Acta Bot. Barc., 49: 375-392 Barcelona, 2003

ELS BOSCOS DE RIBERA D'ANDORRA: TIPIFICACIÓ, CARTOGRAFIA I ESTAT DE CONSERVACIÓ

Andreu SALVAT[1], Bernat BLASI[2], Miquel CAMPOS[3] & Anna MOLES[4]

ABSTRACT

The fluvial forests in Andorra: characterisation, mapping and conservation state

Between 1999 and 2001 an exhaustive study of the flora and vegetation of fluvial habitats in Andorra was carried out. The principal aim of the survey was to analyse the state of conservation of these habitats and to identify areas of greatest interest, from both a floristic and an ecological standpoint. Thus, plant communities and formations were mapped in detail for use as a tool in territorial management. Using 24 basic vegetation codes, a map was produced with 345 combinations of different codes, and a degree of quality or state of conservation was assigned to each of which. All the data was integrated into a Geographical Information System.

Worth highlighting are the 11 taxa detected for the first time in Andorra: *Bromus ramosus* Huds subsp. *ramosus, Crepis paludosa* (L) Moench*, Humulus lupulus* L*, Impatiens balfourii* Hook*, Luzula sylvatica* (Huds) Gaud subsp. *sylvatica, Lysimachia nemorum* L*, L. ephemerum* L*, Mentha suaveolens* Ehrh*, Sanicula europaea* L*, Silene dioica* (L) Clairv. and *Thalictrum flavum* L. In general, however, in terms of the plant communities identified, we found a good correspondence with those described in neighbouring Pyrenean regions. The most singular plant formations were the mountain willow communities with forbs (*Veratro-Salicetum bicoloris*) and the high mountain populations of *Salix cinerea* and *Betula* sp. pl..

We calculated that fluvial vegetation only occupies 28.5 % of its potential surface area, whilst 57 % of rivers and streams showed important degrees of disturbance. The fluvial corridors of the valley bottoms are now very discontinuous, although those of secondary water courses are still largely intact. This situation affects the important ecological functions of riparian habitats, notably those concerning ecological connectivity and flood lamination.

In order to guarantee the conservation of the biodiversity and ecology of the water courses of Andorra measures must be undertaken to protect and manage fluvial habitats, taking into account the stretches of water-courses of greatest interest.

Key words: Riverside vegetation, Vegetation mapping, Biological conservation, Flora, Andorra

[1] Aprèn, Serveis Ambientals, SCCL. L'Estació, 08590 El Figueró. E-mail: andreu@apren-cooperativa.com
[2] Ecotècnic SA. Esteve Dolsa, 48, 2n, Andorra la Vella. E-mail: aia@ecotecnic.ad
[3] Av. Santa Coloma, 1, 7è 2ona, 17800 Olot. E-mail: vertexnatura@terra.es
[4] Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra. E-mail: annam@andorra.ad

RESUM

Entre els anys 1999 i 2001 vàrem dur a terme un estudi exhaustiu de la flora i vegetació de les riberes d'Andorra. L'objectiu principal del projecte era conèixer el seu estat de conservació i quines eren les zones de major interès, tant des del punt de vista florístic com ecològic. Per això vàrem cartografiar les comunitats i formacions vegetals a una escala detallada, apta per a la gestió del territori. A partir de 24 codis bàsics de vegetació vàrem obtenir un mapa amb 345 combinacions de codis diferents, a cadascuna de les quals es va assignar un nivell de qualitat o estat de conservació. Totes les dades es van integrar en un Sistema d'Informació Geogràfica.

