

ESTUDIO FLORÍSTICO DE UN PINAR-ABETAL DE LA RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

N. MADOTZ EKIZA¹, R.Y. CAVERO REMÓN¹ & A. EDERRA INDURAIN¹

ABSTRACT

Floristic study in a pine-silver fir forest of the European Intensive Monitoring Plots of Forest Ecosystems

Continuing with the study of ground vegetation in some plots of the Pan-European Intensive Monitoring Programme of Forest Ecosystems, in this paper we present the results obtained in the 24Ps plot, located in a pine-silver fir forest at 1,300 m.a.s.l. in Biescas (Huesca, Spain).

After the study during a year in this 50 × 50 m plot, and in four 10 × 10 m plots selected in the "buffer" area around the main plot, we consider that vegetation, with characteristics from silver fir and humid Scotch pine forest, seems to progress to a silver fir forest. The high floristic richness of 24Ps plot is due to the existence of different zones: within the forest, which shows oceanic influence; the lowest, flat part of the plot, including species from mild meadows; and the western slope, more Mediterranean in character, and with species from dry, rocky pastures, from *Quercus cerrioides* or *Q. ilex rotundifolia* forests, or typical of clearings.

Keywords: Atmospheric pollution, Vascular flora, European networks, Vegetation monitoring, Spain, Pyrenees

RESUMEN

Continuando con el estudio de la vegetación de algunas parcelas de la Red Europea para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales se presentan los resultados obtenidos en la parcela 24Ps, un pinar-abetal situado a 1.300 m de altitud en Biescas (Huesca, España).

Tras el estudio durante un año de esta parcela de 50 × 50 m, y de 4 unidades de muestreo de 10 × 10 m escogidas en la zona "buffer" que rodea la parcela, consideramos que la vegetación, que presenta características de abetal y de pinar musgoso, parece evolucionar hacia un abetal. La elevada riqueza florística de la parcela 24Ps, 114 taxones -entre los que predominan los hemicriptófitos y europeos-, se debe a la existencia de diferentes zonas en la misma: el interior del bosque, de influencia

¹ Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra. Irunlarrea s/n. E-31080. Pamplona. Navarra. E-mail: nmadotz@unav.es

oceánica; la zona baja de la parcela, llana y con especies de herbazales o prados frescos; y la ladera O, más mediterránea, con especies de pastos secos y pedregosos, de quejigal, carrascal o diversos claros forestales.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, Flora vascular, Redes europeas, Monitorización de la vegetación, España, Pirineos

1. Introducción

A finales de los años 70 se detectó un debilitamiento progresivo de las masas forestales en Centroeuropa, relacionado posiblemente con la contaminación atmosférica (INNES 1993). Este hecho llevó a la creación en 1986 de la Red Europea de Seguimiento de Daños en Bosques (Nivel I), en la que se eligieron aleatoriamente puntos de muestreo donde se estima la defoliación y decoloración del arbolado (CEPE & CE 2001).

Dado que sólo estos parámetros no permiten establecer relaciones causa-efecto, se creó en 1993 la Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales (Nivel II), en la que se ampliaron los parámetros a evaluar (FIMCI 2000). En 1994 se vio la necesidad de incluir el estudio de la vegetación en estas parcelas como base para detectar posibles cambios a largo plazo en las variables del ecosistema.

Continuando con nuestra línea de investigación en el estudio de la vegetación de algunas parcelas de la Red de Nivel II (SANTAMARÍA *et al.* 2002, MADOTZ *et al.* 2001a, 2001b, 2002), el objetivo de este trabajo es dar a conocer la flora vascular de la parcela 24Ps, así como el estado de la vegetación, su posible heterogeneidad y si la extensión de la parcela es o no adecuada para estos estudios.

2. Material y métodos

La parcela 24Ps está localizada en un pinar-abetal en el Pirineo Central, en el término municipal de Biescas (Huesca) -30TYN2124-. Se encuentra a 1.300 m de altitud, en una ladera de fuerte pendiente (45 %) orientada al norte, que termina en una zona llana y más húmeda en la parte baja, y en el margen derecho, en una ladera de orientación oeste más soleada, pedregosa y con vegetación menos densa. El Reglamento CE Nº 1091/94 de la Comisión Europea regula el establecimiento de las parcelas de la Red de Nivel II. Miden 50 × 50 m y en su interior están prohibidas las actividades que pudieran causar su alteración, por lo que las muestras de suelo y vegetación se toman de una zona “buffer” que rodea la parcela, de idénticas características y con una anchura de al menos 5-10 m, variable en función del tipo y edad del bosque.

