnos alcancen dichos indicadores, servirá para su calificación.

Código	INDICADORES DE LOGRO	Recurso
IL1. -	Dado un taxón concreto, clasificarlo correctamente en el grupo taxonómico al que corresponde	Oblig.
IL2. -	Dado un taxón concreto, identificar y nombrar correctamente los elementos morfológicos que lo caracterizan	Oblig.
IL3. -	Dadas 16 plantas autóctonas arbóreas, de importancia forestal en la Península Ibérica (plantas de primera categoría), identificar correctamente 15 especies y 14 familias	Oblig.
IL4. -	Dadas 16 plantas arbóreas no autóctonas o arbustivas, de importancia forestal, paisajística u ornamental en la Península Ibérica (plantas de segunda categoría), identificar correctamente 12 especies y 8 familias	Oblig.
IL5. -	Demostrar el conocimiento sobre la ecología, distribución, e interés aplicado (reforestación, conservación de la biodiversidad, valor bioindicador, producción, etc.) de los taxones vegetales autóctonos de mayor interés forestal y ornamental	Oblig.
IL6. -	Demostrar el conocimiento sobre la ecología, distribución e interés aplicado (reforestación, conservación de la biodiversidad, valor bioindicador, producción, etc.) de los taxones vegetales alóctonos de mayor interés forestal y ornamental? para España	Oblig.
IL7. -	Presentar en grupo un herbario de 100 plantas, 10 de ellas herbáceas identificadas con claves y lupas, prensadas y etiquetadas correctamente según los estándares de los herbarios oficiales, con una participación equilibrada de todos los miembros del grupo	Oblig.
IL8. -	Demostrar oralmente conocimiento sobre los caracteres morfológicos, ecológicos y corológicos de todas las plantas del herbario presentado	Oblig.
IL9. -	Presentar cuadernos de campo correspondientes a las excursiones de campo, donde se recoja los apuntes tomados en relación con la vegetación recorrida y las exposiciones orales de los profesores e profesionales invitados	Optativo

Tabla 14. Indicadores de logro de la asignatura “Botánica Forestal”.

La relación entre los indicadores de logro definidos y las competencias asignadas a la asignatura Botánica Forestal, se indica en la siguiente tabla.

	CG1	CG2	CG5	CG10	CE1.8	CE2.1
IL1. -			X		X	
IL2. -			X		X	
IL3. -					X	X
IL4. -					X	X
IL5. -	X	X			X	X
IL6. -	X	X			X	X
IL7. -			X	X		
IL8. -	X					
IL9. -	X			X		

Tabla 15. Relación entre los indicadores de logro definidos, y las competencias asignadas a la asignatura Botánica Forestal.

Metodología de enseñanza-aprendizaje

Todo lo comentado en el apartado metodológico de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, es válido para la asignatura “Botánica forestal”. Si bien, hay dos circunstancias que las diferencian notablemente.

Una de ellas es la ubicación de la “Botánica forestal” en el primer año de carrera. Esto condiciona, por un lado, que los alumnos tengan conocimientos muy heterogéneos (dada las diferentes líneas curriculares de la ESO y Bachillerato), lo cual se puede solucionar dando un mayor peso a la metodología de aprendizaje semipresencial con apoyo de tutorías. Por otro, ya comentamos que la falta de hábito de estudio universitario hace que haya que dar mayor importancia a la motivación, y por tanto se necesite hacer mayor uso de la metodología psicológica de aprendizaje.

La segunda circunstancia que diferencia a “Botánica forestal” de la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” es el número de alumnos. Si bien, en el Plan de Estudios del G.I.F. limita la matrícula a 200, en el curso lectivo 2010- 2011 se han admitido 247. El excesivo número de alumnos, que además se han repartido en tres grupos de unos 80 cada uno, hace muy difícil la aplicación de cualquier técnica grupal. Para ofrecer una enseñanza de calidad con este número de alumnos, se recomienda organizar la asignatura a través del Moodle, hacer uso de los trabajos dirigidos (como se propone en el apartado de morfología) y del b-learning (como se propone en el módulo introductorio), proporcionar recursos adicionales de estudio, combinar sesiones expositivas con técnicas de variación de estímulo apropiadas, realizar pruebas de autoevaluación a través del Moodle, etc. Además, ir acumulando un listado de “preguntas frecuentes” para distribuir entre los alumnos, puede resultar altamente eficaz.

La planificación de las distintas actividades de aprendizaje propuestas se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes restricciones impuestas por el Plan de Estudios del Graduado en Ingeniería Forestal:

- La asignatura “Botánica forestal” tiene una dotación de 6 ECTS
- Estos créditos equivalen a 172 horas de trabajo del alumno
- De las 172 horas, desde un mínimo de 36 hasta un máximo de 84 han de ser presenciales

Teniendo en cuenta estos limitantes, y con objeto de lograr que los alumnos alcancen los indicadores de logro marcados en la asignatura, se han planificado las actividades educativas señaladas en la tabla 16. Según la planificación propuesta, las actividades presenciales alcanzan un total de 54,25 horas (33 %) (tabla 17, figura 13).

La justificación del uso de cada actividad, así como las orientaciones indicadas en el apartado metodológico de la asignatura “Botánica, dendrología, geobotánica”, siguen siendo válidos para esta asignatura. Sin embargo, los condicionantes en relación con la ubicación de la asignatura “Botánica forestal”, y con el número de alumno, limitan tanto la puesta en práctica de actividades grupales en las sesiones expositivas como la posibilidad de improvisación en clase.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORIA (asistencia voluntaria)

Lección magistral (16%): Exposición a cargo del profesor de los contenidos del temario. Las sesiones serán de hora y media, con una pausa o actividad grupal entre medias.

PRACTICAS (asistencia voluntaria)

Prácticas de Laboratorio (determinación e identificación) (5%): Los alumnos recibirán 12 clases prácticas de 45 minutos, donde con ayuda del texto "Prácticas de Laboratorio" y de los materiales puestos a su disposición en el aula, buscarán los aspectos morfológicos diferenciales que caracterizan a cada planta. La tarea del profesor consiste en conducirle en la consecución de su tarea.

Prácticas de campo (20%): Se harán dos viajes de prácticas de un día y dos de tres días de duración por la geografía peninsular con objeto de conocer la flora y vegetación Ibéricas. En esta actividad formativa se combinará el método expositivo (donde el profesor o experto invitado expondrá contenidos enfocados a la obtención de las competencias señaladas) con el método de trabajo en grupo, donde los alumnos habrán de organizarse para obtener la mayor información posible sobre la flora y vegetación del entorno. Cada alumno tendrá derecho a asistir a una excursión de un día y a otro de tres.

VISITAS ORGANIZADAS (asistencia voluntaria)

Visitas temáticas (1%): Arboreto de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural (EIFMN). En esta actividad formativa se combinará el método expositivo con las actividades dirigidas.

TRABAJOS DIRIGIDOS

Elaboración de un herbario (10%) (OBLIGATORIO): Los alumnos, organizados en grupos, deben realizar herbarios de 100 plantas, correctamente identificadas y etiquetadas, con objeto de aprender la metodología de herborización, y fijar conocimientos de identificación de plantas con ayuda de claves y lupa.

Aprendizaje dirigido en el arboreto de la EIFMN (2%) (OBLIGATORIO para la modalidad de evaluación continua. 2%): El alumno completará su formación botánica mediante una guía de estudio dirigido en el arboreto de la EIFMN.

TUTORÍAS (voluntarias)

Atención personalizada (individual o en grupo) de ayuda para resolver dudas y orientar en el proceso de nivelación o profundización de conocimientos.

Tabla 16. Modalidades organizativas y métodos de enseñanza-aprendizaje empleados en "Botánica forestal"

En cuanto a la técnica expositiva, aunque los condicionantes indicados limitan la metodología psicológica y las actividades grupales, algunas técnicas pueden (y deben) utilizarse como variación de estímulo. Por ejemplo, la técnica de la pregunta combinada con la del cuchicheo puede aplicarse sin dificultad para romper el ritmo en clase. Sin embargo, técnicas grupales como la del puzle, Phillips 66 o el simposio serían difíciles de llevar a cabo con grupos tan numerosos.

Las prácticas de laboratorio se plantean con la misma finalidad y organización que en la asignatura "Botánica, dendrología y geobotánica". No obstante, dada la dotación de

personal docente, la reducida disponibilidad de aulas con mesas donde poder desplegar varios juegos de pliegos con comodidad, y el elevado número de alumnos, las prácticas se reducen a sesiones de 45 minutos en las que asistirán un máximo de 20 alumnos y un profesor. Posteriormente a la práctica, es conveniente poner a disposición de los alumnos un examen de autoevaluación como complemento

		nº	minutos/ud	Total min.	Total horas	Porcentaje
PRESENCIAL	Prácticas laboratorio	12	45	540	9	5%
	Prácticas complementarias	3	45	135	2,25	1%
	Clases teóricas	18	90	1620	27	16%
	Excursiones (presencial)	2			16	10%
	Excursiones (no pr.)	2			16	10%
NO PRESENCIAL	Herbario	2			16	10%
	Aprendizaje dirigido				4	2%

formativo.

Tabla 17. Carga docente de las actividades de enseñanza-aprendizaje en la asignatura “Botánica forestal”.

En cuanto a la elaboración de los herbarios, con objeto de incidir en las habilidades sociales, se propone su realización por grupos. La habilidad de comunicación oral se practicará mediante la presentación del herbario en público para su evaluación.

En relación con las prácticas de campo, dada la dificultad de alojamiento y la baja proporción profesor/alumno, se propone su reducción a la mitad (un viaje de un día y uno de tres). No obstante, a medida que el número de matriculados se ajuste a las capacidades reales (por aumento de profesorado o reducción de matrícula), se elevaría el número de días a ocho (dos viajes de un día y uno de seis).

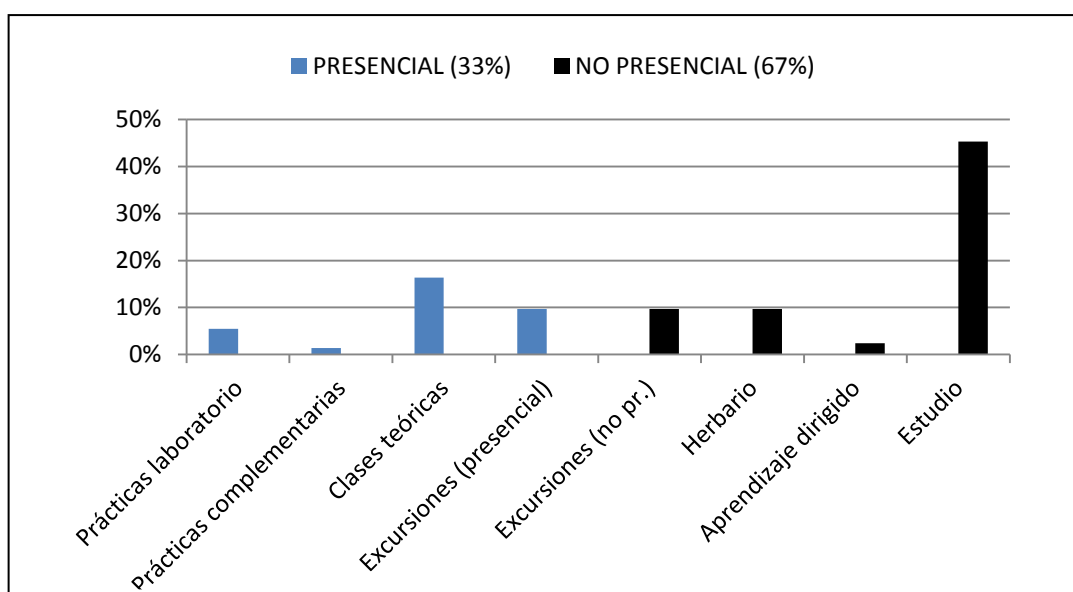


Figura 13. Carga docente de las actividades de enseñanza-aprendizaje de “Botánica forestal”.

Las visitas temáticas al arboreto de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural (EIFMN), se plantean con grupos de 10-12 alumnos por profesor. En esta actividad se combinan exposiciones breves con trabajos dirigidos en grupos de 3-4 alumnos.

Como técnica de aprendizaje en relación con los conocimientos sobre morfología vegetal, se propone la realización de un trabajo dirigido individual en el arboreto de la EIFMN. Para que sea exitosa habrá que motivar a los alumnos, exponerles la utilidad del método (orientado al autoaprendizaje), insistir sobre la utilidad del trabajo a realizar, dar por escrito indicaciones detalladas para el desarrollo del trabajo, y explicar las normas de evaluación.

Por último, en cuanto a las tutorías, además de las presenciales, habrá que prestar especial atención a las on-line. En relación con ésta conviene evitar la demora en la respuesta a los alumnos, hacer referencia a las “preguntas frecuentes”, hacer uso de los foros cuando la duda sea generalizada, y sobre todo tener un repositorio de material de ampliación de conocimientos accesible por la web.

Contenidos

Ya indicamos con anterioridad (en el apartado “sobre el ingresado”), que en el aula habrá alumnos que únicamente hayan cursado las materias básicas de “Ciencias de la naturaleza” (1º y 2º de la ESO), “Biología y geología” (3º de la ESO) y “Ciencias para el mundo contemporáneo” (1º de Bachillerato). Éstos, teniendo en cuenta que en la asignatura “Zoología y entomología forestal” del G.I.F. habrán adquirido conocimientos básicos sobre sistemática y la clasificación de los seres vivos, necesitarán un refuerzo educativo en relación con la morfología y taxonomía vegetal, y los principios básicos de ecología. Por otro lado, los alumnos provenientes de la opción “Ciencias y tecnología” del Bachillerato, también poseerán una base en estos aspectos, lo que les permitirá seguir sin problemas los contenidos programados en el módulo “Botánica sistemática” de la asignatura “Botánica forestal”.

En relación con la nivelación y adquisición de los conocimientos previos, en el programa de “Botánica forestal” se contempla una parte introductoria en modalidad semi-presencial. En ésta se asegurará que los alumnos poseen los conocimientos necesarios sobre:

- Geografía y geomorfología española y del Mundo
- Geología ibérica
- Morfología vegetal
- Principios básicos de ecología (factores que condicionan la vida vegetal)

Además, al igual que en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, con objeto de facilitar la asimilación de los conocimientos en relación con la ecología y corología de los taxones a estudiar, se considera de interés presentar en los temas introductorios la clasificación bioclimática española, y los grandes biomas del mundo.

En esta propuesta se contempla que el módulo introductorio se lleve a cabo a través de dos clases presenciales de 1,5 horas cada una, un trabajo dirigido, una visita al arboreto, y diferentes actividades a través del Moodle. En las clases presenciales se combinaría el método expositivo con las técnicas de la pregunta y el cuchicheo principalmente, mientras que las actividades del Moodle se basan en lectura de contenidos y realización de cuestionarios.

Posteriormente a este módulo se encuentran los correspondientes a las gimnospermas y a las angiospermas. Dada la reducción de carga de esta asignatura en relación con “Botánica, dendrología y geobotánica” (de unos 10 créditos a 6), se plantea reducir proporcionalmente sus contenidos. Como ya indicamos anteriormente, esta reducción se vería compensada con la oferta de la asignatura optativa “Flora forestal”, en el séptimo semestre del G.I.F. Tanto en el programa como en los listados de plantas de obligado reconocimiento, se puede observar la reducción planteada (tablas 18 y 19).

El contenido de los dos últimos módulos (gimnospermas y angiospermas), está organizado en 15 temas, que se irán abordando en las correspondientes clases teóricas con el concurso de sesiones expositivas y, cuando sea posible, otras técnicas de variación de estímulo (cuchicheo, la pregunta, bola de nieve, tormenta de ideas,

etc.). En el desarrollo de estos módulos se estimulará el uso de los foros de discusión, y se realizarán cuestionarios de autoevaluación a través del Moodle (en respuesta a la apuesta de la UPM por el método de evaluación continua).

La relación entre el temario planteado y los indicadores de logro definidos para la asignatura “Botánica forestal”, se indican en la tabla 20.