Entre els resultats destaca la detecció d'onze tàxons nous per a la flora andorrana, que són: *Bromus ramosus* Huds subsp. *ramosus, Crepis paludosa* (L) Moench, *Humulus lupulus* L, *Impatiens balfourii* Hook, *Luzula sylvatica* (Huds) Gaud subsp. *sylvatica, Lysimachia nemorum* L, *L. ephemerum* L, *Mentha suaveolens* Ehrh, *Sanicula europaea* L, *Silene dioica* (L) Clairv i *Thalictrum flavum* L. En canvi, des del punt de vista de les comunitats vegetals existeix una bona correspondència amb aquelles descrites per a contrades pirinenques veïnes. Les formacions vegetals més singulars són les salzedes amb megafòrbies (*Veratro-Salicetum bicoloris*) i els poblaments altimontans de *Salix cinerea* i *Betula* sp. pl..

La vegetació de ribera actual ocupa una superfície corresponent només a un 28,5 % del seu domini potencial, mentre que un 57 % de trams fluvials presenten un nivell d'alteració important. El corredor ripari del fons de les valls principals ha perdut la continuïtat, mentre que als cursos d'aigua secundaris els boscos de ribera mantenen encara una gran naturalitat. Aquesta situació compromet de forma notable importants funcions ecològiques de les riberes, com ara la connectivitat ecològica o la laminació d'avingudes.

Per garantir la conservació de la biodiversitat i ecologia dels rius andorrans és necessari emprendre mesures de protecció i gestió de les riberes, les quals han de tenir en compte l'existència de trams fluvials d'especial interès.

Mots clau: Vegetació de ribera, Cartografia de la vegetació, Conservació biològica, Flora, Andorra

1. Introducció

Els boscos de ribera són hàbitats d'un gran interès ecològic i paisatgístic. Al Pirineu el seu estat de conservació és en general dolent, atès que els fons de vall han estat intensament explotats des de temps molt reculats (CARRERAS *et al.* 1999). En el cas d'Andorra, el fort creixement urbanístic ha augmentat la pressió sobre aquestes formacions fins al punt de comprometre la seva supervivència a moltes zones, fet ja posat en evidència a la dècada de 1970 (FOLCH *et al.* 1979).

D'altra banda, a Andorra trobem algunes comunitats forestals de ribera que presenten una notable originalitat dins els Pirineus, com és el cas de les salzedes subalpines amb megafòrbies (BOLÒS 1984). No obstant, existeix molt poca informació sobre les característiques de la vegetació de ribera del Principat, la qual és tractada molt

sumàriament fins i tot a treballs de referència sobre el medi i la vegetació d'aquest territori (FOLCH *loc. cit.*, GRUBER 1978).

En els darrers anys s'han desenvolupat diferents metodologies per poder avaluar l'estat de conservació de les riberes fluvials. La cartografia detallada de la vegetació permet aprofitar la notable capacitat indicadora de les comunitats vegetals, a partir del coneixement de les comunitats potencials i dels diferents estats de degradació de les mateixes. A la Península Ibèrica trobem exemples d'estudis en aquesta línia a la conca del Besòs (FONS *et al.* 1998) i a la conca del Jarama (LARA *et al.* 1996).

Per tal de disposar d'una informació detallada sobre la distribució i estat actual dels boscos de ribera, el Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra inicià l'any 1999 un projecte que tenia com a principals objectius la seva caracterització, cartografia i avaluació.

2. Objectius del projecte

- Estudiar i tipificar la flora i la vegetació dels rius d'Andorra, dins el domini potencial dels boscos de ribera.
- Cartografiar les comunitats i formacions vegetals a una escala detallada, apta per a la gestió del territori.
- Conèixer l'estat de conservació d'aquest element de la ribera i la seva evolució potencial.
- Cartografiar i descriure les zones d'especial interès de conservació.

3. Metodologia

El treball s'ha desenvolupat a diferents nivells, tots ells integrats en un Sistema d'Informació Geogràfica, utilitzant de forma combinada el software MiraMon, Geomèdia i Silva Mc (CAMPOS *et al.* 1997, 1999).

3.1. Estudi de la flora i la vegetació

Hem estudiat de forma detallada la flora i vegetació associada als ambients fluvials, amb especial atenció per les comunitats forestals. Hem fet un total de 40 inventaris fitosociològics i 24 llistes, que juntament amb un buidat bibliogràfic hem introduït en una base de dades gestionada amb el programa Silva Mc.