Durante los años 2000 y 2001 se han realizado 14 muestreos en esta parcela, una vez al mes y cada 15 días los meses de marzo, abril y junio, hasta completar un año de estudio (3a: 7/3/00; 3b: 20/3/00; 4a: 7/4/00; 4b: 17/4/00; 5: 3/5/00; 6a: 8/6/00;

6b: 22/6/00; 7: 3/7/00; 8: 7/8/00; 9: 12/9/00; 10: 10/10/00; 12: 1/12/00; 2: 16/2/01; 3c: 28/3/01). En los meses de noviembre y enero no pudimos realizar muestreos de la vegetación porque estaba cubierta de nieve.

En cada fecha recorrimos la parcela de arriba a abajo y viceversa mediante 10 transectos de 5 m de anchura cada uno, observando las distintas especies vasculares y anotando el estadio fenológico en que se encontraban. Para este estudio hemos utilizado los símbolos propuestos por BRAUN-BLANQUET (1979) un poco modificados:

- br: brotando, cuando las especies están comenzando el desarrollo foliar.
- v: estadio vegetativo, para las especies que estando ya en edad reproductora en esa fecha de inventario sólo presentan hojas vegetativas.
- nr: no reproductor, para las especies que aún son demasiado jóvenes para desarrollar estructuras reproductoras.
- cap: capullo, al comienzo de la floración.
- fl: en flor.
- fr: con fruto, aunque no esté del todo maduro.
- hs: hojas secas.
- gm: sólo yemas, para las especies arbustivas o arbóreas cuando están sin hojas.
- sor: soros, para los pteridofitos cuando presentan esporangios.

Para comprobar la importancia de la extensión de la superficie de muestreo y para estudiar con mayor profundidad la vegetación de este bosque, seleccionamos 4 unidades de muestreo de 10 × 10 m en la zona “buffer” que rodea la parcela 24Ps, evitando las zonas visiblemente diferentes e intentando escoger áreas que “a priori” fueran representativas de la vegetación del interior de la parcela. Estas unidades de muestreo fueron visitadas en las mismas fechas que la parcela 24Ps, para levantar inventarios fitosociológicos de la flora vascular, en los que anotamos el estadio fenológico de las especies utilizando los mismos símbolos comentados anteriormente para la parcela 24Ps, y estimamos además para cada especie en cada estrato su abundancia-dominancia según los índices de BRAUN-BLANQUET (1979).

Puede que la contaminación atmosférica afecte a la vitalidad de algunas especies antes de llegar a provocar su desaparición o la aparición de otras nuevas. Es por ello que tras completar un año de estudio, y como base para posteriores investigaciones, hemos asignado a cada una de las especies observadas, tanto en la parcela 24Ps como en las 4 unidades de muestreo, un índice de vitalidad. A pesar de que el estudio se ha llevado a cabo durante sólo un año y que la fenología de las especies se ve muy influenciada también por las condiciones meteorológicas, este índice nos puede dar una idea de las especies que se encuentran en su hábitat óptimo y de aquellas que para el desarrollo de su ciclo vital requieren otras condiciones ambientales diferentes a las del área o periodo de estudio. Tomando como base los grados de vitalidad de BRAUN-BLANQUET (1979) hemos utilizado:

1: para las especies que se han desarrollado bien y han presentado estructuras reproductoras durante este año.

2: para aquellas especies con buen desarrollo pero que no han presentado estructuras reproductoras durante el estudio.

Anotamos además el tipo biológico y la corología de las especies encontradas en la parcela 24Ps según VILLAR *et al.* (1997) y AIZPURU *et al.* (1999), para conocer el espectro biológico y corológico de la parcela: número de especies de cada tipo biológico o corológico respecto al número total de especies de la flora observada a lo largo de los 14 muestreos.

Basándonos en las especies vasculares de la parcela 24Ps calculamos el porcentaje de pteridófitos y de cistáceas, que indican respectivamente el grado de humedad del territorio y el carácter mediterráneo de la flora (VILLAR *et al.* 1999).

Para la nomenclatura de las especies seguimos la lista de Flora Europaea de Pankhurst, tal y como se acordó en el Expert Panel on Ground Vegetation Assessment del ICP- Forests en su reunión de septiembre de 2000 (Lillehammer, Noruega; <http://www.rbge.org.uk/forms/fe.html>)

Se tomaron además muestras de los primeros 10 cm del suelo en los extremos de cada una de las unidades de muestreo para analizar el pH del suelo en agua siguiendo la norma Labex.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se presenta el total de especies observadas a lo largo del año de estudio. La presencia de las especies en cada una de las áreas de muestreo se representa directamente mediante el índice de vitalidad que se les ha asignado en esa área. Al final de la tabla se presenta la riqueza florística vascular total en cada área de muestreo.