GIMNOSPERMAS	<i>Populus tremula</i> L. <i>Populus nigra</i> L.	<i>Prunus dulcis</i> (Miller) D.A. Webb
PINACEAE <i>Abies alba</i> Miller <i>Abies pinsapo</i> Boiss. * <i>Picea abies</i> (L.) Karsten * <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirbel) Franco * <i>Larix decidua</i> Miller * <i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière * <i>Pinus radiata</i> D. Don. <i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. <i>Pinus sylvestris</i> L. <i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>salzmannii</i> (Dunal) Franco <i>Pinus pinea</i> L. <i>Pinus pinaster</i> Aiton <i>Pinus halepensis</i> Miller <i>Pinus canariensis</i> Chr. Sm. ex DC.	BETULACEAE <i>Betula</i> sp. <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner <i>Corylus avellana</i> L.	LEGUMINOSAE <i>Ceratonia siliqua</i> L. . ACERACEAE <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. <i>Acer opalus</i> Miller subsp. <i>opalus</i> <i>Acer opalus</i> Miller subsp. <i>granatense</i> (Boiss.) Font Quer & Rothm. <i>Acer campestre</i> L. <i>Acer monspessulanum</i> L.
CUPRESSACEAE <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Masters <i>Juniperus communis</i> L. <i>Juniperus oxycedrus</i> L. <i>Juniperus phoenicea</i> L. <i>Juniperus thurifera</i> L. <i>Cupressus sempervirens</i> L.	FAGACEAE <i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Castanea sativa</i> Miller <i>Quercus robur</i> L. <i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl. <i>Quercus canariensis</i> Willd. <i>Quercus pyrenaica</i> Willd. <i>Quercus humilis</i> Miller [= <i>Quercus pubescens</i> Willd.] <i>Quercus faginea</i> Lam. <i>Quercus suber</i> L. <i>Quercus ilex</i> L. <i>Quercus coccifera</i> L.	HIPPOCASTANACEAE * <i>Aesculus hippocastanum</i> L.
TAXACEAE <i>Taxus baccata</i> L.	ULMACEAE <i>Ulmus minor</i> Miller <i>Ulmus glabra</i> Hudson <i>Celtis australis</i> L.	AQUIFOLIACEAE <i>Ilex aquifolium</i> L.
ANGIOSPERMAS	LAURACEAE <i>Laurus nobilis</i> L.	TILIACEAE <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
JUGLANDACEAE <i>Juglans regia</i> L.	PLATANACEAE * <i>Platanus orientalis</i> Miller var. <i>acerifolia</i>	MYRTACEAE * <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. * <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.
SALICACEAE <i>Populus alba</i> L.	ROSACEAE <i>Sorbus tp aucuparia</i> L. (inc <i>domestica</i>) <i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz (inc <i>torminalis</i>) <i>Prunus avium</i> L.	ERICACEAE <i>Arbutus unedo</i> L.
		OLEACEAE <i>Olea europaea</i> L. <i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl <i>Fraxinus ornus</i> L.

Tabla 18. Lista de taxones de primera categoría (“Botánica forestal”)

GIMNOSPERMAS	<p>* <i>Acacia</i> (gr. <i>farnesiana</i>)</p> <p>* <i>Gleditsia triacanthos</i> L.</p> <p>* <i>Cercis siliquastrum</i> L.</p> <p>* <i>Sophora japonica</i> L.</p> <p>* <i>Robinia pseudoacacia</i> L.</p> <p><i>Retama</i> sp.</p> <p><i>Ulex</i> sp.</p> <p><i>Adenocarpus</i> sp.</p> <p><i>Pterospartum tridentatum</i> (L.) Willk.</p> <p><i>Cytisus</i> sp.</p> <p><i>Genista</i> sp. (inermes)</p> <p><i>Genista scorpius</i> (pinchudas)</p> <p><i>Spartium junceum</i> L.</p>	<p><i>Cistus laurifolius</i> L.</p> <p><i>Halimium viscosum</i> (Willk.) P.Silva</p>
GYNKGOACEAE		CORNACEAE
* <i>Ginkgo biloba</i> L.		<i>Cornus sanguinea</i> L.
TAXODIACEAE		TAMARICACEAE
* <i>Sequoia sempervirens</i> (Lamb.) Endl.		<i>Tamarix</i> sp.
* <i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindley) Bucholz		ERICACEAE
ANGIOSPERMAS		<i>Erica</i> sp.
SALICACEAE		<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull
<i>Salix</i> sp.		<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel
BETULACEAE		<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch
<i>Carpinus betulus</i> L.		OLEACEAE
MORACEAE		<i>Phillyrea angustifolia</i> L.
<i>Ficus carica</i> L.		APOCYNACEAE
* <i>Morus</i> sp.	ACERACEAE	<i>Nerium oleander</i> L.
	* <i>Acer negundo</i> L.	LABIATAE
BERBERIDACEAE	EUPHORBIACEAE	<i>Lavandula latifolia</i> Medicus
<i>Berberis vulgaris</i> L.	<i>Flueggea tinctoria</i> (L.) G.L. Webster	<i>Lavandula stoechas</i> L. subsp. <i>pedunculata</i> (Miller) Samp. ex Rozeira
	SIMAROUBACEAE	<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl.
MAGNOLIACEAE	* <i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	<i>Thymus</i> sp.
* <i>Magnolia grandiflora</i> L.	MELIACEAE	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
	* <i>Melia azedarach</i> L.	CAPRIFOLIACEAE
ROSACEAE	ANACARDIACEAE	<i>Lonicera</i> sp.
<i>Rosa</i> sp.	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	GRAMINEAE
<i>Rubus</i> sp.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Stipa tenacissima</i> L.
<i>Pyrus</i> sp.	BUXACEAE	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steudel
<i>Malus</i> sp.	<i>Buxus sempervirens</i> L.	<i>Arundo donax</i> L.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	RHAMNACEAE	PALMAE
<i>Prunus spinosa</i> L.	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Chamaerops humilis</i> L.
* <i>Prunus laurocerasus</i> L.	<i>Rhamnus lycioides</i> L.	
LEGUMINOSAE	<i>Frangula alnus</i> Miller	
* <i>Acacia</i> (gr. <i>dealbata</i>)	CISTACEAE	
* <i>Acacia</i> (gr. <i>melanoxylon</i>)	<i>Cistus ladanifer</i> L.	

Tabla 19. Lista de taxones de segunda categoría ("Botánica forestal")

		TEMAS																			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
INDICADORES DE LOGRO	IL1	X	X			X															
	IL2			X																	
	IL3			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL4			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL5				X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL6				X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL7			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL8			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IL9			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 20. Relación entre temario (Ti) y los indicadores de logro de la asignatura “Botánica Forestal”

Programa

Paralelamente a las clases teóricas (cuyo contenido se indica a continuación), con objeto de que los alumnos aprendan a reconocer los taxones de 1ª y 2ª categoría (tablas 18 y 19), se planifican doce clases prácticas de 45 minutos (tabla 21).

Adicionalmente, se programan tres visitas de hora y media al arboreto de la EIFMN. La primera de ellas, dado que la asignatura comienza a impartirse en febrero, centraría sus actividades en los aspectos morfológicos básicos y en el reconocimiento invernal de especies caducifolias.

En tanto que no se dote de mayor personal docente a esta asignatura, que el horario de distintos grupos siga solapándose, y que se siga impartiendo la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica”, se propone (1) trasvasar la práctica complementaria “elaboración de herbario y obtención de coordenadas UTM” a actividad on-line, y (2) suprimir las prácticas de determinación con claves y lupa.

No obstante, esta última actividad se considera de elevado interés para el ingeniero forestal, ya que le da autonomía en la determinación de plantas (actividad frecuente en la elaboración de memorias, proyectos, informes de evaluación ambiental, etc.). Por tal motivo, han de aprovecharse las oportunidades de utilización de claves que ofrecen las distintas actividades planteadas: trabajo dirigido, clases teóricas y prácticas de laboratorio. Sin embargo, dada la reducción de las prácticas de laboratorio a 45 minutos, no se recomienda factible la propuesta planteada en la asignatura “Botánica, dendrología y geobotánica” de realizar un trabajo optativo adicional de determinación plantas con lupa.

PRIMERA PARTE: Introducción a la botánica

- Tema 1. **[presencial]** Presentación del curso. Introducción a la asignatura: finalidad y orientación. Importancia botánica para el ingeniero de montes. Metodología, organización y distribución de las clases teóricas y prácticas. Planificación de viajes de prácticas. Recursos docentes y bibliografía básica comentada.
- Tema 2. **[e-learning]** Geografía y geomorfología española y del Mundo, geología ibérica, principales factores que condicionan la vida vegetal. /// Diversidad biológica, taxonomía, sistemática (nomenclatura y categorías taxonómicas), sistemas de clasificación.
- Tema 3. **[b-learning]** Morfología del cormo, tallo, hoja, flor, inflorescencias, fruto, infrutescencias y formas vitales (biotipos).
- Tema 4. **[b-learning]** Factores responsables de la zonación vegetación del Globo. Estrategias dominantes en comunidades vegetales: Hemisferio boreal (tundra, taigas, zona templada de planocaducifolios, vegetación mediterránea y mongólica, y zonas intertropicales). Variaciones en las zonas homólogas del Hemisferio Sur. Factores condicionantes del paisaje vegetal de España (clima, sustrato, relieve, acción antrópica). /// Clasificación bioclimática de España.
- Tema 5. **[b-learning]** Los grupos incluidos en la Botánica: Reino *Monera*. Reino *Protoctista*. Reino *Fungi*. Las simbiosis fúngicas. Reino *Planta*: sinopsis histórica de la botánica, la organización taxonómica según el sistema de Engler. /// La ocupación progresiva de los ambientes terrestres. Los grupos de la línea terrestre: hepáticas, musgos, licopodiófitos, equisetófitos, filicófitos, espermatófitos.

SEGUNDA PARTE: Gimnospermas [presencial]

- Tema 6. Div. *Pinophyta*, generalidades, sistemática; *Gingkoaceae* (*Gingko*), *Cycadaceae* (*Cycas*); *Pinaceae*, sistemática. /// *Pinaceae* (*Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Cedrus*).
- Tema 7. Gen *Pinus*, caracteres generales, morfología, biología, sistemática; diagnosis y descripción de los pinos ibéricos, canario y de Monterrey /// Corología y ecología.
- Tema 8. *Taxodiaceae* (*Taxodium*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Cryptomeria*); *Araucariaceae* (*Araucaria*); *Taxaceae* (*Taxus*), *Gnetaceae* (*Ephedraceae*); *Cupressaceae*, generalidades, diagnosis géneros exóticos (*Cupressus*, *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Platycladus*, *Calocedrus*) /// *Cupressaceae*: *Juniperus*, *Tetraclinis*, diagnosis, corología y ecología de los taxones ibéricos.

TERCERA PARTE: Angiospermas [presencial]

- Tema 9. División *Magnoliophyta*, generalidades, aspectos evolutivos: flores y frutos. División. *Casuarinaceae* (*Casuarina*), *Juglandaceae* (*Juglans*), *Myricaceae* (*Myrica*). /// *Salicaceae* (*Salix*, *Populus*): especies cultivadas.
- Tema 10. *Betulaceae* (*Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*). /// *Fagaceae* (*Fagus*, *Castanea*); género *Quercus* (generalidades).
- Tema 11. *Quercus*. El género *Quercus* en la península Ibérica /// Corología y hábitat. *Quercus rubra*.
- Tema 12. *Ulmaceae* (*Ulmus*, *Celtis*); *Moraceae* (*Morus*, *Ficus*); *Proteaceae* (*Grevillea*); *Santalaceae* (*Osyris*); *Loranthaceae* (*Viscum*). /// *Phytolaccaceae* (*Phytolacca*); *Aizoaceae* (*Carpobrotus*); *Chenopodiaceae*, importancia de la familia en marismas y medios semiáridos o ricos en sales de la península Ibérica, principales taxones.
- Tema 13. *Cactaceae* (*Opuntia*); *Magnoliaceae* (*Magnolia*, *Liriodendron*); *Lauraceae* (*Laurus*), otros taxones de la laurisilva canaria /// *Ranunculaceae* (*Clematis*); *Berberidaceae* (*Berberis*);

Cruciferae, las especies leñosas; *Platanaceae* (*Platanus*); *Hammamelidaceae* (*Liquidambar*); *Pittosporaceae* (*Pittosporum*)

- Tema 14. *Fabaceae*, morfología y sistemática, significación paisajística, (*Ceratonia*), especies arbóreas exóticas (*Acacia*, *Cercis*, *Gleditsia*, *Sophora*, *Robinia*) // taxones autóctonos de matorral (*Genista*, *Cytisus*, *Retama*, *Ulex*, *Erinacea*, *Spartium*, *Calicotome*, *Adenocarpus*, *Echinopartum*, *Retama*, *Pterospartum*, *Ononis*)
- Tema 15. *Rosaceae*, caracteres generales, sistemática, géneros *Prunus*, sistemática, taxones ibéricos (diagnosis, corología y ecología) y exóticos (diagnosis) // *Sorbus*, *Malus*, *Pyrus*, *Amelanchier*, *Crataegus*, (diagnosis, corología y ecología).
- Tema 16. *Euphorbiaceae* (*Euphorbia*, *Flueggea*); *Simaroubaceae* (*Ailanthus*); *Meliaceae* (*Melia*), las caobas. *Coriariaceae* (*Coriaria*); *Anacardiaceae* (*Pistacia*, *Rhus*, *Schinus*) // *Aceraceae*, los arces ibéricos; *Sapindaceae* (*Koelreuteria*); *Hippocastanaceae* (*Aesculus*); *Aquifoliaceae* (*Ilex*); *Celastraceae* (*Maytenus*, *Euonymus*); *Buxaceae* (*Buxus*)
- Tema 17. *Rhamnaceae* (*Rhamnus*, *Frangula*, *Zizyphus*); *Vitaceae*; *Tiliaceae* (*Tilia*); *Sterculiaceae* (*Brachichyton*, *Sterculia*); *Thymeleaceae* (*Daphne*, *Thymelaea*) // *Elaeagnaceae* (*Elaeagnus*, *Hippophae*); *Cistaceae*, generalidades, sistemática, *Cistus*, *Halimium*; *Tamaricaceae* (*Tamarix*)
- Tema 18. *Myrtales* (*Eucalyptus*, *Myrtus*); *Punicaceae* (*Punica*); *Lythraceae* (*Lagerstroemia*); *Cornaceae* (*Cornus*); *Araliaceae* (*Hedera*); *Umbelliferae* (*Bupleurum*); *Empetraceae* (*Empetrum*, *Corema*) // *Ericaceae*, significación, morfología y sistemática (*Arbutus*, *Rhododendron*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Erica*, *Calluna*).
- Tema 19. *Oleaceae*, *Fraxinus*, los fresnos ibéricos, *Phillyrea*, *Ligustrum*, *Jasminum*, *Olea*, el acebuche y el olivo; // *Apocynaceae* (*Nerium*); *Asclepiadaceae* (*Periploca*); *Verbenaceae* (*Vitex*); *Labiatae*, su papel en los matorrales ibéricos (*Salvia*, *Lavandula*, *Rosmarinus*, *Phlomis*, *Thymus*)
- Tema 20. *Bignoniaceae* (*Catalpa*, *Jacaranda*); *Solanaceae* (*Nicotiana*); *Globulariaceae* (*Globularia*); *Myoporaceae* (*Myoporum*); *Caprifoliaceae* (*Lonicera*, *Sambucus*, *Viburnum*); *Asteraceae* (*Santolina*, *Helichrysum*, *Artemisia*) // *Liliaceae*, generalidades, particularidades biológicas, sistemática, *Liliaceae* (*Smilax*, *Ruscus*, *Asparagus*), *Agavaceae* (*Agave*, *Dracaena*), *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Arecaceae* (*Chamaerops*, *Phoenix*, *Trachicarpus*)

PRÁCTICA 1

Ginkgo biloba L.
Abies alba Miller
Abies pinsapo Boiss.
Picea abies (L.) Karsten
Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco
Larix decidua Miller
Cedrus atlantica (Endl.) Carrière
Taxus baccata L.
Sequoia sempervirens (Lamb.) Endl.
Sequoiadendron giganteum (Lindley) Bucholz

PRÁCTICA 2

Pinus radiata D. Don.
Pinus uncinata Ramond ex DC.
Pinus sylvestris L.
Pinus nigra Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco
Pinus pinea L.
Pinus pinaster Aiton
Pinus halepensis Miller
Pinus canariensis Chr. Sm. ex DC.
Tetraclinis articulata (Vahl) Masters
Cupressus sempervirens L.