3.2. Cartografia de la vegetació

Hem realitzat una cartografia detallada (escala 1:5.000) de la vegetació de ribera actual, utilitzant les ortofotografies en color de la cartografia oficial del Govern d'Andorra per al treball de camp i la delimitació dels polígons, amb escala ampliada

Taula 1. Codificació de les comunitats vegetals de ribera.
Code assignation of the riverside vegetation communities.

0.	Lleres: Lleres amb nul·la o escassa vegetació
1.	Vernedes: Vernedes i freixenedes afins a l'*Equiseto hyemale-Alnetum glutinosae*
2.	Freixenedes i avellanoses montanes
2a.	Freixenedes montanes: *Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*
2b.	Avellanoses altimontanes higròfiles
3.	Salzedes
3a.	Salzedes i pollancredes montanes: *Saponario-Salicetum purpureae*
3b.	Formacions de ribera de *Salix cinerea* i *Betula* sp. montanes i altimontanes
3c.	Salzedes i bedollars de ribera altimontans rics en megafòrbies: *Veratro-Salicetum bicoloris*
4.	Bardisses: *Pruno-Rubion ulmifolii*
5.	Patamolls i jonqueres
5a.	Comunitats fontinals: *Montio-Cardaminetea*
5b.	Herbassars helofítics: *Sparganio-Glycerion fluitantis*
5c.	Herbassars higròfils dels *Molinietalia*: *Calthion palustris* i *Filipendulion*
5d.	Herbassars higròfils altimontans amb megafòrbies: *Calthion palustris* i *Betulo-Adenostyletea*
5e.	Jonqueres acidòfiles montanes: *Juncion acutiflori*
5f.	Jonqueres basòfiles montanes: *Molinion coerula*e i localment *Molinio-Holoschoenion*
6.	Herbassars nitròfils humits: *Arction* i *Galio-Alliarion*
7.	Herbassars ruderals: *Chenopodietea* i *Artemisietea* en general (incloent-hi terres remenades, terraplens, etc)
8.	Molleres
8a.	Molleres acidòfiles*: Caricion nigrae*
8b.	Molleres basòfiles*: Caricion davallianae*
9.	Boscs no higròfils (pinedes, rouredes, carrascars, etc)
10.	Prats de dall i pastura:
10a.	Prats de dall i pastures higròfiles montanes: *Arrhenatherion* i *Cynosurion*
10b.	Prats de dall altimontans i herbassars afins: *Polygono-Trisetion*
10c.	Pastures no higròfiles: *Brometalia erecti* i altres
12.	Zones urbanes, ponts, carreteres, canalitzacions i obres de formigó
13.	Roca mare, col·luvis

a 1:2.500 (original 1:5.000, mida del píxel 0,5 × 0,5 m). Per a classificar els polígons hem emprat una llegenda de 24 codis bàsics de vegetació (vegeu la taula 1), tot seguint la terminologia fitosociològica de CARRERAS *et al.* (1999) i NINOT *et al.* (2000).

A causa de la gran variabilitat que trobem en quant a condicions ambientals i usos del territori són molt pocs els trams fluvials amb una única formació vegetal. Per això hem utilitzat codis de vegetació compostos a partir dels 24 codis bàsics, amb un resultat final de 345 combinacions diferents. L'ordre amb el que es troben

Taula 2. Nivells de qualitat del bosc de ribera (a partir de MUNNÉ *et al.* 1998).
Quality levels of the riverside forest (from MUNNÉ *et al.* 1998).

Categoria	Estat de conservació
1	Bosc de ribera sense alteracions, estat natural o quasi
2	Bosc poc pertorbat, qualitat bona
3	Inici d'alteració important, qualitat mediocre
4	Alteració forta, qualitat dolenta
5	Degradació extrema, qualitat pèssima

els codis bàsics dins un codi compost concret ens indica de forma aproximada la importància de les diferents formacions consignades per un polígon. Així, un polígon amb els codis 6+2a+10a, contindrà herbassars nitròfils humits, freixeneda i prats de dall, amb una major importància dels primers. Si un dels codis apareix entre parèntesi, per exemple 6+3b+(10a), indicaria que la darrera formació ocupa una superfície petita dins el polígon. Aquesta metodologia permet descriure amb gran detall la realitat.