3.1. Composición florística

En este bosque el estrato arbóreo alcanza una cobertura aproximada del 60 %, permitiendo el paso de la luz hacia los estratos inferiores. Está dominado por *Pinus sylvestris* y *Abies alba*, aunque aparecen algunos ejemplares aislados pero bien desarrollados de *Fagus sylvatica* (2 árboles en el interior del bosque), *Betula pendula* (1 árbol cerca de un barranco en la base de la ladera oeste) y *Quercus cerroides* (1 árbol en la ladera oeste). A pesar de la importancia de *Pinus sylvestris* en el estrato arbóreo, y aunque en el mes de agosto se observaron algunas plántulas de esta especie, no hemos encontrado pinos jóvenes.

En el estrato arbustivo destacan: *Buxus sempervirens* con gran cobertura sobre todo en la mitad derecha de la parcela, los abundantes pies de 40 cm a 5 m de *Abies alba*, y unos pies aislados de *Fagus sylvatica*.

En el estrato herbáceo señalamos la presencia de especies propias de abetales y pinares musgosos bien desarrollados: *Pyrola minor*, *Pyrola chlorantha*, *Moneses uniflora*, *Orthilia secunda* y *Monotropa hypopitys*. Otras especies aparecen además en quejigales frescos como *Brachypodium sylvaticum*, *Viola riviniana*, *Ranunculus*

Tabla 1. Taxones presentes en la Parcela 24Ps y en las unidades de muestreo 1, 2, 3 y 4, indicadas en cada columna por su índice de vitalidad. La última fila de la tabla indica la riqueza florística total en cada área de muestreo.

Taxa occurring in the 24Ps plot and in the buffer plots 1, 2, 3 and 4, designed by the corresponding vitality index. Last row gives the total floristic richness at each sampling unit.

Taxones	24	1	2	3	4
<i>Abies alba</i>	2	2	2	2	2
<i>Acer campestre</i>	2		2		
<i>Achillea millefolium millefolium</i>	2	2	2	2	2
# <i>Acinos alpinus</i>	1				
<i>Agrostis capillaris</i>	1				1
<i>Amelanchier ovalis</i>	2				
<i>Anthoxanthum odoratum</i>				1	
# <i>Anthyllis vulneraria</i>	1				
\$ <i>Arabis turrata</i>	1				
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	1				
<i>Asplenium trichomanes quadrivalens</i>	1				
* <i>Astragalus glycyphyllos</i>	1				
* <i>Bellis perennis</i>	1				
<i>Berberis vulgaris</i>	2	2		2	
<i>Betula pendula</i>	2				
<i>Brachypodium sylvaticum sylvaticum</i>	1	2	1	2	2
* <i>Briza media media</i>	1				
<i>Buxus sempervirens</i>	1	1	1	1	2
<i>Campanula persicifolia subpyrenaica</i>	1	2	2		1
<i>Campanula scheuchzeri</i>	1	1	1	1	1
# <i>Carduus carlinifolius</i>	1				
<i>Carex flacca flacca</i>	1			2	
# <i>Carex humilis</i>	1				
# <i>Carlina acaulis simplex</i>	2				
# <i>Carlina vulgaris vulgaris</i>	1				
\$ <i>Cephalanthera longifolia</i>	1				
* <i>Cerastium fontanum vulgare</i>	1				
* <i>Clinopodium vulgare vulgare</i>	1				
<i>Conopodium majus</i>	1	2			
<i>Coronilla emerus emerus</i>	1	2		2	
<i>Crataegus monogyna</i>	1	2	2	2	2
<i>Cruciata glabra</i>	1	1	1		
& <i>Cytisus sessilifolius</i>	2				
<i>Dactylis glomerata</i>	1	2	1		
<i>Daphne laureola</i>	1	1	1	1	1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1	1	1	1	1
<i>Dianthus monspessulanus monspessulanus</i>	1	2			
<i>Epipactis helleborine</i>	1	1	1	1	
<i>Epipactis microphylla</i>	1	1			1
<i>Fagus sylvatica sylvatica</i>	2	2	2	2	2
<i>Fragaria vesca</i>	1	1	1	1	1
^ <i>Fraxinus excelsior excelsior</i>	2				
<i>Galium pinetorum</i>	1	1	1	1	1
<i>Galium rotundifolium</i>	1	1	1	1	1
* <i>Geranium robertianum</i>	1				

Tabla 1. (Continuación).