PRÁCTICA 3

Juniperus communis L.
Juniperus oxycedrus L.
Juniperus phoenicea L.
Juniperus thurifera L.
Juglans regia L.
Populus alba L.

Populus tremula L.
Populus nigra L.
Salix sp.

PRÁCTICA 4

Betula sp.
Alnus glutinosa (L.) Gaertner
Corylus avellana L.
Carpinus betulus L.
Fagus sylvatica L.
Castanea sativa Miller
Ulmus minor Miller
Ulmus glabra Hudson
Celtis australis L.
Ficus carica L.
Morus sp.

PRÁCTICA 5

Quercus robur L.
Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.
Quercus canariensis Willd.
Quercus pyrenaica Willd.
Quercus humilis Miller [= *Quercus pubescens* Willd.]
Quercus faginea Lam.
Quercus suber L.
Quercus ilex L.
Quercus coccifera L.
Sorbus tp aucuparia L. (incl. *domestica*)
Sorbus tp aria (L.) Crantz (incl. *torminalis*)

PRÁCTICA 6

Prunus avium L.
Prunus dulcis (Miller) D.A. Webb
Rosa sp.
Rubus sp.
Pyrus sp.
Malus sp.
Crataegus monogyna Jacq.
Prunus spinosa L.
Prunus laurocerasus L.
Magnolia grandiflora L.
Laurus nobilis L.

PRÁCTICA 7

Platanus orientalis Miller var. *acerifolia*
Retama sp.
Ulex sp.
Adenocarpus sp.
Pterospartum tridentatum (L.) Willk.
Cytisus sp.
Genista sp. (inermes)
Genista sp. (pinchudas)
Spartium junceum L.
Berberis vulgaris L.
Flueggea tinctoria (L.) G.L. Webster

PRÁCTICA 8

Acer platanoides L.
Acer pseudoplatanus L.
Acer opalus Miller subsp. *opalus*
Acer opalus Miller subsp. *granatense* (Boiss.) F. Quer & Rothm.
Acer campestre L.
Acer monspessulanum L..
Acer negundo L.
Ailanthus altissima (Miller) Swingle
Melia azedarach L.
Pistacia terebinthus L.
Pistacia lentiscus L.

PRÁCTICA 9

Ceratonia siliqua L.
Acacia (gr. *dealbata*)
Acacia (gr. *melanoxylon*)
Acacia (gr. *farnesiana*)
Gleditsia triacanthos L.
Cercis siliquastrum L.
Sophora japonica L.
Robinia pseudoacacia L.
Buxus sempervirens L.
Aesculus hippocastanum L.
Ilex aquifolium L.

PRACTICA 10

Rhamnus alaternus L.
Rhamnus lycioides L.
Frangula alnus Miller / *Cornus sanguinea* L.
Cistus sp.
Halimium sp.
Tamarix sp.
Tilia platyphyllos Scop.
Eucalyptus globulus Labill.
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

PRÁCTICA 11	PRÁCTICA 12
<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Lavandula latifolia</i> Medicus
<i>Erica</i> sp.	<i>L. stoechas</i> L. subsp. <i>pedunculata</i> (Miller) Samp. ex Rozeira
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl.
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel	<i>Thymus</i> sp.
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
<i>Olea europaea</i> L.	<i>Lonicera</i> sp
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Stipa tenacissima</i> L.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	<i>Arundo donax</i> L.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steudel
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	<i>Chamaerops humilis</i> L.
<i>Nerium oleander</i> L.	

Tabla 21. Listado de prácticas de “Botánica Forestal”

Sistema de evaluación de la asignatura

A continuación se expone el sistema de evaluación propuesto, cuyos criterios son similares a los aprobados para el presente curso lectivo, con las siguientes modificaciones:

- Se incluye la posibilidad de realizar cuestionarios on-line en los distintos módulos, cuya nota se sumaría (hasta un máximo de dos puntos) a la obtenida en los correspondientes parciales (siempre que éstos se aprobaran en los correspondientes exámenes parciales).
- El contenido de los parciales no está equilibrado, por lo que se incluye un factor de corrección en cada uno de ellos

Igualmente, según la Normativa Reguladora de los Procesos de Evaluación (UPM, 2010c), se ofrece a los alumnos entre la modalidad de evaluación continua y la evaluación mediante sólo prueba final.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN PARA LA MODALIDAD DE EVALUACIÓN CONTINUA (Botánica Forestal)

La superación de las siguientes pruebas tendrá validez en las convocatorias del año académico en curso

(1) Exámenes parciales (T1, T2, T3)

La aprobación de éstos se logra obteniendo una puntuación mínima de 4.

Bloques para exámenes parciales:

T1: Introducción. Trabajo del estudio dirigido (temas 1-5).

T2: Gimnospermas (temas 5-8)

T3: Angiospermas (temas 9-20)

(2) Examen de reconocimiento (P)

Consistirá en la identificación de 2 grupos de 16 muestras (1ª y 2ª categoría) hasta el máximo rango taxonómico compatible con el estado de la muestra (familia, género, especie....).

Para aprobar el primer grupo habrán de reconocerse correctamente al menos 15 muestras (no más de un fallo) y para el segundo, un mínimo de 12 (no más de cuatro fallos); dos errores en la identificación de la familia equivalen a un fallo. En este segundo bloque y con los criterios del mismo, podrán figurar algunas especies de primera categoría.

Para el reconocimiento de las plantas de cada grupo se dispondrá de 16 minutos. El alumno podrá hacer durante el examen las preguntas que considere oportuno acerca del material que le ha sido propuesto.

(3) Examen de herbario (H)

Para aprobar la asignatura es indispensable presentar, por grupos de cinco estudiantes, un herbario con 100 especies, de las que al menos 90 correspondan al listado de taxones de obligado reconocimiento. Las que no correspondan a dicho listado deberán ser identificadas por los alumnos utilizando la bibliografía proporcionada.

En ningún caso las plantas podrán proceder ni de parques ni del Arboreto de la Escuela.

Este herbario (ordenado con criterio sistemático) deberá acompañarse de una relación aparte de las especies que lo integran, que seguirá el mismo orden.

Cada muestra deberá tener los suficientes caracteres como para permitir una correcta identificación, que habrá de llegar además hasta el nivel o rango taxonómico más preciso posible. No podrá ir pegada al papel.

En su pliego, cada muestra estará acompañada por una etiqueta (con el contenido y formato que se señala a continuación) en la que, ineludiblemente, deberán figurar:

- Nombre correcto del taxón con la autoría del mismo, incluso para los que no pertenezcan a la lista de obligado reconocimiento
- Familia a la que pertenece
- Término municipal, localidad concreta y coordenada UTM (con nivel mínimo de cuadrícula 10 x10 km)
- En el caso de especies alóctonas se consignará el territorio de origen de las mismas
- Características de la estación: altitud, orientación, pendiente, sustrato geológico, agrupación en la que se colectó, observaciones, etcétera.
- Fecha de la recolección
- Autor de la recolección y de la determinación (la misma o distintas personas)
- Descripción morfológica de la planta prensada

Quercus suber L.
Fam. Fagaceae
Loc.: Ciudad Real.- Navas de Estena: A° del Quebracho.
U.T.M.: 30SUJ7070.
Fecha: 23-12-1995
Alt.: 800 m.
Or.: SO
Pend.: 15%
Sustrato: pizarras paleozoicas.
Agrupación: Encinares con madroños y labiérnago.
Leg.- Isabel Castaños **Det.-** Ramón Cabrera
Observaciones: más abundante al pie de laderas arenosas de solana.(en caso de alóctonas, origen geográfico)
Descripción: Hojas perennes, alternas, pecioladas, de envés blanco tomentoso, nerviación pinnada y margen entero-subdentado

En ningún caso se aceptarán herbarios en cuyas etiquetas no figure el autor/es del binomen y la coordenada UTM de la localidad o, en el caso de plantas alóctonas, el origen geográfico de las mismas.

Deberá presentarse igualmente una colección de piñas y frutos en la que, al menos, se incluirán las piñas de los 6 pinos espontáneos en la península Ibérica y las cúpulas de nuestras principales fagáceas, en las que al menos figuren las del haya, castaño, encina, alcornoque y coscoja.

En la presentación oral-individual del herbario, sólo se admitirá un fallo en la identificación de los especímenes (dos errores en la familia equivalen a un fallo) y ninguno en el reconocimiento de piñas y frutos.

En el examen del Herbario se valorará:

- Confección, presentación, ordenación y etiquetado, grado de elaboración propia.
- Identificación (será imprescindible el completo reconocimiento del material presentado).
- Conocimiento (parentesco y semejanza con otras especies, área, preferencias ambientales).

(4) Cuadernos de Campo (CC)

Los cuadernos de campo recogidos a la finalización del mismo. Se valorarán, del 1 al 10, en función de la presentación y contenido correspondiente a las exposiciones y el listado de la flora objeto de cada día de viaje.

(5) Asistencia (A)

La asistencia a las clases teóricas, prácticas y viajes es opcional.

CALIFICACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA POR CURSO (evaluación continua)

Para aprobar la asignatura por curso se tendrá que obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada examen parcial (T), examen de reconocimiento (P) y herbario (H), y una puntuación mayor o igual a 5 en la calificación final. La calificación final será la resultante de la siguiente fórmula:

$$(0.075 \times T1) + (0.045 \times T2) + (0.18 \times T3) + (0.4 \times P) + (0.2 \times H) + (0.1 \times CC)$$

[fórmula 1]

A esta nota, de ser mayor o igual a 5, se aumentará hasta un máximo de dos puntos en función de las notas (ni) obtenidas en los tres cuestionarios de autoevaluación del Moodle, y según la siguiente relación

$$\sum_{i=1}^3 \frac{2 \times ni}{30}$$

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN PARA LA MODALIDAD A TRAVÉS DE “SOLO PRUEBA FINAL”

Los alumnos que hayan comunicado por escrito al coordinador de la asignatura que desean adscribirse a esta modalidad (**en el plazo de tres semanas a partir del comienzo de clases**), se examinarán de teoría en una única prueba final (T). No obstante deberán realizar el examen de reconocimiento (P) y el examen de herbario (H, que deberán elaborarlo según la misma normativa indicada, de forma individual o por grupos) en las fechas indicadas. Sólo podrán concurrir al examen final los alumnos que figuren en Actas.

Para aprobar la asignatura se tendrá que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la prueba teórica, examen de reconocimiento (P) y herbario (H), y una puntuación mayor o igual a 5 en la calificación final. Ésta será la resultante de la siguiente fórmula:

$$(0.4 \times T) + (0.4 \times P) + (0.2 \times H)$$

[fórmula 2]

EXAMEN EXTRAORDINARIO

EXAMEN EXTRAORDINARIO

Los alumnos que no aprueben por curso la asignatura, o alguna parte de la misma (teoría, reconocimiento o herbario), podrán realizar en el examen final extraordinario de julio, la parte correspondiente. El examen constará de una prueba teórica (T), un examen de reconocimiento (P) y un examen de herbario (H, que deberán haberlo elaborado según la normativa indicada, de forma individual o por grupos). Sólo podrán concurrir al examen final los alumnos que figuren en Actas.

Para aprobar la asignatura se tendrá que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la prueba teórica, examen de reconocimiento (P) y herbario (H), y una puntuación mayor o igual a 5 en la calificación final. Ésta será la resultante de la fórmula 2.

INVESTIGACIÓN

Entre los múltiples aspectos académicos, la investigación constituye uno de los pilares universitarios que permiten abordar, en el marco de la sociedad de la información y el conocimiento, los retos derivados de la innovación en las formas de generación y transmisión del conocimiento (Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidad, BOE 24.12.01, LOU). Este aspecto refleja el papel investigador de las Universidades como central en el desarrollo cultural, económico y social de un país, por su positivo impacto en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y en la creación de riqueza. El título VII de la Ley Orgánica de Universidades define a la investigación en estos términos: fundamento de la docencia, medio para el progreso de la comunidad y soporte de la transferencia social del conocimiento, función esencial de las Universidades, deber del personal docente e investigador de las Universidades.

“La Universidad tiene que ser, antes que Universidad, ciencia”
(Ortega y Gasset, 1930)

En este marco se desarrolla una normativa que establece una serie de obligaciones e incentivos para la realización de una investigación de excelencia por parte del profesorado, a la vez que se establecen mecanismos para su evaluación (a través de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, de las comunidades autónomas, y de las propias universidades). Dichos mecanismos garantizan el mérito y la capacidad en la selección y el acceso del profesorado en relación con la docencia de calidad y la investigación de excelencia, siempre basado en el principio de libertad académica manifestada en las libertades de cátedra, de investigación y de estudio.

El mecanismo normativo y estructural desarrollado a partir de la LOU en relación con la actividad de investigación, persigue:

- La creación y transmisión del conocimiento como eje de la actividad académica
- El desarrollo de una investigación inter y multidisciplinar fomentando la movilidad
- Integrarse competitivamente junto a los mejores centros de enseñanza superior y centros de investigación

Estas líneas resumen, en definitiva, la orientación de la labor investigadora del profesorado universitario que se pueden concretar en cuatro aspectos que se desarrollan a continuación. Dicha labor se puede concretar en cuatro líneas:

- ✓ Investigación científica
- ✓ Investigación educativa
- ✓ Transmisión del conocimiento
- ✓ Integración

Investigación en científica

Cumplir responsablemente con la obligación investigadora científica queda expresamente recogido en la normativa universitaria (BOE, 13.04.2007; BOCM, 21.10.2010).

La investigación científica es fundamento esencial de la docencia y una herramienta primordial para el desarrollo social a través de la transferencia de sus resultados a la sociedad. Como tal, constituye una función esencial de la universidad, que deriva de su papel clave en la generación de conocimiento y de su capacidad de estimular y generar pensamiento crítico, clave de todo proceso científico (BOE, 13.04.2007).

El principio de libertad académica se basa en la libertad de cátedra, de investigación, y de estudio (BOE, 25.12.2001), por tanto, mientras que la UPM no desarrolle el Plan de Investigación recogido por la LOU, el profesorado universitario ha de desarrollar su tarea investigadora guiado por sus intereses y proximidad a su campo científico de trabajo. No obstante, hay una serie de principios a los que la investigación debería dirigirse, entre los que destacan los objetivos de desarrollo del milenio de las Naciones Unidas (aprobada por 189 países y firmada por 147 jefes de estado y de gobierno en la **Cumbre del Milenio** de las Naciones Unidas celebrada en septiembre de 2000).

Entre dichos objetivos figuran: erradicar la pobreza extrema y el hambre, promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer, garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, y fomentar una asociación mundial para el desarrollo. Todos estos objetivos pueden servir de guía en el desarrollo de la investigación científica en la Universidad. En concreto, por su relación con el campo de la botánica, se destaca el objetivo 7B de desarrollo del milenio de las Naciones Unidas: reducir la pérdida de diversidad biológica logrando, para 2010, una reducción significativa en la tasa de pérdida. La extensión de este objetivo ha dado paso a una avivada discusión en torno al post-2010.