3.3. Avaluació de l'estat de conservació

A partir del mapa de vegetació hem realitzat un mapa de diagnòstic de l'estat de conservació de la vegetació de ribera, assignant un nivell de qualitat de l'1 al 5 a les 345 combinacions de codis. La utilització de cinc categories s'ajusta als requeriments de la Unió Europea sobre índexs de qualitat ambiental. El valor dels diferents nivells de qualitat és el de la taula 2, amb l'afegit d'una categoria 0, corresponent a «no classificat», i que és assignada a aquells polígons on predomina el substrat rocós i/o el bosc no higròfil, bàsicament pinedes. D'altra banda, hem aplicat l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera, o QBR, (MUNNÉ *et al.* 1998), a un total de 101 trams fluvials. Això ens ha permès comparar els nostres resultats amb els del QBR, un índex que està basat en l'anàlisi de paràmetres estructurals de la vegetació i la ribera.

En el procés d'assignació d'un nivell de qualitat a cada una de les combinacions de codis de vegetació s'ha considerat de forma prioritària la seva naturalitat. En correspondència amb el fet que aquest estudi tenia com objectiu tipificar la vegetació de les zones susceptibles de tenir vegetació de ribera forestal, la màxima naturalitat correspon als boscos de ribera. No obstant, també hem considerat la composició de la coberta vegetal, que és indicadora de la qualitat del medi i del seu grau d'antropització. Així doncs, la qualitat estimada a tres punts on el bosc de ribera ha desaparegut completament pot ser molt diferent segons si tenim herbassars ruderals (qualitat pèssima, 5), prats de dall (qualitat dolenta, 4) o molleres (qualitat mediocre, 3).

En funció dels criteris exposats anteriorment, les diferents formacions vegetals que apareixen en el mapa de vegetació queden ordenades des de la màxima naturalitat i nivell de conservació fins a la degradació extrema, de la següent forma:

Taula 3. Assignacions de qualitat de les comunitats de ribera. Els codis fan referència a les unitats de la taula 1. Entre parèntesi indica que aquella formació vegetal només apareix de forma aïllada.

Quality assignment of the riverside vegetation communities. Codes must be referred to table 1 units. Brackets indicate low presence communities.