<i>Goodyera repens</i>	1	2	1	2	
# <i>Helianthemum nummularium pyrenaicum</i>	1				
<i>Helleborus foetidus</i>	1	2	2		
<i>Hepatica nobilis</i>	1	1	1	1	1
<i>Hieracium murorum</i>	1	1	1	1	1
<i>Hieracium pilosella</i>	1		2	2	
* <i>Holcus lanatus</i>	1				
<i>Hypericum</i> sp.		2			
<i>Ilex aquifolium</i>	1	1	2	2	2
<i>Juniperus communis communis</i>	1		2	2	
<i>Knautia arvernensis</i>	1			2	
* <i>Laserpitium latifolium</i>	2				
<i>Lathyrus montanus</i>	1	2	2	2	1
* <i>Lathyrus pratensis</i>	1				
<i>Leontodon hispidus hispidus</i>	1	2	1	1	2
# <i>Lotus delortii</i>	1				
<i>Luzula campestris</i>	1	1	1		1
^ <i>Malus sylvestris</i>	2				
* <i>Medicago lupulina</i>	1				
<i>Medicago</i> cf. <i>suffruticosa</i>	1				
<i>Moneses uniflora</i>	1	1	2		1
<i>Monotropa hypopittis</i>	1				2
<i>Mycelis muralis</i>	1	1			2
& <i>Ononis fruticosa</i>	1				
<i>Orthilia secunda secunda</i>	1	1	1	2	1
<i>Oxalis acetosella</i>	1			1	
\$ <i>Picris hieracioides hieracioides</i>	1				
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	1	1	1	1
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1	1	1	1
* <i>Plantago media</i>	1				
<i>Platanthera chlorantha</i>	1	2	2	2	2
* <i>Poa pratensis</i>	1				
<i>Polypodium vulgare</i>	1	1	1	1	1
^ <i>Polystichum aculeatum</i>	1				
^ <i>Polystichum lonchitis</i>	1				
<i>Potentilla micrantha</i>	1	1	1	1	2
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	1		1	2	
^ <i>Primula elatior elatior</i>	1				
<i>Primula veris veris</i>	1		2		
<i>Primula vulgaris vulgaris</i>	1	1	1	1	1
\$ <i>Prunella grandiflora pyrenaica</i>	1				
\$ <i>Prunella vulgaris</i>	1				
<i>Pyrola chlorantha</i>	1		2	2	
<i>Pyrola minor</i>	1	2			2
<i>Quercus</i> gr. <i>cerrioides</i>	2	2	2	2	2
* <i>Ranunculus bulbosus bulbosus</i>	1				
<i>Ranunculus serpens nemorosus</i>	1	1	1	1	1
<i>Rosa canina</i>	1	2	2	2	
<i>Rubus ulmifolius</i>	1		2		
* <i>Sanguisorba minor minor</i>	2				
<i>Sanicula europaea</i>	1	1	1	2	2
& <i>Saponaria ocymoides</i>	1				

\$ <i>Saxifraga granulata granulata</i>	1				
# <i>Scabiosa columbaria columbaria</i>	1				
& <i>Silene nutans nutans</i>	1				
<i>Solidago virgaurea</i>	1		1	1	2
<i>Sorbus aria aria</i>	2	2			
<i>Sorbus aucuparia aucuparia</i>	2	2		2	
* <i>Stellaria media</i>	1				
# <i>Teucrium chamaedrys</i>	1				
<i>Trifolium ochroleucon</i>	1	1	2	2	2
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	2	2	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	1	2	2	2
<i>Valeriana montana</i>	1		2	1	1
* <i>Veronica chamaedrys</i>	1				
<i>Veronica officinalis</i>	1	1	2		
<i>Vicia cf. tenuifolia</i>	2				
<i>Vicia pyrenaica</i>	1	2	2	2	1
<i>Vicia sepium</i>	1	2			
& <i>Viola alba dehnhardtii</i>	1				
<i>Viola riviniana</i>	1	1	1	1	1
Riqueza total	114	53	51	48	42

tuberosus, *Fragaria vesca*, *Lathyrus montanus*, *Daphne laureola*, o *Ilex aquifolium* (VILLAR *et al.* 1999), y especies nemorales más habituales en los bosques caducifolios montanos como *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa*, *Sanicula europea*, *Hieracium murorum*, *Hepatica nobilis* o *Veronica officinalis* (BLANCO *et al.* 1998). Hay también especies que caracterizan los abetales montanos, como el “cuajaleches del abetal” (*Galium rotundifolium*) y la orquídea *Goodyera repens* (BLANCO *et al.* 1998), especie esta última que, al menos en Cataluña, aparece sólo en la asociación *Goodyero repentis-Abietetum albae* (BANCO DE DATOS DE BIODIVERSIDAD DE CATALUÑA).

En algunas zonas de la parcela el estrato muscinal alcanza una gran cobertura, hasta el 100 % de la superficie, captando y conservando la humedad en el suelo. Está compuesto fundamentalmente por *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* y *Pseudoscleropodium purum*, especies muy características de los pinares musgosos de la asociación *Hylocomio- Pinetum catalaunicae* (VILLAR *et al.* 1999), pero que aparecen también en los abetales montanos (BLANCO *et al.* 1998).