De entre los acuerdos tomados en el marco de la última Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa (Valsain, 2010), destaca la ausencia de acuerdo respecto a la reducción de la pérdida de la biodiversidad. No obstante hay otros acuerdos en relación con la actividad investigadora en el campo de la Ingeniería Agroforestal:

- ✓ *Se reafirma en el objetivo de conseguir que los bosques continúen en el futuro proporcionando los bienes y servicios que ahora proporcionan, y de aunar esfuerzos para incrementarlos en calidad y cantidad. La protección de los bosques forma parte de la gestión sostenible de los mismos.*
- ✓ *Toma nota de que el enfoque ecosistémico es coherente con la gestión sostenible de los bosques, tal y como se establece en el marco del proceso Forest Europe.*
- ✓ *Considera realizar mayores esfuerzos y desarrollar opciones de cara a la cooperación y la coordinación a nivel de la UE dentro del marco de la Estrategia Forestal de la UE, respetando debidamente el principio de subsidiariedad.*

- ✓ *Fomentar la evaluación y el seguimiento permanente del estado, dinámica y evolución de los bosques europeos, potenciando que los sistemas de Inventarios Forestales Nacionales expresen sus resultados, entre otros, mediante los criterios e indicadores paneuropeos, encauzando la recogida de información forestal a nivel Europeo con vistas a contribuir con otras entidades mediante sistemas de información forestal europeos ya existentes.*

Además, la Conferencia Ministerial citada reconoce el *Libro Verde sobre Protección de los Bosques e Información Forestal en la UE* presentado por la Comisión Europea e invita a que se participe ampliamente en el proceso de consulta en curso. Éste reconoce que el cambio climático ha tenido y tendrá un impacto sobre los bosques, cuyas consecuencias tendrán un impacto socio-económico y ambiental. Dicha declaración, en consonancia con los resultados publicados el Panel Internacional de Cambio Climático (2007), recomienda que tomemos acciones hoy, para que los bosques europeos puedan seguir proporcionando su función productiva, socio-económica y ambiental mañana. En concreto establece unas líneas de actuación a escala europea (Comisión Europea, 2010):

- ✓ Monitorización del estado de los bosques europeos
- ✓ Prever las tendencias de cambio global y los posibles impactos negativos
- ✓ Proponer, coordinar o apoyar acciones de prevención a escala europea
- ✓ Debatir sobre la efectividad de opciones de gestión y protección de los bosques frente al cambio climático, qué iniciativas europeas son útiles, y cuáles son las deficiencias de información ante los riesgos que hemos de afrontar.

Estos grandes objetivos, también recogidos en las *Acción Estratégica del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011* de adaptación al cambio climático, son entre otros los que pueden guiar el desarrollo de la investigación específica en el marco de la plaza propuesta. Dicha plaza se encuentra adscrita al Departamento de Silvopascicultura en el área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal, y cuyo perfil corresponde a las materias “Botánica, dendrología y geobotánica” y “Botánica forestal”. En relación con los contenidos de las respectivas asignaturas, se propone desarrollar una investigación acorde con las recomendaciones expresadas, formando a alumnos en el marco de los programas de doctorado para la obtención del Título Europeo de Doctor, y en la medida de lo posible fomentando la cooperación, reduciendo la pobreza, transmitiendo los avances y técnicas desarrolladas e integrando a empresas.

El grupo de investigación *Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal*, reconocido por la UPM en el 2007, y en el que se integra todo el personal de la Unidad Docente de Botánica de la ETSIM, ejerce su actividad en las áreas de conocimiento de Ingeniería Agroforestal, Producción Vegetal, Tecnologías del Medio Ambiente y Matemática Aplicada. Las líneas de investigación en las que se desarrollan su actividad son:

- *Flora ibérica y botánica aplicada*
- *Paleoclimatología y dendrocronología*
- *Biodiversidad y conservación vegetal*
- *Paleofitogeografía*

De acuerdo con estas líneas de investigación, y teniendo en cuenta los objetivos estratégicos de la Unión Europea (Séptimo Programa Marco) y del Ministerio de Ciencia e Innovación (Plan Estratégico I+D+i), se propone desarrollar la línea de paleofitogeografía en la dirección *Adaptación de las Masas Forestales al Cambio Climático*, mediante el estudio de:

- I. Paleocorología: estudio de la distribución de especies y ecosistemas vegetales en el Cuaternario final a través del estudio del registro fósil.
- II. Vulnerabilidad de las masas forestales: a través del estudio de su dinámica y de los factores que la condicionan (con el apoyo de datos paleoecológicos, de inventarios, climáticos, paleoclimáticos, y la modelización).
- III. Adaptación de las especies al cambio climático: estudio de tendencias migratorias y posibles medidas de ayuda a la adaptación (protección y conectividad de áreas, ayuda a la regeneración, mejora de hábitats, etc.), a través del desarrollo de modelos validados con datos paleoecológicos proyectados al futuro.

Como ejemplo, se presenta en un anexo un proyecto concreto a desarrollar en el marco temporal de tres años, titulado *Estudio Multidisciplinar de la Dinámica Finicuaternaria de los Pinares Ibéricos*.

Investigación docente

Las tendencias de enseñanza asociadas al Proceso de Bolonia, focaliza la atención en la actividad del estudiante, relegando el papel del profesor al de orientador-evaluador. Este movimiento tiene su máxima expresión en la definición de los créditos ECTS, donde no figura ni el papel del profesor, ni su tiempo de dedicación. Efectivamente, el alumno, en la sociedad actual tiene a su disposición una enorme cantidad de información. Si bien, no toda la información es correcta, o válida, alguna está elaborada por equipos de expertos que superan en calidad, presentación y síntesis, lo que el profesor puede transmitir. La duda surge entonces: ¿ha de dedicarse el profesor a presentar al alumnado un material que puede encontrar por si solo en internet?, o ¿ha de facilitar esa búsqueda?

La respuesta parece clara. Si el profesor ordena y pone a disposición de los alumnos, recursos suficientemente buenos (aplicaciones, presentaciones, documentos, vídeos, etc.), para que adquieran las capacidades definidas en su asignatura, su tarea puede reducirse a orientar y constatar que los estudiantes han adquirido esas capacidades. Éste parece ser el mensaje del Proceso Bolonia. Sin embargo, existe una serie de capacidades transversales en relación con los valores humanos positivos y comportamientos sociales (BOE 13.04.2007; UPM, 2010a, 2010b), que son más difíciles de adquirir, y que requieren del trabajo en equipo, la exposición oral, la intervención en foros, etc.

Por otro lado, existen diferentes enfoques para la adquisición de una competencia determinada. ¿Ha de presentarse el material lógicamente ordenado (por ejemplo filogenético)? o ¿sería más provechoso presentar casos concretos en los que los alumnos tuvieran que trabajar (evaluaciones ambientales, elaboración de catálogos, etc.), para luego proceder a elaborar el esquema completo de la vegetación? ¿En qué medida refleja un examen escrito las capacidades a evaluar? ¿Cuánto tiempo tardan los alumnos en olvidar lo aprendido en función de la metodología de enseñanza utilizada?

En el modelo que aquí se propone, la función profesional básica del profesor sigue siendo la docente, pero acompañada de un conocimiento reflexivo y crítico de la propia práctica, del estudio de los trabajos de otros profesores y de la comprobación de sus ideas mediante la investigación en el aula. Las tareas docente e investigadora del llamado profesor-investigador (Stenhouse, 1985), aquí no se separan.

Entre los fines generales de la Universidad (BOE, 21.12.2001), figura ofrecer una enseñanza de calidad en el marco de la sociedad de la información y el conocimiento, y los retos derivados de la innovación en las formas de generación y transmisión del conocimiento. Por tanto, si la investigación es un deber del personal docente e investigador de las Universidades, ésta, debería también centrarse en el primero de sus deberes: cumplir responsablemente sus obligaciones docentes.

Esta investigación se puede concretar en la evaluación de la efectividad de distintos sistemas de enseñanza planificados en un grupo piloto de alumnos. A tal respecto, la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación (UPM, 2010c), contempla la

posibilidad de elaborar guías de asignatura piloto a aplicar a distintos grupos. Además, el elevado número de alumnos matriculados en el Grado en Ingeniería Forestal de la UPM, presenta la oportunidad de llevar a cabo este tipo de investigación. Las convocatorias de Proyectos y Grupos de Innovación Educativa, constituyen un soporte adicional (económico y administrativo) para innovar en el sistema de enseñanza-aprendizaje, objeto que además es centro de atención en el Modelo Educativo de la UPM (Programa de Renovación de las Metodologías Educativas).

Transmisión del conocimiento

Entre las misiones de la Universidad figuran (1) la docencia, (2) la investigación, y (3) la difusión, la valorización y la transferencia del conocimiento al servicio de la cultura, de la calidad de la vida, y del desarrollo económico (BOE, 21.12.2001; BOE, 13.04.2007). Esta es la llamada tercera función esencial de la Universidad (Ortega y Gasset, 1930), que queda también recogida en las Acciones Estratégicas del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011 (Ministerio de Ciencia e Innovación). Y el profesor universitario no puede ser ajeno a la misma.

Los mecanismos principales de los que dispone el profesor universitario para hacer material la transferencia del conocimiento, son la docencia, las publicaciones (en todos sus formatos), y la participación en asociaciones Universidad-Empresa. La participación de empresas en los proyectos de investigación, la participación o creación de empresas con base tecnológica (spin-offs), la publicación de libros, artículos, páginas web, la difusión de documentos audiovisuales, la comunicación en seminarios, congresos, el registro de patentes, etc., son actividades que persiguen la misma finalidad.

Además, la cooperación para el desarrollo humano a través de estrategias que incidan en la generación y difusión del conocimiento destinado al progreso de los sectores más desfavorecidos de la sociedad y a la mejora de la equidad, figura entre las funciones de la Universidad Politécnica de Madrid (BOCM, 21.10.2010). La transferencia en el marco de la cooperación, es por tanto otro de los recursos a través de los que el profesor puede cumplir con la tercera misión de la Universidad.

El Ministerio de Ciencia e Innovación, a través de la Estrategia Estatal de Innovación, apoya de forma especial el avance en transferencia. La decidida apuesta por la participación de empresas en el desarrollo de la investigación, la creación de empresas de base tecnológica, o la línea de financiación Innocampus de apoyo a los parques científicos académicos, son claros ejemplos. Como resultado de ésta última línea de financiación, surge el Campus de Excelencia Universitaria Campus de Moncloa, donde la colaboración Universidad-Empresa-Sociedad figura entre sus líneas estratégicas (<http://www.ceicampusmoncloa.com/>).

Integración

Especialmente en el último cuarto de siglo, se ha producido una progresiva especialización y dispersión del conocimiento. Los Estatutos de la UPM (BOCM, 21.10.2010), recogen la decisión de encauzar la integración de este potencial a través de los institutos universitarios de investigación, los centros de I+D+i y otros centros propios, los departamentos y los grupos de investigación. El reconocimiento del Campus de Moncloa, proyecto conjunto entre la UPM y la Universidad Complutense de Madrid, como Campus de Excelencia Internacional, constituye también un nuevo hito en el proceso de integración y fomento de la ciencia, la investigación y la educación de excelencia.

El profesor de universidad, cuya obligación investigadora queda recogida en los Estatutos de la UPM (BOCM, 21.10.2010), ha de aprovechar las oportunidades que se le brindan para su formación en materia de educación e investigación, y para el desarrollo de una investigación multidisciplinar. Son numerosas las ayudas enfocadas a estos objetivos, especialmente facilitando la movilidad del profesorado: Unión Europea (programas LPP-ERASMUS de movilidad del profesorado, el subprograma PEOPLE del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea), Ministerio de Educación (ayudas José Castillejos), Universidad Politécnica de Madrid (Instituto de Ciencias de la Educación, ayudas a estancias breves en centros extranjeros de la UPM), Caja Madrid (ayudas de movilidad de), etc.

A parte de las ayudas para el desarrollo de proyectos específicos de investigación (Séptimo Programa Marco, Ministerio de Ciencia e Innovación, Comunidad de Madrid, de la UPM, Agencia Española de Cooperación Internacional, etc.), existe una serie de ayudas para crear o fortalecer redes de colaboración con otros centros o institutos de investigación y enseñanza. Destacan por su potencial, las acciones COST de la Unión Europea y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). En la UPM, la integración en materia de investigación se potencia especialmente a través de los *grupos de investigación*, figura que ya se recogía en la LOU en el año 2001.

En materia de educación, el Modelo Educativo de la UPM apuesta por la creación de *equipos docentes*. Se propone esta medida para reforzar y promover la estructura, objetivos y alcance de los "*grupos de innovación educativa*", ayudando a fortalecer los lazos de colaboración docente en torno a nuevas experiencias didácticas, vinculadas a los planteamientos del nuevo modelo educativo, que se centra en el aprendizaje del estudiante.

En resumen, se considera de importancia aprovechar los recursos que se presentan para la realización de estancias cortas en otros centros cuando el desarrollo de la docencia así lo permita, para crear redes de colaboración, solicitar en proyectos y participar en grupos, de *innovación educativa*.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz F.J. 1999. Manual de teoría y práctica de geobotánica. Universidad de Murcia, Murcia.
- ANECA, 2008. Programa academia: principios y orientaciones para la aplicación de los criterios de evaluación. Agencia Nacional de Evaluación del Profesorado, Madrid.
- ANECA. 2005. Libro blanco. Título de grado en ingenierías agrarias e ingenierías forestales. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación., Madrid.
- ANECA. 2008. Programa academia: principios y orientaciones para la aplicación de los criterios de evaluación. Agencia Nacional de Evaluación del Profesorado, Madrid.
- Ausubel D.P. 1990. Significado y aprendizaje significativo. In: Ausubel D.P., Novak J.D., Hanesian H. (eds) Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Trillas, Mexico, pp 55-107.
- Ausubel, D.P., 1990. Significado y aprendizaje significativo. In: Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. (Eds.), Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Trillas, Mexico, pp. 55-107.
- Bauer E. 1991. Los Montes de España en la Historia. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- BOCM, 1.07.2009. Acuerdo de 10 de junio de 2009, del Consejo de Gobierno, por el que se autoriza la creación de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural en la Universidad Politécnica de Madrid.
- BOCM, 21.10.2010. Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid.
- BOCM. 1.07.2009. Acuerdo de 10 de junio de 2009, del Consejo de Gobierno, por el que se autoriza la creación de la Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural en la Universidad Politécnica de Madrid.
- BOE, 13.04.2007. Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- BOE, 18.09.2003. REAL DECRETO 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- BOE, 21.12.2001. LEY ORGÁNICA 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- BOE, 25.01.2005. REAL DECRETO 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado.
- BOE. 19.02.2009a. Orden CIN/324/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Forestal.
- BOE. 19.02.2009b. Orden CIN/326/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Montes.

- BOE. 22.11.2003. LEY 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- BOE. 27.12.2010. Resolución de 9 de diciembre de 2010, de la Universidad Politécnica de Madrid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Forestal.
- BOE. 30.10.2007. REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- C.A.M. 2010. Cuaderno informativo de orientación académica y profesional. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid, Madrid.
- Ceballos G. 1966. La Escuela Especial de Ingenieros de Montes (1997). In: E.T.S.I.M. (ed) La Escuela Superior de Ingenieros de Montes 150 aniversario. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- Colegio de Ingenieros de Montes. 2003. Resultados de la encuesta laboral y de calidad de enseñanza de los Ingenieros de Montes. Montes 71: 57-75.
- Elliot J. 2000. El cambio educativo desde la investigación-acción (traducción de P. Manzano). Morata, Madrid
- Fowler B. 2002. La taxonomía de Bloom y el pensamiento crítico. <http://www.eduteka.org/profeinvitad.php3?ProfInvID=0014> (acceso 15.01.2010)
- Gil L., González-Doncel I. 2009. Los inicios de una nueva administración forestal (1848-1960). Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 30: 179-194.
- Gómez Manzaneque F. 1992. Proyecto docente. Escuela Técnica Superior Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Inédito.
- Gómez Manzaneque F., Morla C., Maldonado Ruíz J., Martínez García F. 2010. Botánica Sistemática I. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 380 pp.
- Gómez Mendoza J. 1992. Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936). ICONA, Madrid, 260 pp.
- Herruzo Martínez, A.C., 1995. Proyecto docente. Área de conocimiento: economía, sociología y política agraria. Escuela Técnica Superior Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Inédito.
- INE. 2010. España en cifras. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Izco J., Barreno E., Brugués M., Costa M., Devesa J., Fernández F., Gallardo T., Llimona X., Salvo E., Talavera S., Valdés B. 1998. Botánica. McGraw-Hill, Interamericana, Madrid [etc], 781 pp.
- Madrigal A.C. 1999. Ciencias y técnicas forestales. 150 años de aportaciones de los Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- Madrigal Collazo A. 2008. Gestión forestal: ayer, hoy, mañana. Lección de primavera del curso académico 2007-2008. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Magdaleno F. 2004. Escuelas Forestales. Montes 75: 54-55.