Codi del mapa de vegetació	Qualitat
Polígons que en primer lloc tenen el codi propi d'un bosc de ribera excepte salzedes i pollancredes montanes (codis 1, 2 i 3 excepte 3a)	
Només codi de bosc de ribera	1
Bosc + (elements de la successió vegetal, codis 4, 5 o 10)	1
Salzedes i bedollars altimontans, codis 3b i 3c, + vegetació higròfila, codi 5 o 10b	1
Bosc + (elements antropitzats i canalitzacions, veg. ruderal, etc., codi 6, 7 o 12)	2
Bosc excepte 3b i 3c + bardissa o vegetació higròfila, inclòs 10b	2
Bosc + prats codi 10 + vegetació higròfila	2
Bosc codis 3b i 3c + prats codi 10b + elements antropitzats	3
Bosc + elements antropitzats i/o prats	3
Polígons que en primer lloc tenen el codi 3a (Salzedes i pollancredes montanes)	
3a + altre bosc	1
Només 3a	2
3a + (elements de la successió vegetal)	2
3a + (elements antropitzats)	3
3a + qualsevol altre codi excepte canalitzacions	3
3a + canalitzacions i zones urbanes + qualsevol altre	4
Polígons que en primer lloc tenen el codi codi 4 (Bardissa)	
Bardissa + bosc de ribera inclòs 3a	3
Bardissa + altres	4
Polígons que en primer lloc tenen el codi 5 (Molleres i jonqueres)	
Molleres i jonqueres + Bosc de ribera i/o bosc no higròfil	2
5 + bosc de ribera + prat codi 10b	2
Molleres i jonqueres	3
5 + bosc de ribera + altres tipus de prat, codis 10a i 10c	3
5 + prat	3
Polígons que en primer lloc tenen el codi d'elements antropitzats: canalitzacions, vegetació ruderal i nitròfila	
Vegetació ruderal i/o nitròfila + bosc de ribera	3
Canalització + bosc de ribera o prat codi 10	4
Vegetació ruderal i/o nitròfila + (bosc de ribera) i/o prat	4
Canalitzacions i/o vegetació ruderal i/o nitròfila	5
Canalització + (qualsevol codi)	5
Polígons que en primer lloc tenen el codi de prats de dall o de pastura	
Prats codi 10b + Salzeda amb megafòrbies codi 3c	2
Prats + bosc de ribera	3
Prats codi 10b + 3c + (elements antropitzats)	3
Prats codi 10b + (3c)	3
Prats codi 10b + molleres i jonqueres	3
Prats codi 10	4
Prats + (bosc i/o molleres i jonqueres)	4
Prats + bosc + canalització	4
Polígons que en primer lloc tenen el codi de boscos no higròfils, afloraments rocosos, etc.	
Bosc no higròfil + molleres i jonqueres	2
Roques i/o llera + qualsevol altre: fer diagnòstic sense tenir en compte 0 i/o 12	variable
Bosc no higròfil + qualsevol altre: fer diagnòstic sense tenir en compte 9	variable
Polígons sense qualificar: qualitat 0	
Roques i/o llera	0
Roques i/o llera + (qualsevol altre)	0
Bosc no higròfil	0
Bosc no higròfil + (qualsevol altre)	0

Boscos de ribera > salzedes i formacions de pollancres montanes > molleres i jonqueres, bardisses > prats de dall altimontans > altres prats de dall i pastures > vegetació ruderal i nitròfila > canalitzacions i zones urbanes

A la taula 3 es mostra de forma resumida quina categoria de qualitat s'ha assignat a cada una de les 345 combinacions de codis del mapa.

3.4. Consideracions sobre l'assignació de qualitat a determinades formacions vegetals

Salzedes i formacions de pollancres de l'estatge montà - Tot i el caràcter arbori, aquesta comunitat és indicadora de certa pertorbació, ni que sigui originada per causes naturals. Per això, als indrets on estava en contacte amb altres formacions forestals s'ha assignat un bon estat de conservació, però en els altres casos s'ha penalitzat. Cal tenir en compte que aquesta és la única formació arbòria present als trams canalitzats dels rius, com ara a força punts del Valira.

Prats de dall altimontans i herbassars afins - Aquests prats, fitosociològicament assignats a l'aliança *Triseto-Polygonion*, presenten una composició florística on abunden les espècies d'herbassars humits i a molts punts els seus límits són indestriables respecte de la vegetació herbàcia de ribera. Per això en diversos casos reben una puntuació millor que la resta de prats de dall i pastures, doncs des del punt de vista florístic representen un nivell de conservació de la vegetació de ribera més alt. Aquesta situació resta ben patent a la capçalera del riu Valira d'Orient, especialment entre Soldeu i el Tarter.

Gatelledes, salzedes i formacions de ribera de bedolls dels estatges montà i altimontà - Aquestes dues comunitats estan dominades per arbres de port moderat i sovint no determinen un ambient nemoral sinó que al seu recer apareixen herbassars higròfils diversos, especialment dins l'estatge altimontà. Per això no es penalitza la discontinuïtat de la coberta arbòria com en el cas de les vernedes i freixenedes, doncs aquest és un caràcter que presenten de forma natural. Únicament resta penalitzat si en la composició florística apareixen elements antropitzants, com ara canalitzacions o vegetació ruderal.