A pesar de que la roca madre en la parcela es caliza, debido a la lluvia y a las acículas de *Abies alba* y *Pinus sylvestris* se puede producir una cierta acidificación del suelo (BLANCO *et al.* 1998). Se han obtenido valores de pH en agua entre 5,5 y 7. Esta variación se refleja en la composición florística de la parcela, con especies acidófilas como *Galium rotundifolium*, *Veronica officinalis*, *Deschampsia flexuosa* y *Lathyrus montanus*, especies calcícolas como *Valeriana montana* o *Vicia pyrenaica*, y especies indicadoras de sustratos calizos en los pinares musgosos como *Hepatica nobilis*, *Helleborus foetidus*, *Prunella grandiflora* o *Campanula persicifolia* (BLANCO *et al.* 1998, CARRERAS *et al.* 1995).

En resumen, este bosque presenta características intermedias entre los abetales y los pinares musgosos, pero el hecho de que *Abies alba* y *Fagus sylvatica* sean las

únicas especies del estrato arbóreo que se regeneran, junto a la ausencia de pinos jóvenes y la presencia de *Goodyera repens* y *Galium rotundifolium*, nos hace suponer su progresión hacia un abetal, con especies características más de los abetales altimontanos de la asociación *Goodyera repens*-*Abietetum albae* como *Galium rotundifolium*, *Goodyera repens*, *Veronica officinalis* o *Vaccinium myrtillus*, y especies submediterráneas más propias de los abetales mesomontanos de la asociación *Coronilla emeri*-*Abietetum albae* como *Buxus sempervirens*, *Coronilla emerus*, *Epipactis helleborine* y *Helleborus foetidus* (LOIDI *et al.* 1997).

3.2. Análisis de la flora

3.2.1. Riqueza florística

El número de especies de las unidades de muestreo 100 m² varía entre 42 (en la 4) y 53 (en la 1) (Tabla 1). Entre las cuatro presentan 74 taxones diferentes (64 % de las especies observadas), 2 de los cuales son exclusivos de estas áreas (*Hypericum sp.* en la unidad 1 y *Anthoxanthum odoratum* en la 3).

La riqueza florística en la parcela 24Ps, de 2500 m² es muy elevada, 114 especies, 72 (63 %, figura 1), observadas también en las unidades de muestreo y 42 (37 %) exclusivas de esta área. Este elevado número de especies se debe, además de a la variación del pH del suelo, a la confluencia en el área de ambientes diferentes que aportan a la riqueza florística especies propias.

Tal y como comentamos en el apartado de material, en la parte baja de la parcela el terreno es llano y favorece el desarrollo de un estrato herbáceo de gran cobertura, en el que aparecen, entre otras, 16 especies propias de pastos o herbazales frescos, que suponen un 14 % de las especies de la parcela, el 38 % de las exclusivas de éste área, y que se han señalado en la tabla 1 con asterisco (*).

Además, en la ladera de orientación oeste del margen derecho de la parcela, las condiciones de mayor luminosidad y pedregosidad permiten la presencia de 21 especies exclusivas de esta zona (50 % del total de especies que aparecen sólo en la parcela 24Ps), que representan el 19 % de los taxones de la parcela. Junto al único quejigo bien desarrollado encontramos 10 especies, señaladas en la Tabla 1 con almohadilla (#), que son propias de pastos pedregosos más o menos calcícolas (9 % de los taxones de la parcela, 24 % de los exclusivos), 5 propias de quejigal o carrascal, señaladas con and (&), (5 % de los taxones de la parcela y 12 % de los exclusivos), y 6 especies de claros forestales, señaladas con dólares (\$) en la Tabla 1 (5 % de las especies del área y 14 % de las exclusivas).

La mayor extensión de la parcela 24Ps respecto a las unidades de muestreo, permite, además de englobar ambientes diferentes, recoger la presencia puntual de algunas especies que han aparecido en el interior del bosque con un número muy bajo de individuos como *Fraxinus excelsior*, *Malus sylvestris*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum lonchitis* (1 sólo individuo cada una) y *Primula elatior*. Estas especies, señaladas en la Tabla 1 con cejilla (^), suponen un 4 % de las de la parcela y un 12 % de las exclusivas.

3.2.2. Espectro biológico

En la parcela 24Ps hay un claro predominio de hemicriptófitos (61 %; tabla 2), lo que quizá sea indicativo de las difíciles condiciones climáticas de la montaña media aragonesa (VILLAR *et al.* 1996). Es muy bajo el porcentaje de terófitos, cuya importancia suele estar ligada a los climas mediterráneos, y de los que en la parcela encontramos tan sólo dos especies, *Geranium robertianum* y *Stellaria media*. Los terófitos en nuestras latitudes son más abundantes a baja altitud, y van disminuyendo al ascender por la montaña, a la vez que aumentan los hemicriptófitos y caméfitos (11 %). Fanerófitos (18 % de las especies, la mayor parte nanofanerófitos) y geófitos (8 %) suelen encontrar su óptimo en los niveles altitudinales intermedios (VILLAR *et al.* 1996). Comparando el espectro biológico de la flora de este pinar-abetal con el de los hayedos prepirenaicos aragoneses (VILLAR *et al.* 1999) observamos en nuestra parcela mayor porcentaje de caméfitos y hemicriptófitos, y menor porcentaje de fanerófitos y geófitos.