- Melchior, H., Werdermann, E., 1964. Engler's syllabus der Pflanzenfamilien. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Montserrat P., Villar L. 2006. Aspectos teóricos y prácticos de los mapas forestales. *Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales* 15: 71.
- Morla Juaristi C. 1999. Proyecto docente. Escuela Técnica Superior Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Inédito.
- Nérci I.G., Nervi J.R. 1973. Hacia una didáctica general dinámica. Kapelusz, Buenos Aires, 525 pp.
- Ortega y Gasset, J., 1936. Misión de la Universidad. Madrid. *Revista de occidente* (primera edición)
- Rodríguez Diéguez J.L. 1995. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación y tecnología de la educación. In: Rodríguez Diéguez J.L., Sáenz Barrio O. (eds) *Tecnología educativa Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Marfil, Alcoy, pp 21-43.
- Ruiz de la Torre J. 1997. El estudio de la flora y la vegetación, con la ecología de sistemas, en el currículum del Ingeniero de Montes. Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 46 pp.
- Sánchez Núñez J.A. 2010. La técnica expositiva. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Stebbins, G.L., 1974. Flowering plants: evolution above the species level. Arnold, London.
- Stenhouse, L., 1985. El profesor como tema de investigación y desarrollo. *Revista de educación*, 277, 43-53.
- UPM, 2010c. Normativa reguladora de los sistemas de evaluación en los procesos formativos vinculados a los títulos de grado y máster universitario con planes de estudio adaptados al R.D. 1393/2007 (Aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid en su sesión del 22 de Julio de 2010). Universidad Politécnica de Madrid.
- UPM. 2004. Planes de Estudio 1974. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- UPM. 2010a. Plan de Estudio del Máster Universitario en Ingeniería de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid. ANECA, Madrid.
- UPM. 2010b. Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Forestal por la Universidad Politécnica de Madrid. ANECA, Madrid.
- UPM. 22.07.2010. Normativa reguladora de los sistemas de evaluación en los procesos formativos vinculados a los títulos de grado y máster universitario con planes de estudio adaptados al R.D. 1393/2007 (Aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid en su sesión del 22 de Julio de 2010). Universidad Politécnica de Madrid.

ANEXO I

PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Estudio multidisciplinar de la dinámica finicuaternaria de los pinares del occidente ibérico

Resumen

En el presente proyecto se propone, mediante un estudio multidisciplinar (paleobotánico, geomorfológico, bacteriológico y matemático), ofrecer un modelo validado con datos paleoecológicos, que explique la dinámica de los pinares del occidente ibérico a escala geológica del tiempo (últimos 15.000 años). Dicho modelo constituirá una herramienta de evaluación de la sensibilidad de los pinares ibéricos a los cambios climáticos predichos por el el Panel internacional de Cambio Climático (IPCC, 2007).

Para alcanzar dicho objetivo, se propone por un lado (1) estudiar la variación en la composición y estructura de las masas vegetales de tres áreas de la península ibérica (meseta norte, montañas del cuadrante noroccidental, y costas del sureste peninsular) durante los últimos 15.000 años. Por otro, (2) se detectará la posible influencia humana sobre la vegetación a través de índices antrópicos. Simultáneamente, (3) se reconstruirán las condiciones ambientales en las que vivieron dichas masas. Paralelamente, (4) se elaborarán varios modelos de distribución de especies que relacionen las condiciones ambientales con la presencia de los pinares ibéricos. Por último, (5) haciendo uso de los datos paleoclimáticos reconstruidos, se seleccionarán los modelos que mejor expliquen la dinámica finicuaternaria de la vegetación, teniendo en consideración la posible influencia humana en la vegetación a través de los índices antrópicos.

(1) La reconstrucción de la vegetación se realizará mediante el estudio de macrorrestos y microrrestos (polen y microcarbones) en determinados yacimientos, con apoyo de dataciones radiocarbónicas y estratigráficas. (2) Los índices antrópicos se obtendrán, en los registros fósiles estudiados, a partir de indicadores palinomórficos así como de la variación de la abundancia de ADN fósil del grupo *Bifidobacterium* / *Bacteroides-Prevotella*. (3) La reconstrucción paleoclimática se obtendrá mediante la regionalización de los datos paleoclimáticos proporcionados por el Paleoclimate Modelling Intercomparison Project. (4) Los modelos de distribución se elaborarán con softwares libres (MaxEnt, Bioclim, Biomod, etc.), y los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional y del Atlas Climático Digital de España. (5) La selección de modelos se realizará tanto cualitativamente como cuantitativamente. El análisis cuantitativo se realizará con Sistemas de Información Geográfica, mediante combinación de los mapas resultantes de las proyecciones de los modelos hacia el pasado, los datos paleoecológicos previamente biomizados (transformados en mapas), y los índices antrópicos.

Introducción

Un gran número de medidas de protección del paisaje forestal y de la biodiversidad vegetal se basa en la *determinación de los tipos de hábitats y taxones sensibles* a variaciones externas causadas por la actuación del hombre, incluido el cambio climático (e.g. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático). Para poder determinar la sensibilidad de dichos hábitats y

taxones, se hace necesario (1) conocer cómo era la vegetación antes de que el hombre la alterara, y (2) como responden los sistemas forestales y sus componentes a las citadas variaciones externas. Si el registro fósil nos informa de la primera cuestión, las técnicas de modelización constituyen una herramienta para analizar la información relacionada con la segunda. En este proyecto se integran las dos herramientas para obtener un modelo validado paleoecológicamente, que explique la respuesta de los pinares ibéricos occidentales a los cambios climáticos y antrópicos de los últimos 15.000 años. Estos modelos se podrán proyectar hacia el futuro con objeto de evaluar la sensibilidad de los pinares a los cambios climáticos que predice el Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2007) ante distintos escenarios.

Motivación

De los paleoinformadores o restos biológicos presentes en los yacimientos, podemos obtener datos extremadamente valiosos sobre la evolución del paisaje vegetal a lo largo de la historia de la Tierra. Estos conocimientos nos sirven para poder prever cómo responden las formaciones vegetales ante las variaciones en las condiciones ambientales, y de tal manera podremos aprovechar a medio-largo plazo, los recursos que nos ofrece el medio ambiente de una manera sostenible.

Las condiciones ambientales no han sido estáticas a lo largo del tiempo. Desde que los vegetales colonizaron el medio terrestre, éstos tuvieron que adaptarse a las cambiantes condiciones ambientales mediante distintos mecanismos para poder sobrevivir. Especialmente críticos fueron los últimos 1.8 millones de años (periodo llamado *Cuaternario*), con la sucesión de numerosas fases glaciares-interglaciares, aproximadamente 104, en la que la temperatura media anual de la Tierra varió hasta 15° C en menos de 200 años (Boessenkool et al., 2001; Dansgaard et al., 1993; Shackleton, 1987). De este modo nos encontramos en la actualidad con un paisaje formado por un elenco florístico que ha llegado hasta nuestros días, consecuencia de procesos de adaptación y extinción en respuesta a estos cambios ambientales. Sin embargo, hoy existe una situación muy diferente a lo sucedido en la historia de la Tierra a lo largo de la mayor parte del Pleistoceno, en la que se hace necesario predecir el comportamiento de los recursos vegetales, ya que el hombre ha entrado a jugar un papel fundamental modificando las condiciones ambientales a escala global.

Se estima que en los próximos años, la emisión antropógena de los gases invernadero provocará en Europa cambios ambientales de gran envergadura. Entre ellos figura, además del propio cambio en la composición atmosférica, la variación del patrón actual de temperaturas y precipitaciones (IPCC, 2007). Los efectos de estos cambios ya se han empezado a sentir a escala global. La pérdida de biodiversidad, con la que el deterioro de los bosques está enormemente relacionado, es una de las consecuencias ya palpables, de tal manera que se están tomando medidas políticas y de gestión. Como ejemplo figuran desde las Conferencias Ministeriales sobre la Protección de los Bosques en Europa, el *libro Libro Verde sobre Protección de los Bosques e Información Forestal en la UE presentado por la Comisión Europea*, hasta la elaboración de la *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia 2007-2012-2020*. En todos ellos figuran la biodiversidad y el bosque como elementos vulnerables al cambio climático.

Para poder cumplir la legislación medioambiental así como con los objetivos adquiridos en compromisos internacionales, se hace imprescindible adquirir conocimientos sobre la dinámica, composición y estructura del paisaje vegetal antes de que fuese alterado por el hombre, y sobre el efecto que la variación de las condiciones ambientales produce en ellos. De este modo, podremos valorar la vulnerabilidad de los ecosistemas, y tomar medidas preventivas para paliar los efectos adversos del hombre sobre la biodiversidad vegetal. Éste es el fundamento del presente proyecto, que centrado en los pinares occidentales de la Península Ibérica, lo abordará bajo una perspectiva multidisciplinar.

Antecedentes y estado actual de los conocimientos científico-técnicos

Los diferentes tipos de metodología, a través de los cuales se plantea llevar a cabo este proyecto, abarcan desde las técnicas tradicionalmente aplicadas al conocimiento de la vegetación en el pasado, como otras de desarrollo más reciente pero que ya han ofrecido amplios resultados en el campo de la ecología y la paleoecología.

Entre las primeras se encuentran la paleopalinología y los estudios anatómicos y taxonómicos sobre macrorrestos fósiles (hojas, carbones, restos xilemáticos, frutos, piñas, etc.). Estos métodos, que denominamos tradicionales, han sido ampliamente utilizados (Meyen, 1987). En los territorios en los que nos proponemos estudiar ya han proporcionado resultados valiosos y útiles en el campo de las reconstrucciones paleofitogeográficas y paleambientales. Entre ellos podemos destacar por ejemplo los estudios palinológicos y de macrorrestos que han contribuido a resolver incógnitas geobotánicas clásicas como, por ejemplo, el papel de pinares en los paisajes mediterráneos preantrópicos (Carión et al., 2000; Costa et al., 1997; Figueiral y Carcaillet, 2005; Franco et al., 2000; Rubiales et al., 2007). Algunos de los resultados también han aportado sorpresas en relación con la presencia inesperada de pinares (Franco Múgica et al., 2001; García-Amorena et al., 2007; García-Amorena et al., 2011). En el campo de la paleopalinología, la presencia del hombre tradicionalmente se ha estimado a través de indicadores antrópicos, como la presencia de *Cerealia*, el aclarado del paisaje, el aumento en el porcentaje de carbones (ej.: Aira y Vázquez, 1985; Atienza et al., 1991). Sin embargo, el hombre no es el único responsable del aclarado del bosque o del aumento de la frecuencia de incendios, por lo que contar con una técnica adicional que corrobore las hipótesis sobre la presencia del hombre sería de gran valor.

Por otro lado, para poder interpretar los resultados de las metodologías señaladas, se hace necesario establecer un marco geomorfológico a partir del análisis sedimentológico secuencial y de facies. Estos análisis, además de servir de base para datar los eventos más significativos, aportan información muy relevante en las reconstrucciones paleoambientales y paleogeográficas (Alonso y Pagés, 2000; Cearreta et al., 1997; Granja, 1999; Mary, 1990; Monino Sáez et al., 1988; Zazo et al., 1997).

En segundo lugar nos referiremos a los métodos que se han puesto a punto o han sido perfeccionados en las últimas dos décadas y que emplearemos como herramientas en este proyecto:

- Examen de epidermis foliares, analizando la estructura cuticular y las características de los estomas, de gran utilidad en la diagnosis de materiales fósiles de difícil o imposible identificación por los métodos tradicionales (García, 2007; García Álvarez et al., 2009a; García Álvarez et al., 2009b; Stružková, 2002; Sweeney, 2003; Whang et al., 2001)
- Presencia de ADN fósil del grupo Bifidobacterium/Bacteroides-Prevotella en sedimentos higroturbosos como indicador de actividad antrópica (Bernhard y Field, 2000; Madeja et al., 2007).
- Modelos de predicción de la distribución de especies proyectados al pasado:
 - Entre los modelos de predicción de la distribución de especies (Hábitat Suitability Models o Envelope Models) se encuentran los modelos fitoclimáticos (Gonzalo, 2009; López et al., 2009), y los modelos de nicho basados en distintas técnicas estadísticas, como redes neuronales, modelos lineales generalizados o modelos de “caja negra” (Benito Garzón et al., 2007; Elith et al., 2011; Phillips et al., 2006; Platts et al., 2008).
 - Estos modelos, una vez obtenidos, se pueden proyectar hacia el pasado si se dispone de los datos paleoambientales correspondientes. Afortunadamente, hay varios grupos de investigación que trabajan en la reconstrucción de las condiciones climáticas del

pasado (ej.: CLIMBER, del Postdam Institute for Climate Impact Research; ECHAM, del Max-Planck-Institute für Meteorologie; UGAMP, del UK Universities' Global Atmospheric Modelling Programme), y cuyos resultados los publican en el marco de un proyecto internacional: el Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP)

- Por otro lado nos encontramos los modelos que transforman los datos puntuales provenientes de yacimiento paleobotánicos, en mapas de tipos funcionales de plantas o biomas, técnica llamada “biomización” (Prentice et al., 1992).

Los resultados obtenidos mediante estas técnicas y métodos y el tratamiento integrado de los mismos, ha abierto perspectivas de indudable interés en lo que respecta al conocimiento sobre la composición, estructura y dinámica de las formaciones vegetales, cuestiones esenciales en el conjunto del proyecto que proponemos, y de las que a continuación damos una breve introducción.

1. Reconstrucción del paisaje vegetal Holoceno

La dinámica postglaciar de la vegetación peninsular ha sido estudiada de manera detallada mediante el método palinológico. Aunque principalmente, en el marco español, estos trabajos se han centrado en las montañas (Allen et al., 1996; Carrión et al., 2001; García Antón et al., 1997; Janssen, 1994; Menéndez Amor, 1969; Morales-Molino et al., 2011; Muñoz-Sobrino et al., 2004; Muñoz Sobrino et al., 2007; van der Knaap y van Leeuwen, 1997), existe alguno realizado en las costas y cuencas interiores de la península (Figueiral y Carcaillet, 2005; Finlayson et al., 2008; Franco Múgica et al., 2005; Franco Múgica et al., 2001; Morales-Molino et al., 2010; Muñoz-Sobrino et al., 2005; Pérez-Obiol y Julià, 1994; Pons y Reille, 1988; Steevenson y Moore, 1988).

Sin embargo, la aplicación exclusiva de este método en la reconstrucción del paisaje vegetal deja varios aspectos de la historia forestal sin aclarar, dado que por un lado la palinología no suele llegar a identificar taxones al rango específico. Por otro, la señal del polen rara vez es local. El uso de los macrorrestos supone un complemento en estos dos aspectos (Birks y Birks, 2000). Últimamente se han realizado con éxito aproximaciones relativas a la historia finicuaternaria de especies forestales ibéricas, arrojando resultados muy novedosos (García-Amorena, 2007; García-Amorena et al., 2011; Postigo Mijarra et al., 2007; Rubiales et al., 2007), que rellenan un hueco en la literatura europea (De Beaulieu et al., 2005; Huntley y Birks, 1983; Vernet, 2006).

2. El efecto de la variación de factores externos sobre la vegetación (clima versus hombre)

Los registros paleobotánicos muestran cómo la distribución y composición de la vegetación ha sido diferente en los distintos interglaciares y periodos interestadiales del Cuaternario (Huntley, 1990; Pons y Reille, 1988). Los sondeos en los fondos oceánicos y en los casquetes polares realizados a partir de 1980 han permitido establecer una detallada secuencia climática a escala hemisférica para los últimos 300.000 años (Andersen et al., 2004; Bond et al., 1992; Dansgaard et al., 1993; Roucoux et al., 2005). En dichas secuencias las fluctuaciones cuaternarias explican en gran medida las variaciones en la distribución y composición de los vegetales. Sin embargo, la aparición de la cultura Neolítica, con la domesticación de plantas y animales para su consumo, constituye un factor cada vez más relevante en el modelado del paisaje vegetal Ibérico desde hace unos 6.000 años (Roberts, 1997). Diferenciar los factores antropógenos del resto es a partir de este momento de gran importancia para poder determinar la vegetación natural correspondiente a cada territorio. La falta de métodos para poder conocer con fiabilidad el grado en que el hombre ha intervenido en este modelado, lleva al enfrentamiento entre distintas posturas, como el del papel de los pinares en la meseta, costas o montañas del cuadrante noroeste peninsular (Costa et al., 1997; Rivas-Martínez et al., 2002).