Molleres i jonqueres- Aquest és un tipus de vegetació característic dels ambients fluvials, sí bé de forma natural ocuparia petites superfícies als marges i clarianes del bosc de ribera. Per això quan és dominant per sota dels 1.800-1.700 m d'altitud significa que alguna pertorbació, d'origen antròpic o natural, ha eliminat els vegetals llenyosos. A Andorra aquesta situació només es produeix de forma natural a la capçalera del torrent de Pal, el qual tot i presentar una composició florística interessant rep una puntuació de conservació intermitja a causa de les irregularitats en la coberta arbòria. Per poder aplicar aquesta metodologia en zones on aquesta circumstància sigui habitual caldria modificar els criteris d'assignació de qualitat.

4. Resultats

4.1. Catàleg florístic

El catàleg florístic de les riberes d'Andorra comprèn un total de 392 tàxons. A partir de la revisió de les principals obres de referència sobre la flora del Principat (BOLÒS 1998, BOLÒS *et al.* 1998-2001, BOLÒS & VIGO 1981-2001, BOUCHARD 1981, LOSA & MONTSERRAT 1951, MONTSERRAT & BENITO 2000, SÀEZ 1997), hem pogut establir que en aquest catàleg hi ha 64 tàxons que es poden considerar força rars a nivell andorrà i 20 molt rars. Si bé és un llistat no exhaustiu, atès que tant en el treball de camp com en la recollida de dades bibliogràfiques l'esforç s'ha centrat en els tàxons higròfils i/o nemorals, aquestes dades demostren com a una escala regional els ecosistemes fluvials esdevenen importants reserves de biodiversitat dins de la vegetació zonal.

4.1.1. Tàxons nous per a la flora d'Andorra

Hem detectat un total d'11 tàxons que no es coneixien d'Andorra, comentats a continuació:

Bromus ramosus Huds. subsp. **ramosus**

CH7503 Riu Valira al pont d'Aixovall, 920 m, pollancreda amb bardisses. CH7808 Valira del Nord sota el rec del Solà, 1.135 m, freixeneda higròfila. CH7613 Riu d'Arinsal, prop del mas de la Ribafeta, 1.370 m, freixeneda higròfila. CH8105 Riu de Perafita, 1.650 m, herbassars megafòrbics. CH8205 Riu Madriu a Ramio, 1.590 m, bosc de ribera amb bedolls. CH8209 La Bartra, darrera l'edifici construït sobre la llera del riu, 1.178 m, bosc de ribera ruderalitzat. CH8513 Sant Joan de Caselles, 1.535 m, bosc de ribera.

Tàxon que apareix de forma esparsa per tot el territori, tant en boscos de ribera com en herbassars higròfils més o menys ombrejats.

Crepis paludosa (L.) Moench

CH9116 Vall d'Incles, planell sota la Baladosa, 1.820 m, mulladius vora el riu. CH9813 Riu Arièja, a la confluència amb el rec del Baladrar, 1.660 m, herbassars megafòrbics.

Només present a les capçaleres del nordest del Principat. Als Pirineus Centrals i Orientals és una espècie força rara.

Humulus lupulus L.

CH7503 Riu Valira al pont d'Aixovall, 920 m, pollancreda amb bardisses.

Impatiens balfourii Hook

CG7498 Tram final del riu Runer, 910 m, verneda.

Aquest tàxon d'origen asiàtic és molt utilitzat en jardineria i a l'Europa mitjana es troba en expansió (BOLÒS & VIGO, 1990). A la localitat citada és molt abundant dins el bosc de ribera, procedent del veí poble d'Arcavell.

Luzula sylvatica (Huds.) Gaud. subsp. **sylvatica**

CH7506 Sota la borda d'Enclar, 1.340 m, bosc mixt de ribera.

Tàxon nemoral que és força rar a Andorra i al vessant meridional dels Pirineus Catalans.

Lysimachia nemorum L.

CH7919 Riu Tristaina per sobre del Serrat, 1.560 m, avellanosa higròfila.