Creemos que la variación en el espectro biológico de este pinar-abetal respecto a los hayedos puede deberse a la distinta fenología de la especie dominante de estos bosques. Los hayedos son bosques muy sombríos en los que la cobertura del dosel arbóreo es determinante para el desarrollo del resto de las plantas. Así, una parte elevada de las especies son geófitos con un periodo de actividad reducido a unos pocos meses en los que completan su ciclo vital, durante el periodo anterior al desarrollo de las hojas del haya, o justo posterior a su caída, cuando ni las temperaturas ni la cobertura arbórea limitan aún en exceso la fotosíntesis. El pinar-abetal en el que se encuentra la parcela 24Ps es, en cambio, más abierto y luminoso y, debido a que se trata de un bosque de hoja perenne, no hay variaciones de entrada de luz a los estratos inferiores tan marcadas como en los bosques caducifolios, lo que permite el desarrollo de más arbustos bajos y herbáceas (caméfitos y hemicriptófitos), y explica el menor porcentaje de geófitos en esta flora, con 9 especies, de las cuales 5 son orquidáceas.

Tabla 2. Tipos biológicos en la parcela 24Ps y comparación con los hayedos prepirenaicos aragoneses según VILLAR *et al.* (1999).

Biological types in the plot 24Ps, and in pre-Pyrenaen beech forests from VILLAR *et al.* (1999).

	Hayedos prepirenaicos	Parcela 24Ps	
	Porcentaje	Nº especies	Porcentaje
Fanerófitos	24 %	21	18 %
Caméfitos	5 %	12	11 %
Hemicriptófitos	49 %	69	61 %
Geófitos	19 %	9	8 %
Terófitos	2 %	2	2 %
Epífitos	1 %	No estudiados	

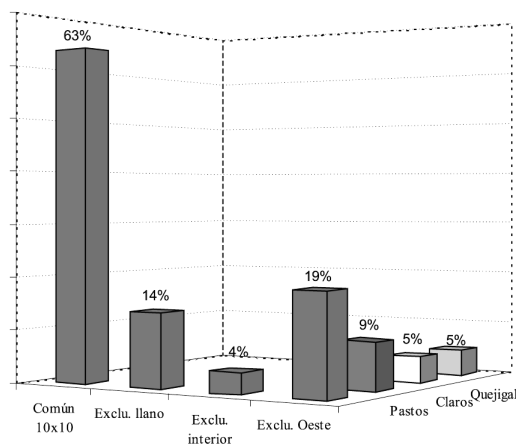


Figura 1. Porcentajes de especies de la parcela 24Ps.
Species percentages in the 24Ps plot.

3.2.3. Particularidades fitogeográficas del territorio

El porcentaje de pteridófitos en la flora de un lugar puede utilizarse como indicador del grado de humedad del territorio: 1 % en las zonas de clima mediterráneo, 5 % en las áreas de influencia oceánica, y hasta 7,95 % en los hayedos prepirenaicos (VILLAR *et al.* 1999). En nuestra parcela hemos observado 5 especies de pteridófitos, todos en la zona interior del bosque, lo que supone un 4,4 % de la flora, e indica un grado de humedad bastante elevado en este bosque.

Utilizando el porcentaje de cistáceas como indicador del carácter mediterráneo de la flora, —con un máximo de 3 %, y 0 % en los hayedos prepirenaicos (VILLAR *et al.* 1999)—, en la parcela 24Ps hemos encontrado una sola especie perteneciente a esta familia, *Helianthemum nummularium* subsp. *pyrenaicum*, lo que supone un 0,88 % de cistáceas en la flora de esta parcela. La presencia de este taxón se limita a la ladera oeste de la parcela, más soleada y pedregosa, en la que, como ya hemos señalado anteriormente, aparecen especies propias de ambientes más mediterráneos, y confirma el carácter más mediterráneo de esta ladera respecto al interior del bosque.

3.2.4. Espectro corológico

Para el estudio de los tipos corológicos en la flora de la parcela 24Ps (tabla 3), siguiendo las pautas de VILLAR *et al.* (1999), agrupamos los taxones submediterráneos y circumboreales junto a los eurosiberianos en sentido amplio, los latemediterráneos quedan englobados en la categoría de mediterráneos, y los subcosmopolitas en la de plurirregionales.