Los métodos moleculares ofrecen la posibilidad de distinguir el ADN de algunas bacterias que exclusivamente viven en el intestino del cuerpo humano (*Bifidobacterium* y *Bacteroides-Prevotella*), y que se conservan en los sedimentos continentales junto con otros restos paleobotánicos como el polen (Bernhard y Field, 2000). Después de aislar el ADN fósil de los sedimentos eliminando los inhibidores y después de amplificar el ADN con ayuda del PCR (Polymerase Chain Reaction) e imprimidores específicos de los grupos *Bifidobacterium* y *Bacteroides-Prevotella*, se pueden detectar las correspondientes bandas de ADN separadas mediante electroforesis en gel de agarosa (Madeja et al., 2007). De esta manera se puede determinar la presencia local de poblaciones humanas, información especialmente relevante para determinar la presión antropógena sobre el medio ambiente en los periodos Paleolítico/Mesolítico.

Por otro lado los sondeos marinos y polares ofrecen una información muy detallada a escala regional. Pero cada región geográfica tiene una historia climática determinada a la que la vegetación ha tenido que adaptarse para su supervivencia, migrando altitudinal y/o latitudinalmente en busca de unas condiciones aptas para su desarrollo (Bennett et al., 1991; Costa Tenorio et al., 1990; Gómez-Orellana, 2002; Willis y van Andel, 2004). De hecho, la posición latitudinal de la Península Ibérica, su propia condición peninsular y su diversidad topográfica, hacen que la Península presente diferencias en aspectos de importancia respecto al modelo establecido para áreas más septentrionales (Gómez-Orellana, 2002; Pons y Reille, 1988; Ramil-Rego et al., 1998). Sin embargo, existe un gran desequilibrio entre los conocimientos del suroeste de Europa (Allen et al., 1996; De Beaulieu y Reille, 1984; De Beaulieu y Reille, 1992; Iversen, 1958; Reille y Andrieu, 1995; Ruiz Zapata et al., 2002; Santos et al., 2000), y los del occidente peninsular.

En tanto que no se dispongan de datos paleoclimáticos precisos a partir de datos paleoambientales, recurriremos a los modelos paleoclimáticos de circulación oceánica-atmosférica (coupled ocean-atmospheric models). Estos modelos ofrecen numerosas variables pero con una precisión muy baja (rejilla de 3°), por lo que necesariamente hay que recurrir a la regionalización de los datos (Brewer et al., 2007; Otto-Bliesner, 2009; Wilby y Wigley, 1997; Zorita y Von Storch, 1999).

3. Los modelos de distribución de especies y su proyección hacia el pasado

Los modelos de distribución de especies se han utilizado con éxito para análisis de biodiversidad, muestreo de especies amenazadas, delimitación de áreas protegidas, o estudios de impactos del cambio climático (Araújo y Guisan, 2006). Sin embargo, las numerosas técnicas que se han desarrollado para predecir la distribución de especies (Gonzalo, 2009; Garzon et al., 2007; López et al., 2009; Platts et al., 2008; Prentice et al., 1992), producen resultados muy diferentes (Segurado y Araujo, 2004). Se hace por tanto necesario el desarrollo de herramientas de validación que ayuden a mejorar estos modelos (Araujo y Guisan, 2006).

La paleoecología ofrece en este sentido una forma de validar las salidas de los distintos modelos, proyectándolos a momentos del pasado donde existe información detallada sobre la composición de la vegetación (Marchant et al., 2004; Thuiller, 2007). Los datos paleobotánicos, que informan sobre la composición de la vegetación en momentos determinados del pasado a partir de sus restos, son cada vez más precisos y numerosos. La base de datos europea de palinología, constituye una excepcional herramienta de acceso libre que ofrece diagramas polínicos de cuarenta puntos diferentes en España. Sin embargo, existen muchos más datos (en cantidad y diversidad) actualmente disponibles sobre la composición de la vegetación pasada de la Península Ibérica, en concreto, a través de los proyectos financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación SENSOCOM (2009-2011), PALEODIVERSITAS (2006-2008) y IBERVELD (2009-2011). En Grupo de Investigación de la UPM Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal, participa en estos proyectos. Por otro lado, ya han empezado a desarrollarse esta

técnica en el marco de la reconstrucción de la distribución de especies ibéricas (Alba-Sánchez et al., 2010; Benito Garzón et al., 2007), no obstante, los modelos utilizados carecen de un proceso de verificación.

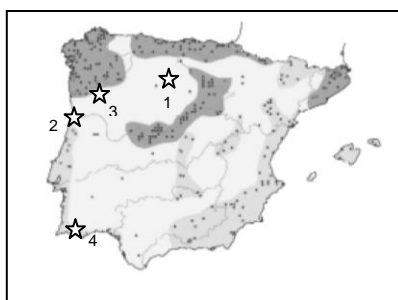
Uno de los mayores problemas a la hora de usar la paleoecología como herramienta de validación, es ofrecer información paleobotánica con salidas similares a la de los modelos citados. La técnica de biomización ofrece en este aspecto una excelente alternativa, al transformar la información polínica o de macrorrestos, en mapas de distribución de taxones concretos o tipos de vegetación para distintos periodos del pasado. La técnica se basa en asignar taxones a los Tipos Funcionales de Plantas (TFP) definidos en los modelos de predicción de hábitats (Prentice et al., 1996). Este tipo de estudios se han realizado con éxito a escala nacional-continental (Elenga et al., 2000; Marchant et al., 2004), aunque todavía no se ha probado su eficacia a escala regional.

Finalidad del proyecto. Objetivos

En el presente proyecto se persigue obtener un modelo validado paleoecológicamente que permita valorar la vulnerabilidad de los pinares del occidente ibérico ante los cambios climáticos predichos para el futuro por el IPCC (2007).

1. Reconstrucción del paisaje vegetal en los últimos 15.000 años.
2. Discriminación de la influencia antrópica en la variación de la composición y estructura de la vegetación.
3. Reconstrucción de las condiciones ambientales de los últimos 15.000 años en el área de estudio
4. Obtención de modelos de predicción de distribución de los pinares ibéricos.
5. Selección de los modelos que mejor expliquen la dinámica de la vegetación.

Para alcanzar estos objetivos, dada la heterogeneidad espacial de datos paleobotánicos de la Península Ibérica (figura 1), se ampliará el conocimiento relacionado con la composición, estructura y dinámica de la vegetación posglaciar, en las áreas con menor cobertura. Éstas son la submeseta norte, cuadrante suroccidental y Portugal. Dada la amplitud de esta área, se propone centrar el estudio paleobotánica en las zonas donde se han obtenido muestreos realizados por otros grupos de investigación. Éstos son:



1. Tubilla del Lago (Burgos)
2. Aveiro (Portugal)
3. Xures (Portugal)
4. Faro (Algarve portugués)

Figura 1.: Yacimientos paleobotánicos ibéricos. El sombreado más oscuro indica mayor proporción de yacimientos (Alcalde et al., 2006). Las estrellas numeradas indican las localidades donde se han realizado sondeos para el estudio paleobotánico.

Novedad de los objetivos

Existen numerosos estudios sobre la respuesta de las formaciones vegetales al cambio climático. Sin embargo, generalmente se basan exclusivamente en la relación actual de la vegetación con las condiciones climáticas de las zonas donde se desarrollan estas formaciones. Por otro lado, no se conoce hasta qué punto la distribución actual de estas formaciones es consecuencia de la actividad humana (plantaciones, talas...). También existen algunos

trabajos que abordan este tema desde un punto de vista fisiológico, pero igualmente, o se basan en la relación actual, o en experimentos concretos en cámaras de crecimiento con condiciones ambientales muy contrastadas.

Igualmente, existe una gran proliferación de modelos de predicción de hábitats de especies, principalmente con objeto de evaluar y mitigar las consecuencias negativas del cambio climático. Los resultados de estos modelos raramente coinciden. Dentro de las deficiencias comunes a todos los modelos, se detecta la ausencia de técnicas de verificación de sus resultados, que validen y orienten el proceso de afinado de los mismos.

La novedad del presente trabajo es que aborda el estudio de la respuesta de los vegetales al cambio climático con las siguientes características:

- ✓ **Perspectiva paleoecológica:** Se tiene en cuenta no solo la relación actual de la vegetación con su entorno, sino también la existente a lo largo del tiempo, a escala geológica (15.000 años).
- ✓ **La mano del hombre:** Mediante el estudio cuantitativo de indicadores de presencia humana en el pasado (indicadores palinomórficos y ADN bacteriológico), se dispondrá de una herramienta para detectar en qué medida el hombre pudo intervenir en la variación del paisaje vegetal.
- ✓ **Análisis multidisciplinar:** Se integran conocimientos desde distintos campos de la ciencia; sedimentológico, paleobotánico, bacteriológico y matemático.
- ✓ **Área de estudio:** Se estudia una serie de yacimientos característicos de una amplia región territorial. Esto es posible gracias a la larga experiencia del grupo de investigación Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal de la UPM, y a la participación de otros grupos de investigación.

Relevancia de los objetivos

El desarrollo de este proyecto, al alcanzar los objetivos establecidos, afectará positivamente a distintos sectores, permitiendo adoptar medidas preventivas más acertadas para paliar los efectos adversos del hombre sobre la vegetación, cumpliendo los objetivos de los compromisos internacionales y legislación vigente.

- Ayudará a establecer tácticas para la conservación de las formaciones y especies vegetales objeto de especial protección, y a definir geográficamente ampliaciones o modificaciones de espacios protegidos que permitan migraciones de las poblaciones vegetales para mitigar los efectos del cambio global.
- De tal manera ayudará a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente (uno de los objetivos de desarrollo del milenio de las Naciones Unidas, y de la conferencia de la ONU para el Cambio Climático, Bali, Indonesia), identificando los hábitat y táxones españoles más vulnerables al cambio climático en el noroeste peninsular, así como la estimación de su capacidad de adaptación al mismo.
- Igualmente, contribuirá a alcanzar los objetivos señalados en el Convenio de Berna relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa, en el Convenio sobre la Diversidad Biológica y en las Conferencias Ministeriales, sobre la protección de la biodiversidad y sostenibilidad y de los bosques en Europa.
- A escala europea, se contribuirá al cumplimiento de la Directiva Habitat 92/43/ECC relativa a la conservación de la naturaleza, y a cumplir lo señalado en la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia 2007-2012-2020 y en el Primer Programa de Trabajo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, donde específicamente figura:

Valorar la evolución de los tipos de hábitat y taxones y de los patrones de distribución de la biodiversidad en el tiempo, determinando zonas de máximo riesgo o inestabilidad o, destacando zonas potencialmente valiosas en los horizontes.

Instalaciones, instrumentación y técnicas disponibles para la realización del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con las infraestructuras (equipo informático), software y datos, asociados al Grupo de Investigación Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal, y del resto de entidades que podrían participar en el proyecto:

- Unidad Docente de Botánica del Departamento de Silvopascicultura (ETSI Montes, UPM)
- Departamento de Biología, Facultad de Ciencias (Universidad Autónoma de Madrid)
- Departamento de Selvicultura y Gestión forestal (CIFOR-INIA)
- Banco de Datos de la Biodiversidad, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (España)
- Departamento de Ciencias de la Navegación y de la Tierra (Universidad de la Coruña)
- Departamento de Paleobotánica, Faculty of Biology and Earth Sciences (Jagiellonian University, Krakovia, Polonia)
- Faculty of Chemical and Earth Sciences (Friedrich-Schiller-Universität Jena, Alemania)
- Environmental Department (University of York, Inglaterra)
- Fundación para la Investigación del Clima (entidad privada sin ánimo de lucro)
- Agresta, Coop.
- Genea S.L.

Metodología

Las técnicas metodológicas se pueden desglosar de la siguiente manera:

Metodología estratigráfica, sedimentológica y geomorfológica.

Su objetivo es la localización de yacimientos, establecimiento del marco geomorfológico, cronologías, secuencias y facies diferenciadas a partir del estudio del registro sedimentario y su correlación con sondeos y afloramientos disponibles. Esta técnica incluye:

Trabajos de campo

- Reconocimiento de unidades, correlación estratigráfica, levantamiento de series de detalle y cartografiado geomorfológico.
- Detección de sondeos en zonas próximas a los yacimientos de estudio. En su caso, realización de sondeos en lagunas colmatadas, turberas, rías o llanuras de inundación.
- Recogida sistemática de muestras en los sondeos realizados. Los desmuestres para los análisis polínicos, bacteriológicos, isotópicos de carbono y de macrorrestos de pequeños tamaño (cutículas) exigen intervalos centimétricos.
- Muestreos para datación radiométrica.

Trabajos de laboratorio

- Análisis sedimentológico de las unidades (análisis de facies, levigados, toma de muestras).
- Análisis de procedencia de materiales (separación de minerales densos, análisis de la fracción densa y total mediante microscopía convencional y microscopio electrónico).
- Estudio geomorfológico: Levantamiento cartográfico y estudio detallado de fotos aéreas.
- Establecimiento de la secuencia temporal de eventos e Interpretación de los datos.

Metodología paleobotánica:

Su objetivo es obtener el registro más completo posible de la microflora del Cuaternario en el entorno de los yacimientos de estudio, para conocer, mediante el análisis paleoecológico de las comunidades halladas, las variaciones ambientales (climáticas, atmosféricas, contaminaciones) sufridas a lo largo del periodo indicado. Incluye:

Trabajos de campo

- Reconocimiento de unidades, detección de sondeos en zonas próximas y realización de sondeos en lagunas colmatadas, turberas, rías o llanuras de inundación.
- Recogida sistemática de muestras en los sondeos realizados.
- Muestreo superficial y estratigráfico de los yacimientos para la obtención de macrorrestos.
- Muestreos para datación radiométrica.

Trabajos de laboratorio

- Análisis palinológico: preparación y estudio de las muestras de polen.
- Macrorrestos de pequeño tamaño: lavado, preparado e identificación de restos de frutos y hojas, mediante macerado y estudio por morfología comparada, y de parámetros epidérmicos y estomáticos (con el uso del microscopio óptico de luz reflejada y electrónico de barrido).
- Estudio paleoixilológico: identificación de restos leñosos mediante preparación en lámina delgada y, en el caso de carbonificaciones o carbonizaciones, por observación al microscopio óptico de luz reflejada. Incluye el estudio de la procedencia de materiales (en función de su posición en el yacimiento y estudio de signos de retraslocación).
- Estudio de moldes: identificación de moldes mediante la obtención de contramoldes de latex y medición de los parámetros necesarios para su determinación por morfología comparada.
- Establecimiento de la secuencia temporal de eventos e interpretación de los datos.

Metodología bacteriológica:

Su objetivo es determinar la presencia local de poblaciones humanas para determinar la presión antropógena sobre el medio ambiente en los periodos que cubren los correspondientes yacimientos.

Trabajos de laboratorio:

- Aislar el ADN fósil de los sedimentos eliminando los inhibidores y amplificar el ADN con ayuda del PCR (Polymerase Chain Reaction) e imprimidores específicos de los grupos Bifidobacterium y Bacteroides-Prevotella.
- Separación de los ADN mediante electroforesis en gel de azarosa.
- Detección de las correspondientes bandas de ADN e interpretación de los datos.

Modelización:

Su objetivo es obtener un modelo matemático validado paleoecológicamente para elaborar mapas de vulnerabilidad y de distribución de futuro. Este apartado incluye:

- Obtención de modelos de distribución actual: relacionando las variables ambientales del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica (Ninyerola et al., 2005), y de la topografía ibérica (<http://www.worldclim.com>), con los datos de presencia de las distintas especies (Tercer Inventario Forestal Nacional). Los modelos utilizados serán los disponibles en software libre (MaxEnt, BIOMOD, BIOCLIM, etc.)
- Proyección de los modelos de distribución en el pasado El modelo se proyectará al pasado (con los datos ambientales de los modelos disponibles en Worldclim).
- Contraste con reconstrucciones paleopaisajísticas y selección de modelo.

- Elaboración de mapas de vulnerabilidad y de distribución a futuro: con apoyo de Sistemas de Información Geográfica y las proyecciones del IPCC (2007).