Citada a ORCA (BOLÒS *et al.*, 2001) a partir de les nostres dades. Al vessant meridional dels Pirineus és una espècie força rara.

Lysimachia ephemerum L.

CH7401 Riu Negre a la borda del Bringuer, Fontaneda, 1.120 m, jonquera calcícola termòfila.

Citada a ORCA (BOLÒS *loc. cit.*) a partir de les nostres dades. Als Pirineus Centrals és una espècie força rara, si bé als massissos calcaris del Prepirineu és molt més abundant.

Mentha suaveolens Ehrh.

CH7602 Prats de la ribera de Llumeneres, 950 m, herbassars nitròfils humits.

Sanicula europaea L.

CH7506 Sota la borda d'Enclar, 1.340 m, bosc de ribera mixt.

Aquesta espècie nemoral és poc rara en el conjunt dels Pirineus, però a les valls continentals del vessant meridional és molt rara.

Silene dioica (L.) Clairv.

CH8205 Riu Madriu a Ramio, 1.590 m, bosc de ribera amb bedolls.

Thalictrum flavum L.

CH8513 Sant Joan de Caselles, 1.535 m, bosc de ribera. CH8914 Aiguabarreig dels rius d'Incles i Valira, 1.705 m, salzeda subalpina.

És una espècie força rara als Pirineus. Els exemplars estudiats, amb flors i estams pènduls, sembla que pertanyen a la subespècie *simplex* (L.) O. Bolòs et Vigo, relativament estesa per la Cerdanya (BOLÒS, 1998).

4.1.2. Citacions de tàxons rars o d'especial interès

Altres tàxons notables per la seva raresa a Andorra, o perquè presenten localitats extremes són:

Doronicum pardalianches L.

CH7809 Riu de Muntaner prop del cementiri de la Massana, 1.200 m, bosc mixt de ribera.

Segona localitat andorrana coneguda per aquest tàxon, que és característic dels boscos caducifolis humits. *Doronicum pardalianches* és relativament abundant a la part baixa de l'obac d'Andorra la Vella, d'on el cità BOUCHARD (1981).

Drosera rotundifolia L.

CH8019 El Serrat, 200 metres per sobre del pont de la Rebollissa, 1.540 m, torbera amb esfagnes.

Aquesta localitat té un especial interès per la presència de diversos taxons pròpis de l'estatge subalpí a una altitud relativament baixa.

Equisetum hyemale L.

CH8513 Sant Joan de Caselles, 1.535 m, bosc de ribera.

Tàxon molt rar al Principat. Només en coneixem aquesta localitat i la referència d'ORCA (BOLÒS, 1998), corresponent també a la quadrícula CH81.

Ilex aquifolium L.

CH7506 Sota la borda d'Enclar, 1.340 m, bosc mixt de ribera.

Salvia glutinosa L.

CH7205 Riu del Coll de l'Aquell, prop de la confluència amb el riu d'Os, 1.320 m, torrent engorjat amb *Salix elaeagnos*. CH7401 Riu Llosar a Fontaneda, 1.140 m, freixeneda higròfila. CH7300 Riu de la Coma a Fontaneda, 1.350 m, freixeneda higròfila. CH7304 Riu d'Os, per sobre de Bixessarri, 1.170 m, bosc mixt caducifoli. CH7605 Riu d'Enclar, sota el coll de Sant Vicenç, 1.100 m, freixeneda.

Aquesta espècie, pròpia de vorades de boscos humits, és molt rara a la península Ibèrica i només es fa als Pirineus, on és força rara. A Andorra la trobem als afluents del marge dret del Valira, entre el riu d'Enclar i el riu de Fontaneda, localitat on la van trobar MONTSERRAT & BENITO (2000).

Saxifraga rotundifolia L.

CH9116 Vall d'Incles, planell sota la Baladosa, 1.820 m, mulladius vora el riu. CH9813 Riu Arièja, a la confluència amb el rec del Baladrar, 1.660 m, herbassars megafòrbics.

Stachys alpina L.