Entre la flora de la parcela el porcentaje más alto corresponde a los taxones eurosiberianos (65 %) tal y como era de esperar debido a su localización en la región

Tabla 3. Tipos corológicos en la parcela 24Ps y comparación con los hayedos prepirenaicos aragoneses según VILLAR *et al.* (1999).

Chorological types in the plot 24Ps, and compared with pre-Pyrenean beech forests from VILLAR *et al.* (1999).

	Hayedos prepirenaicos	Parcela 24Ps	
	Porcentaje	Nº especies	Porcentaje
Eurosiberianos	65 %	74	65 %
Plurirregionales	11 %	17	15 %
Orófitos	9 %	9	8 %
Atlánticos	5 %	4	3 %
Boreo-alpinos	5 %	3	2 %
Endémicos	4 %	3	2 %
Mediterráneos	1 %	6	5 %

eurosiberiana. A continuación destacan los plurirregionales (15 %) y los orófitos (8 %), tanto europeos como mediterráneos.

Comparando este pinar-abetal con los hayedos prepirenaicos estudiados por VILLAR *et al.* (1999), dado que en nuestro bosque hay un menor grado de humedad (lo que quedaba corroborado por el porcentaje de pteridofitos, 4,4 % en este bosque y 7,95 % en los hayedos), encontramos un menor porcentaje de taxones atlánticos (5,4 % en los hayedos, 3 % en el pinar-abetal). Como este bosque es más abierto y luminoso, permite la entrada de un mayor número de especies más “comunes”. Así, hay un incremento de taxones plurirregionales, a la vez que disminuyen los taxones con requerimientos más estrictos como los boreo-alpinos y los endémicos.

La influencia del mundo mediterráneo en la flora de esta parcela quedó ya comprobada con el cálculo del porcentaje de cistáceas (0,88 % en la parcela, 0 % en los hayedos), con una sola especie en la ladera oeste. Debido a la proximidad de esta parcela con los bosques de carácter más mediterráneo, que ocupan las solanas y

Tabla 4. Distribución de los índices de vitalidad de las especies en las distintas áreas de muestreo.

Distribution of Species vitality indexes at different sample units.

	Vitalidad 1		Vitalidad 2	
	Nº especies	Porcentaje	Nº especies	Porcentaje
Parcela 24	97	85 %	17	15 %
Unidad 1	29	55 %	24	45 %
Unidad 2	27	53 %	24	47 %
Unidad 3	22	46 %	26	54 %
Unidad 4	23	55 %	19	45 %

partes bajas del mismo monte, hay un incremento importante del porcentaje de taxones pertenecientes a este elemento corológico (5 % en la parcela, 0 % en los hayedos), con especies que penetran por la parte oeste de la parcela como *Carex humilis*, *Viola alba* subsp. *dendhardtii*, *Lotus delortii* o *Teucrium chamaedrys*, exclusivas de esta zona.

3.2.5. Grado de vitalidad de las especies

En la tabla 4 observamos que un 15 % de las especies de la parcela 24Ps, aunque han tenido un buen desarrollo, no han presentado estructuras reproductoras durante el año de estudio (índice de vitalidad 2).

En el caso de algunas especies como *Abies alba*, *Betula pendula* y *Fagus sylvatica*, es posible que no se hayan visto estructuras reproductoras debido a la dificultad de observación de las mismas dada su localización en la parte alta del árbol, aunque tampoco se encontraron restos en el suelo. En otros casos, el que una especie no desarrolle estructuras reproductoras puede deberse, más que a los efectos de la contaminación atmosférica, a que se encuentre fuera de su hábitat óptimo de desarrollo; es el caso de muchas especies de matorral y de claros como *Amelanchier ovalis*, *Carlina acaulis* subsp. *simplex*, *Cytisus sessilifolius*, *Laserpitium latifolium* y *Vicia* cf. *tenuifolia*, de las que hemos encontrado un sólo individuo en toda la parcela, o de *Achillea millefolium*, *Berberis vulgaris* y *Sanguisorba minor*, que no presentaron estructuras reproductoras dentro de la parcela pero sí en los alrededores.

También en las unidades de muestreo de 10 × 10 m hay especies que durante el año de estudio no han mostrado estructuras reproductoras (de un 40 % en las unidades 1 y 4 a 54 % en la 3), pero gran parte de ellas sí lo han hecho en la parcela 24Ps, lo que señala la importancia de la extensión de la parcela de muestreo en los estudios de vitalidad de las especies.

En resumen, en esta parcela los porcentajes más altos corresponden a los taxones hemicriptófitos y eurosiberianos. La ladera oeste tiene sin embargo un carácter más mediterráneo, conteniendo un 50 % de las especies que no aparecen en las unidades de muestreo.