Actividades a desarrollar

Como en cualquier proyecto de investigación científica, la metodología aplicada implica una serie de actividades que se desarrollan en una sucesión temporal determinada. Algunas de las tareas necesitan obviamente del cumplimiento previo de otras para poder llevarse a cabo, pero otras pueden, e incluso deben, ser realizadas al mismo tiempo. Por ello se da, a continuación, un listado comentado de las actividades que se consideran necesarias para llevar adelante el proyecto, para, a continuación, especificar en el cronograma como será ese desarrollo temporal de las mismas y las entidades en las que se realizarán.

A.- Recopilación de información.

Se puede desglosar en:

- A1.- Bibliografía.
- A2.- Bases cartográficas y fotografía aérea (mapas convencionales, cartografía digitalizada, imágenes digitales y fotos aéreas). Se solicita ayuda para la compra de este tipo de material, imprescindible para un trabajo que se basa en parte en la precisión cartográfica y de situación de las formaciones vegetales.
- A3.- Obtención de información referente a sondeos realizados con anterioridad (para estudiar la posibilidad de estudiar material sobrante de otros trabajos).
- A4.- Datos climáticos del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica, de los datos topográficos, ambientales, paleoclimáticos y los correspondientes a los escenarios futuros. Inventario Forestal Nacional

B.- Trabajos de campo

La recogida de datos en campo incluye desde los aspectos tradicionales de cartografía, localización y muestreos superficiales y estratigráficos de afloramientos y yacimientos, hasta la realización de sondeos manuales de testigo continuo. También incluye la recogida de macrorrestos (recolección de troncos en material fósil con motosierra, de contramoldes de latex, muestreos localizados de sedimentos, etc.).

- B1.- Cartografía. Identificación de unidades geomorfológicas susceptibles de contener información paleobotánica rica en macrorrestos y microrrestos, cartografía de detalle para situar los sondeos.
- B2.- Recolección de materiales en los distintos yacimientos. Sondeos manuales, muestreos superficiales y estratigráficos, recolección de testigos de troncos con motosierra y contramoldes. Para el desarrollo de este trabajo se solicita financiación para la compra del equipo necesario: motosierra, cabeza de sonda rusa, sierras manuales y equipos de seguridad. Igualmente, se solicita ayuda para realizar los viajes necesarios.
- B3.- Toma de muestras (desmuestre) para los siguientes estudios:

B3.1.Sedimentológicos

B3.2. Cronológicos: basados en dataciones por radiocarbono ^{14}C , U/Th y racemización de aminoácidos

B3.3. Palinológicos

B3.4. Identificación de macrorrestos

B3.5. Bacteriológicos

C.- Trabajos de laboratorio.

Básicamente serán los necesarios para el estudio de los diferentes tipos de muestras obtenidas. Se utilizará material tanto de los sondeos realizados en el marco de este proyecto, como del material reciclado de otros trabajos desarrollados con anterioridad y detectados en la fase A3. Para el desarrollo de estas actividades se solicitará financiación para cubrir los gastos de reactivos, equipos necesarios y costes de laboratorios.

C1. Análisis sedimentológicos. Se realizará en la universidad de La Coruña.

C2. Análisis del ^{14}C , U/Th y racemización de aminoácidos. Serán desarrollados por distintos laboratorios en Beta Analytic inc. (Estados Unidos), la Universidad Autónoma de Barcelona, y la Universidad Politécnica de Madrid respectivamente.

C3. Análisis polínicos. A desarrollar en la Universidad Autónoma de Madrid, y en la Universidad de Friedrich Schiller, Jena. Se solicitará una beca FPI para la realización del doctorado.

C4. Identificación de macrorrestos. A desarrollar en la universidad Politécnica de Madrid, por el Grupo de investigación Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal.

C5. Estudios bacteriológicos: Se desarrollarán en la Jagiellonian University, Krakovia (Dr. Jacek Madeja).

D.- Trabajos de gabinete

Incluye todas las tareas de integración, modelización e interpretación de los resultados, así como la elaboración de las publicaciones, incluidas las memorias de justificación del proyecto. Se puede desglosar de la siguiente manera:

D1. Integración de resultados por yacimientos y grupos de yacimientos

D1.1. Reconstrucción paleogeomorfológica

D1.2. Reconstrucción paleocorológica

D1.3. Reconstrucción de los factores ambientales / antrópicos

D1.4. Reconstrucción de la dinámica de la vegetación

D2. Análisis integrado para la detección de áreas y comunidades sensibles al cambio climático

D2.1. Formato de datos de modelización

D2.2. Desarrollo de modelos y proyección al pasado

D2.3. Contraste de los modelos con la reconstrucción paisajística: selección de modelos

D2.4. Proyección a futuro y análisis de vulnerabilidad

D3. Elaboración documental:

D3.1. Trabajos para publicaciones de resultados parciales o temáticos.

D3.2. Trabajos para presentación en congresos

D3.3. Memorias, incluida la memoria final justificativa de los objetivos cumplidos.

HITOS

Señalamos los siguientes **Hitos**, como nodos fundamentales (o puntos de inflexión) para el control del desarrollo del proyecto:

H.1. , Identificación de las unidades de muestreo, disposición de datos en formato adecuado, y envío de material de trabajo a cada grupo (marca la finalización de la fase de campo)

H.2. Obtención de los datos de laboratorio correspondientes a cada tarea (marca la fase de las mediciones de laboratorio), y obtención de modelos de distribución de hábitats

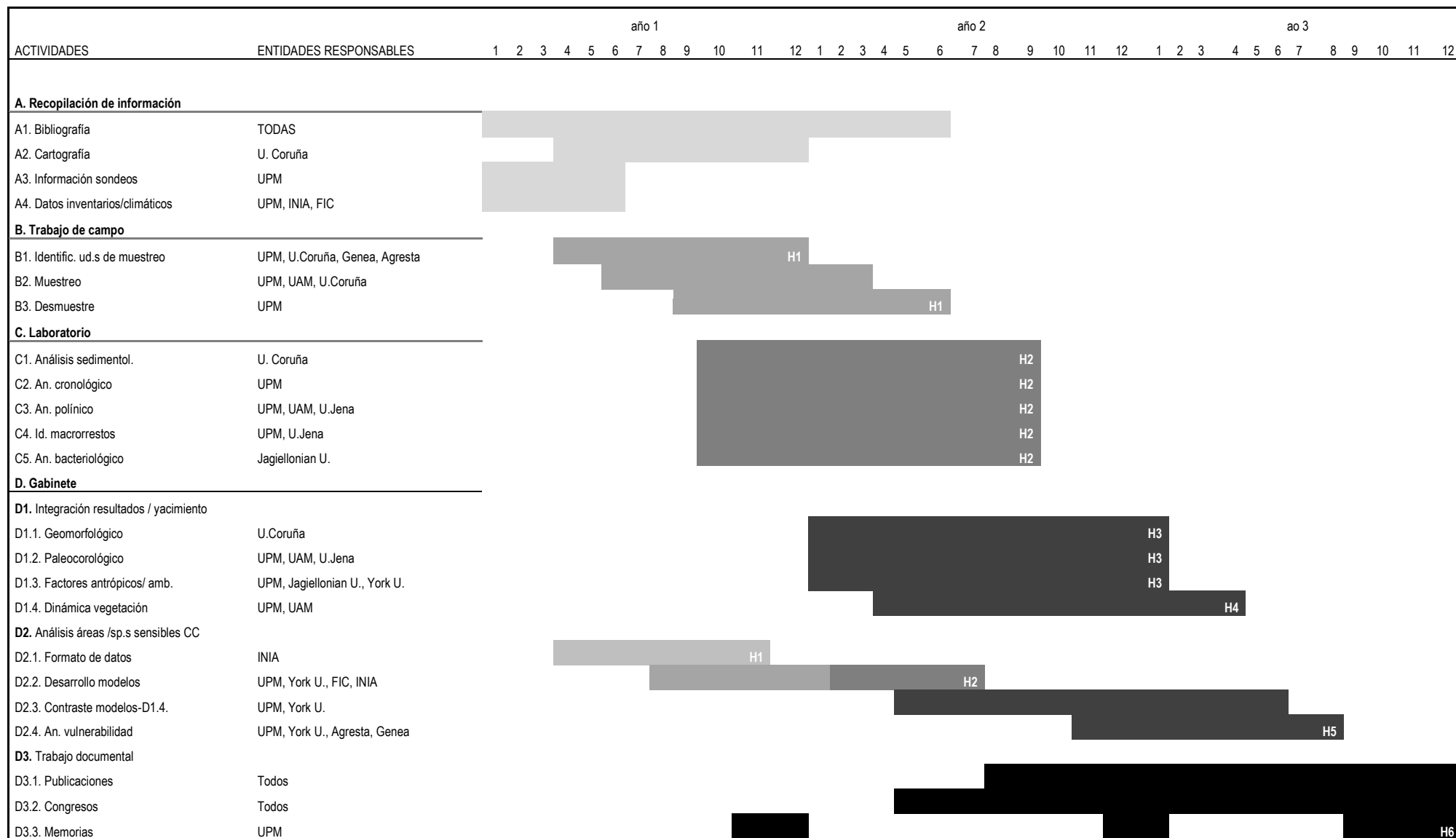
H.3. Redacción de informes / publicaciones correspondientes a las tareas de integración de datos geomorfológicos, cronológicos, y paleocorológicos

H.4. Redacción de informe / publicación correspondiente a la tarea D1.4 (Reconstrucción de la dinámica de la vegetación)

H.5. Redacción de informe / publicación correspondiente a la tarea D2.4 (Proyección a futuro y análisis de vulnerabilidad)

H.6. Redacción de informe final justificativa de los objetivos cumplidos.

Cronograma de trabajo



Difusión

Se propone transferir los resultados de este proyecto tanto al ámbito científico como al sector productivo (gestores de medio ambiente) y a la sociedad, tanto a través de la participación de tres entidades privadas (Fundación para la Investigación del Clima (FIC), Agresta Coop. y Genea S.L.), como en publicaciones en abstracts de congresos y revistas de distintos ámbitos: *Journal of Biogeography*, *Ecological Modelling*, *Forest Systems* (Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales), publicación en abierto en el Observatorio I+D+i de la UPM, etc..

En el ámbito docente se dirigirán dos tesis doctorales en paleofitogeografía, y modelización de distribución de especies. Además, se ofrece la posibilidad de participar en el programa de doctorado “Investigación Forestal Avanzada” (E.T.S.I. de Montes, UPM) a través de seminarios específicos o a través de la asignatura Dinámica e Historia del Paisaje Vegetal en la Península Ibérica.

En el marco del proyecto, se realizará una página web para la difusión de los resultados y noticias relacionadas, un vídeo educativo con los resultados más llamativos del proyecto. Igualmente se realizarán proyectos fin de carrera, y dos doctorados. Los resultados se incluirán en la red temática Selvired (red de información abierta y compartida por todos los centros y equipos pertenecientes a organismos públicos y organizaciones empresariales del sector privado para coordinar los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico sobre selvicultura y gestión de sistemas forestales).

Presupuesto

A. Recopilación de información		
A1. Bibliografía		
A2. Cartografía	Compra cartografía	1,000 €
A3. Información sondeos		
A4. Datos inventarios/climáticos		
B. Trabajo de campo		
B1. Identific. ud.s de muestreo		
B2. Muestreo	Viajes, y equipos de muestreo	15,000 €
B3. Desmuestre	Servicio de correo	1,000 €
C. Laboratorio		
	Fungible	5000
C1. Análisis sedimentol.		
C2. An. cronológico	Dataciones	20,000 €
C3. An. polínico	Beca FPI	21,000 €
C4. Id. macrorrestos		
C5. An. bacteriológico		
D. Gabinete		
	Ordenadores y fungibles	5000
D1. Integración resultados / yacimiento		
D1.1. Geomorfológico		
D1.2. Paleocorológico		
D1.3. Factores antrópicos/ amb.		
D1.4. Dinámica vegetación		
D2. Análisis áreas /sp.s sensibles CC		
D2.1. Formato de datos		
D2.2. Desarrollo modelos		
D2.3. Contraste modelos-D1.4.		
D2.4. An. vulnerabilidad		
D3. Trabajo documental		
D3.1. Publicaciones	Traducciones, video	6,000 €
D3.2. Congresos	Asistencia congresos	6,000 €
D3.3. Memorias		
Personal	Dos años de contrato de un graduado B2	74.924,24 €
Subtotal		150.924,48 €
13% UPM		19.620,18 €
TOTAL		170.544,66 €

Grupos nacionales o internacionales que trabajan en la misma materia

- ✓ International Union for Quaternary Research (INQUA).
- ✓ The International Organism of Palaeobotany (IOP).
- ✓ Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), Lyon, Francia.
- ✓ Senckenberg Research Institute (SRI), Alemania
- ✓ Institut für Geographie, Friedrich Schiller University Jena, Alemania
- ✓ Oxford Long-Term Ecology laboratory, Oxford University
- ✓ Quantitative Ecology and Palaeoecology, University of Bergen
- ✓ Paleo-ecology and Landscape Ecology (P&L), University of Amsterdam, Holanda.
- ✓ Laboratory of Palaeobotany and Palynology, Utrecht University, Holanda.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, España.
- ✓ Asociación española para estudios del Cuaternario (AEQUA).
- ✓ Grupo de Investigación de Ecología Mediterránea, Departamento de Ecología y Fisiología Vegetal del Instituto de Recursos Naturales del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, España
- ✓ Departamento de Riesgos, Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almería del CSIC, España
- ✓ Departamento de Biología Vegetal Universidad de Murcia, España
- ✓ Departamento de Botánica, Universidad de Santiago de Compostela, España
- ✓ Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Valencia, España
- ✓ Departamento de Paleontología, Facultad de Geología, Universidad de Salamanca, España
- ✓ Sociedad de Ciencias Aranzadi, Arqueología Prehistórica, San Sebastián, España
- ✓ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, España

Bibliografía

- Aira M., Vázquez J. 1985. Nuevos datos palinológicos sobre la agricultura prehistórica en Galicia (España). *Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 25: 243-252.
- Alba-Sánchez, F., López-Sáez, J. A., Benito-de Pando, B., Linares, J. C., Nieto-Lugilde, D., López-Merino, L., 2010. Past and present potential distribution of the Iberian *Abies* species: a phytogeographic approach using fossil pollen data and species distribution models. *Diversity and Distributions*, 16(2): 214-228.
- Alcalde, C., García-Amorena, I., García Alvarez, S., García Calvo, D., García García, R., Génova, M., Gil Borrell, P., Gómez Manzaneque, F., Maldonado, J., Morla, C., 2006. Contribución de la Paleofitogeografía a la interpretación del paisaje vegetal ibérico. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 15(1), 40.
- Alonso, A., Pagés, J., 2000. El registro sedimentario del final del Cuaternario en el litoral noroeste de la Península Ibérica. *Márgenes Cantábrico y Atlántico. Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13(1): 17-29.
- Allen, J.R., Huntley, B., Watts, W., 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14000 yr. *Journal of Quaternary Sciences*, 11(2): 125-147.
- Andersen, K.K., Azuma, N., Barnola, J.M., Bigler, M., Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Fluckiger, J., Fritzsche, D., Fujii, Y., Goto-Azuma, K., Gronvold, K., Gundestrup, N.S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C.S., Johnsen, S.J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais, A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T., Rasmussen, S.O., Raynaud, D., Rothlisberger, R., Ruth, U., Samyn, D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen, M.L., Steffensen, J.P., Stocker, T., Sveinbjornsdottir, A.E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J.L., Thorsteinsson, T., Watanabe, O., Wilhelms, F. White, J.W.C., 2004. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, 431(7005): 147-151.
- Araújo, M., Guisan, A., 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33(10): 1677-1688.
- Atienza M., Dorado M., Ruiz Zapata B. 1991. Palinología en el estudio de la acción antrópica aplicación de los depósitos localizados en la Sierra de Béjar y en la Sierra de Ávila (Ávila). *Actas de Gredos. Boletín Universitario de UNED-ÁVILA, Ávila*, pp 31-38.
- Benito Garzón, M., Sánchez de Dios, R., Sáinz Ollero, H., 2007. Predictive modelling of tree species distributions on the Iberian Peninsula during the Last Glacial Maximum and Mid-Holocene. *Ecography*, 30: 120-134.
- Bennett, K.D., Tzedakis, P.C., Willis, K.J., 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*, 18(1): 103-115.
- Bernhard, A.E., Field, K.G., 2000. A PCR Assay To Discriminate Human and Ruminant Feces on the Basis of Host Differences in Bacteroides-Prevotella Genes Encoding 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.* , 66: 4571-4574.
- Birks H., Birks H. 2000. Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of Biogeography* 27: 31-35.
- Boessenkool, K.P., Brinkhuis, H., Schonfeld, J., Targarona, J., 2001. North Atlantic sea-surface temperature changes and the climate of western Iberia during the last deglaciation; a marine palynological approach. *Global and Planetary Change*, 30(1): 33-39.
- Bond, G., Heinrich, H., Broecker, W., Labeyrie, L., McManus, J., Andrews, J., Huon, S., Jantschik, R., Clasen, S., Simet, C., Tedesco, K., Klas, M., Bonani, G., Ivy, S., 1992. Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic ocean during the last glacial period. *Letters to Nature*, 360: 245-248.
- Brewer S., Guiot J., Torre F. 2007. Mid-Holocene climate change in Europe: a data-model comparison. *Climate of the Past* 3: 499-512.
- Carrión, J., Munuera, M., Dupré, M., Andrade, A., 2001. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology*, 89: 783-797.
- Carrión, J.S., Navarro, C., Navarro, J., Munuera, M., 2000. The distribution of cluster pine (*Pinus pinaster*) in Spain as derived from palaeoecological data: relationships with phytosociological classification. *The Holocene*, 10(2): 243-252.

- Cearreta, A., Irabien, M., Onaindía, M., Sáiz, J., Amezaga, I., González, J., Iriarte, M., 1997. Cambios ambientales en el litoral cantábrico oriental durante el Holoceno. In: J. Rodríguez Vidal (Editor), Cuaternario Ibérico / Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA), Huelva, pp. 47-54.
- Costa, M., García Antón, M., Morla, C., Sainz Ollero, H., 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología, Fuera de Serie* N° 1: 31-58.
- Costa, M., Morla, C., Sainz, H., 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Planeta, Barcelona, 597 pp.
- Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dahljensen, D., Gundestrup, N.S., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjornsdottir, A.E., Jouzel, J., Bond, G., 1993. Evidence for general instability of past climate from a 250-Kyr ice-core record. *Nature*, 364(6434): 218-220.
- Davis, B., Brewer, S., Stevenson, A., Guiot, J., 2003. The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary Science Reviews*, 22(15-17): 1701-1716.
- De Beaulieu, J.L., Miras, Y., Andrieu-Ponel, V., Guiter, F., 2005. Vegetation dynamics in north-western Mediterranean regions: Instability of the Mediterranean bioclimate. *Plant Biosystems*, 139(2): 114-126.
- De Beaulieu, J.L., Reille, M., 1984. A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas*, 13(2): 111-132.
- De Beaulieu, J.L., Reille, M., 1992. The last climatic cycle at La-Grande Pile (Vosges, France) a new pollen profile. *Quaternary Science Reviews*, 11(4): 431-438.
- Elenga H., Peyron O., Bonnefille R., Jolly D., Cheddadi R., Guiot J., Andrieu V., Bottema S., Buchet G., De Beaulieu J. 2000. Pollen-based biome reconstruction for southern Europe and Africa 18,000 yr BP. *Journal of Biogeography* 27: 621-634.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., Yates, C. J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17: 43-57.
- Figueiral, I., Carcaillet, C., 2005. A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* type *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal. *Quaternary Science Reviews*, 24(23-24): 2466-2476.
- Finlayson, G., Finlayson, C., Rodríguez Vidal, J., Carrión, J.S., Recio Espejo, J.M., 2008. Caves as archives of ecological and climatic changes in the Pleistocene. The case of Gorham's cave, Gibraltar. *Quaternary International*, 181: 55-63
- Franco Múgica, F., García Antón, M., Maldonado, J., Morla, C., Sáinz, H., 2005. Ancient pine forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research*, 63(1): 1-14.
- Franco Múgica, F., García Antón, M., Maldonado, J., Morla, C., Sainz, H., 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish northern meseta. *The Holocene*, 11(3): 343-358.
- Franco, F., Gómez Manzaneque, F., Maldonado, J., Morla, C., Postigo, J., 2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la península Ibérica. *Ecología*, 14: 61-77.
- García Álvarez, S., García-Amorena, I., Rubiales, J.M., Morla, C., 2009a. The value of leaf cuticle characteristics in the identification and classification of Iberian Mediterranean members of the genus *Pinus*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(4): 436-448.
- García Álvarez, S., Morla, C., Solana, J., García-Amorena, I., 2009b. Taxonomic differences between *Pinus sylvestris* and *P. uncinata* revealed in the stomata and cuticle characters for use in the study of fossil material. *Review of Palaeobotany and Palynology*, doi:10.1016/j.revpalbo.2009.01.002.
- García Álvarez, S., 2007. La información taxonómica de los caracteres epidérmicos de las acículas de los pinos mediterráneos ibéricos (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, *Pinus pinaster* Aiton, *Pinus pinea* L. y *Pinus halepensis* Mill.). Su aplicación al estudio de material fósil. ETSI Montes (UPM), Trabajo Tutelado: 0-22.
- García Antón, M., Franco Múgica, F., Maldonado Ruiz, J., Morla, C., Sáinz Ollero, H., 1997. New data concerning the evolution of the vegetation of Lillo Pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography*, 26: 929-934.
- García-Amorena, I. Gómez Manzaneque, F., Rubiales, J.M., Granja, H.M., Soares de Carvalho, G., Morla, C. 2007. The Late Quaternary coastal forests of western Iberia: A study of their macroremains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 254(3-4): 448-461.

- García-Amorena, I., 2007. Evolución de los bosques en la costa Atlántica ibérica durante el Cuaternario. Implicaciones Paleoclimáticas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 219 pp.
- García-Amorena, I., Moreno, E., Iglesias, R., Rubiales, J., Gómez Manzanque, M. 2011. New macrofossil evidence of *Pinus nigra* Arnold on the Northern Iberian Meseta during the Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 163: 281–288.
- Gómez-Orellana, L., 2002. El Último ciclo glacial-interglacial en el litoral del NW ibérico: dinámica climática y paisajística, Universidad de Santiago de Compostela, España, 356 pp.
- Gonzalo, J., 2009. Modelo fitoclimático funcional para la España Peninsular. Análisis geoestadístico factorial. In: Soc.Esp.Cienc. Forestales (Editor), 5º Congreso Forestal Español, Avila
- Granja, H., 1999. Evidence for Late Pleistocene and Holocene sea-level, neotectonic and climate control in the coastal zone of northwest Portugal. *Geologie en Mijnbouw*, 77: 233-245.
- Huntley, B., 1990. European post-glacial forests: compositional changes in response to climatic change. *Journal of Vegetation Science*, 1: 507-518.
- Huntley, B., Birks, H., 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago. Cambridge University Press, Cambridge [...], 667 pp.
- IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. <http://www.ipcc.ch/index.htm#>.
- Iversen, J., 1958. The bearings of glacial and interglacial epochs on the formation and extinction of plant taxa. In: O. Hedberg (Editor), *Systematics of Today*. Acta Universitatis Upsalensis, pp. 210-215.
- Janssen, C., 1994. Palynological indications for the extent of the impact of man during Roman times in the Western part of the Iberian peninsula. In: B. Frenzel (Editor), *Evaluation of land surfaces cleared from forests in the Mediterranean region during the time of the Roman empire*. Palaeoclimate Research. Gustav Fisher, Stuttgart [etc], pp. 10, 15-22.
- López, G., María, J., Camacho, A., 2009. CLIMATFOREST 1.0. *Montes* (96): 27.
- Madeja, J., Wacnik, A., Żyga, A., Stankiewicz, E., Wyspasek, E., Guminski, W., 2007. Bacterial ancient DNA as an indicator of human presence in the past – its correlation with palynological and archaeological data. *Eurasian Perspectives on Environmental Archaeology*, Annual Conference of the Association for Environmental Archaeology, Srodowisko i kultura - Environment and Human culture, pp. 93.
- Marchant R., Boom A., Behling H., Hooghiemstra H., Melief B., Geel B., Hammen T., Wille M. 2004. Colombian vegetation at the Last Glacial Maximum: a comparison of model-and pollen-based biome reconstructions. *Journal of Quaternary Science* 19: 721-732.
- Mary, G., 1990. La evolución del litoral cantábrico durante el Holoceno. In: U.P. Vasco (Editor), *The environment and the human society in the western Pyrenees and the Basque Mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene*, País Vasco, pp. 81-87.
- Menéndez Amor, J., 1969. Análisis esporo-polinico de tres perfiles situados en la cuenca hidrográfica del rio Deo (La Coruña). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, 67: 161-167.
- Meyen S. 1987. *Fundamentals of palaeobotany*. Chapman and Hall, London and New York, 432 pp.
- Monino Sáez, M., Díaz de Terán, J.R., Cendrero, A., 1988. Pleistocene Sea Level Changes in the Cantabrian Coast, Spain. *Geomorphology and Environment*, 251-364.
- Morales-Molino C., García Antón M., Morla C. 2011. Late Holocene vegetation dynamics on an Atlantic-Mediterranean mountain in NW Iberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* In Press, Accepted Manuscript.
- Morales-Molino C., Postigo-Mijarra J.M., García-Antón M., Zazo C. 2010. Vegetation and environmental conditions in the Doñana Natural Park coastal area (SW Iberia) at the beginning of the last glacial cycle. *Quaternary Research* 75: 205-212.
- Mosbrugger, V., Utescher, T., 1997. The coexistence approach—a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134(61): 61-86.
- Muñoz Sobrino, C., Ramil-Rego, P., Gómez-Orellana, L., 2007. Late Wurm and early Holocene in the mountains of northwest Iberia: biostratigraphy, chronology and tree colonization. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16(4): 223-240.

- Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P., Gómez-Orellana, L., 2004. Vegetation of the Lago de Sanabria area (NW Iberia) since the end of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13(1): 1-22.
- Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P., Gómez-Orellana, L., Varela, R.A.D., 2005. Palynological data on major Holocene climatic events in NW Iberia. *Boreas*, 34(3): 381-400.
- Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J., 2005. Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Bellaterra, pp. <http://opengis.uab.es/wms/iberia/index.htm>.
- Peñalba, M., Arnold, M., Guiot, J., Duplessy, J-C, de Beaulieu, J., 1997. Termination of the Last Glaciation in the Iberian peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research*, 48: 205-214.
- Pérez-Obiol, R., Julià, R., 1994. Climate change on the Iberian Peninsula recorded in a 30.000 yr pollen record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91-98.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4): 231-259.
- Platts, P., McClean, C., Lovett, J., Marchant, R., 2008. Predicting tree distributions in an East African biodiversity hotspot: model selection, data bias and envelope uncertainty. *Ecological Modelling*, 218(1-2): 121-134.
- Pons, A., Reille, M., 1988. The Holocene-Pleistocene and Upper-Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain) - a new study. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 66(3-4): 243-263.
- Postigo Mijarra, J.M., Burjachs, F., Gómez Manzanque, F., Morla, C., 2007. A palaeoecological interpretation of the lower-middle Pleistocene Cal Guardiola site (Terrassa, Barcelona, NE Spain) from the comparative study of wood and pollen samples. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146(1-4): 247-264.
- Prentice C., Guiot J., Huntley B., Jolly D., Cheddadi R. 1996. Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics* 12: 185-194.
- Prentice, I.C. Cramer, W., Harrison, S.P., Leemans, R., Monserud, R.A., Solomon, A. M.1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography*, 19(2): 117-134.
- Pross, J., Klotz, S., Mosbrugger, V., 2000. Reconstructing palaeotemperatures for the early and middle Pleistocene using the mutual climatic range method based on plant fossils. *Quaternary Science Reviews*, 19(1785): 1799.
- Ramil-Rego, P., Muñoz-Sobrino, C., Rodríguez-Gutián, M., Gómez-Orellana, L., 1998. Differences in the vegetation of the north Iberian Peninsula during the last 16,000 years. *Plant Ecology*, 138: 41-62.
- Reille, M., Andrieu, V., 1995. The Late Pleistocene and Holocene in the Lourdes basin, western Pyrenees, France - New pollen analytical and chronological data. *Vegetation History and Archaeobotany*, 4(1): 1-21.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M., Penas, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15(1): 5-432.
- Roberts, N., 1997. *The Holocene. An environmental history*. Blackwell, Oxford and Malden, Massachusetts, 316 pp.
- Roucoux, K.H., De Abreu, L., Shackleton, N.J., Tzedakis, P.C., 2005. The response of NW Iberian vegetation to North Atlantic climate oscillations during the last 65 kyr. *Quaternary Science Reviews*, 24(14-15): 1637-1653.
- Rubiales, J.M., García-Amorena, I., Génova, M., Gómez Manzanque, F., Morla, C., 2007. The Holocene history of highland pine forests in a submediterranean mountain: the case of Sierra de Gredos (Cordillera Central Ibérica, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 26: 1759-1770
- Ruiz Zapata, M.B., Gil García, M.J., Dorado Valiño, M., Valdeolillos, A., Vegas, J., Pérez.González, J., 2002. Clima y vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno en la Sierra de Neila (sistema Ibérico noroccidental). *Cuaternario y Geomorfología*, 16(1-4): 9-20.
- Santos, L., Romani, J.R.V., Jalut, G., 2000. History of vegetation during the Holocene in the Courel and Queixa Sierras, Galicia, northwest Iberian Peninsula. *Journal of Quaternary Science*, 15(6): 621-632.
- Segurado, P., Araujo, M., 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. *Journal of Biogeography*, 31: 1555-1568.
- Shackleton, N.J., 1987. Oxygen Isotopes, Ice Volume and Sea-Level. *Quaternary Science Reviews*, 6(3-4): 183-190.

- Steevenson, A., Moore, P., 1988. Studies in the vegetation history of S.W. Spain. IV. Palynological investigations of a valley mire at El Acebrón, Huelva. *Journal of Biogeography*, 15: 339-361.
- Stružková, D., 2002. The Cuticular Analysis - a method to distinguish the needles of *Pinus sylvestris* L. (Scots pine) from those of *Pinus mugo* Turra s. str. (Mountain pine). *Vegetation History and Archaeobotany*, 11: 241-246.
- Sweeney, C.A., 2003. A key for the identification of stomata of the native conifers of Scandinavia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 128(281-290).
- Thuiller W. 2007. Climate change and the ecologist. *Nature* 448: 550-552.
- van der Knaap, W.O., van Leeuwen, J.F.N., 1997. Late Glacial and early Holocene vegetation succession, altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97(3-4): 239-285.
- Vernet, J.L., 2006. History of the *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* ssp *salzmanni* forest in the Sub-Mediterranean mountains (Grands Causses, Saint-Guilhem-le-Desert, southern Massif Central, France) based on charcoal from limestone and dolomitic deposits. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16(1): 23-42.
- Whang, S.S., Pak, J.H., Hill, R.S.K., Kim, K., 2001. Cuticle micromorphology of leaves of *Pinus* (*Pinaceae*) from Mexico and Central America. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 135: 349-373.
- Wilby R.L., Wigley T.M.L. 1997. Downscaling general circulation model output: a review of methods and limitations. *Progress in Physical Geography* 21: 530.
- Willis, K.J., van Andel, T.H., 2004. Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*, 23(23-24): 2369-2387.
- Zazo, C., Goy, J.L., Hillarie-Marcel, C., Hoyos, M., Cuerda, J., Gjaleb, B., Bardají, T., Dabrio, C.J., Lario, J., Silva, P.G., González, A., González, F., Soler, V., 1997. El nivel del mar y los interglaciares cuaternarios: Su registro en las costas peninsulares e insulares españolas. In: J. Rodríguez Vidal (Editor), *Cuaternario Ibérico / Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA)*. Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, Huelva.
- Zorita E., Von Storch H. 1999. The analog method as a simple statistical downscaling technique: comparison with more complicated methods. *J Climate* 12: 2474-2489.