La extensión del área muestreada es importante para los estudios de vitalidad de las especies, porque a pesar de que el 63 % de las especies de la parcela de 2.500 m² aparece también en alguna de las unidades de muestreo, su mayor superficie permite la observación de especies muy escasas que se escapan en superficies menores y la confluencia de ambientes diferentes que aportan especies propias, lo que se habrá de tener en cuenta para los futuros estudios de biodiversidad.

Agradecimientos

Agradecemos a Carlos Soriano y Aitor Gastón de la Escuela de Ingenieros Técnicos Forestales de la Universidad Politécnica de Madrid, a Gerardo Sánchez y Javier Fernández del Servicio de Protección contra Agentes Nocivos de la DGCONA, y al

agente forestal Alfredo Barrio, por toda la información y ayuda prestada para la realización de este trabajo.

Bibliografía

- AIZPURU I., C. ASEGINOLAZA, P.M. URIBE- ECHEBARRIA, P. URRUTIA & I. ZORRAKIN 1999 - *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y Territorios Limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 831pp. Vitoria-Gasteiz.
- BLANCO E., M.A. CASADO, M. COSTA, R. ESCRIBANO, M. GARCÍA, M. GÉNOVA, A. GÓMEZ, F. GÓMEZ, J.A. MORENO, C. MORLA, P. REGATO & H. SAINZ 1998 - *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta SA. 597 pp.
- BRAUN-BLANQUET J. 1979 - *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Edición española. Blume. 820pp. Madrid.
- CARRERAS J., E. CARRILLO, X. FONT, J.M. NINOT, I. SORIANO & J. VIGO 1995 - La vegetación de las sierras prepirenaicas situadas entre los ríos Segre y Llobregat. 1. Comunidades forestales (bosques, mantos marginales y orlas herbáceas). *Ecologia Mediterránea* 21(3/4): 21-73.
- CEPE & CE (COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA Y COMISIÓN EUROPEA) 2001 - *Estado de los bosques en Europa. Informe de 2001*. 28 pp. Ginebra y Bruselas.
- FIMCI (FOREST INTENSIVE MONITORING COORDINATING INSTITUTE) 2000 - *Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical Report 2000*. 191 pp. Bruselas.
- INNES J.L. 1993 - *Forest health: its assessment and status*. CAB International. 677 pp. Wallingford.
- LOIDI J., I. BIURRUN & M. HERRERA 1997 - La vegetación del centro-septentrional de España. *Itinera Geobotanica* 9: 161-618.
- MADOTZ N., R.Y. CAVERO & A. EDERRA 2001a - Biodiversidad florística de 3 parcelas de la Red Europea para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales. *Montes para la sociedad del nuevo milenio. Actas III Congreso Forestal Español*. Tomo IV: 353-359. Granada.
- MADOTZ N., R.Y. CAVERO & A. EDERRA 2001b - Características vegetacionales del hayedo de Auritz (Navarra, España), integrado en la Red Europea de Nivel II de Seguimiento de Daños en Bosques. *Valoración y Gestión de Espacios Naturales. Libro de actas de las XVII Jornadas de Fitosociología*: 215-227. Jaén.
- MADOTZ N., R.Y. CAVERO & A. EDERRA 2002 - Estudio de la vegetación del hayedo donde se sitúa la parcela 15Fs de la Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales (Auritz- Navarra). *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra. Serie Botánica* 14: 155-215.
- SANTAMARÍA J.M., G. AMORES, J. GARRIGÓ, B.S. GIMENO, L. LUCHETTA, N. MADOTZ, R. CAVERO, A. EDERRA & G. SÁNCHEZ 2002 - Intensive monitoring of a beech forest in Navarra Spain. In KARNOSKY D.F., K.E. PERCY, A.H. CHAPPELKA & C.J. SIMPSON (eds.), *Air Pollution, Global Change and Forests in the New Millenium*. Elsevier Science Ltd. Oxford, UK.
- VILLAR L., J.A. SESÉ & J.V. FERRÁNDEZ 1996 - La Flora del Pirineo aragonés: banco de datos y atlas. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 54:561-569.

- VILLAR L., J.A. SESÉ & J.V. FERRÁNDEZ 1997 - *Atlas. Flora del Pirineo Aragonés*. Tomo I. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón- Instituto de Estudios Altoaragoneses. 648pp. Huesca.
- VILLAR L., C. ASEGINOLAZA, D. GÓMEZ, G. MONTSERRAT, A. ROMO & P. URIBE-ECHEBARRÍA 1999- *Los hayedos prepirenaicos aragoneses y su conservación*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie investigación, 13. 140 pp.
- W³ DEPT. MEDI AMBIENT Y UNIVERSITAT DE BARCELONA. Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.
- W³ RBGE. ROYAL BOTANIC GARDEN OF EDINBURGH. *Flora Europaea Data Set*. <http://www.rbge.org.uk/forms/fe.html>.