CH7506 Sota la borda d'Enclar, 1.340 m, bosc mixt de ribera.

Stellaria graminea L.

CH8814 Valira d'Orient a Ransol, enfront de les destileries, 1.650 m, herbassars higròfils.

Aquest tàxon, tot i no aparèixer al mapa d'ORCA (Bolòs *et al.* 2000), ja va ser citat d'aquesta localitat per LOSA & MONTSERRAT (1950).

4.1.3. Catàleg de tàxons de les riberes d'Andorra rars o amenaçats

Tots els tàxons citats als dos apartats anteriors s'han incorporat al catàleg de tàxons de les riberes d'Andorra rars o amenaçats, integrat dins la base de dades de flora i vegetació com un element de gestió. A més, també hem incorporat a aquest catàleg aquells tàxons citats per altres autors que presentaven interès de conservació, com ara *Aruncus dioicus* (Walter) Fernald, només conegut de les vores del riu de Tristaina (LOSA & MONTSERRAT *loc. cit.*), *Betula pubescens* Ehrh., present al riu Madriu (J. CARRERAS *com. pers.*), *Prunus padus* L., amb una única localitat a la vall de Sorteny i *Cicerbita alpina* (L.) Wallr. que al Principat només està citada de les rodalies del Serrat i d'Arinsal (LOSA & MONTSERRAT *loc. cit.*, BOUCHARD, 1981). Provisionalment, també hem tingut en compte diversos tàxons citats per BOUCHARD (*loc. cit.*), dels que cal confirmar la seva presència, i que són *Alopecurus geniculatus* L., *Anemone ranunculoides* L. i *Symphytum tuberosum* L.

La principal amenaça per totes aquestes espècies és la seva raresa, que les fa molt sensibles a qualsevol alteració del medi. Les més vulnerables són aquelles que es troben a les riberes de les valls principals, on l'impacte del desenvolupament urbanístic i de les obres d'endegament fluvial és major. Segons aquest criteri, *Equi-*

setum hyemale, Crepis paludosa, Lysimachia nemorum i *Thalictrum flavum* serien les espècies més amenaçades, mentre que *Anemone ranunculoides* podria haver desaparegut.

4.2. Comunitats vegetals

Des del punt de vista fitosociològic, les formacions vegetals estudiades tenen una bona correspondència amb les associacions descrites per a territoris veïns (CARRERAS *et al*. 1999, CARRERAS & VIGO 1987).

L'associació més estesa és la freixeneda (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*), que ocupa un 41 % de les zones amb vegetació forestal de ribera. A continuació trobem les gatelledes, amb un 24 %, les salzedes subalpines (*Veratro-Salicetum bicoloris* subass. *bicoloris*), que representen un 16 % dels boscos de ribera, les vernedes (*Equiseto hyemalis-Alnetum glutinosae*), amb un 11 %, i finalment les salzedes amb pollancres (*Saponario-Salicetum purpureae*), amb un 7 %.

Les gatelledes, o formacions de *Salix cinerea* i *Betula pendula* altimontanes, resulten de difícil tipificació. Són formacions arbustives més o menys arbrades que també apareixen al Pallars Sobirà (CARRERAS *et al*. 1999), on normalment presenten un estrat herbaci molt variable i dominat per espècies pratenses o més o menys nitròfiles. A Andorra, no obstant, aquest estrat sovint té una gran riquesa florística, amb un gran nombre de plantes nemorals pròpies de boscos caducifolis humits (*Fagetalia*) i també grans herbes característiques dels herbassars higròfils altimontans (*Calthion* i *Triseto-Polygonion*). Caldria ampliar l'estudi d'aquesta formació vegetal per poder aclarir la seva situació fitosociològica.

Les salzedes subalpines amb megafòrbies (*Veratro-Salicetum bicoloris*) sovint es presenten molt empobrides, en relació al fet que a la conca del Valira es troben al límit de la seva distribució (BOLÒS 1984), i també al secular ús ramader del seu entorn. Per això sovint hem de parlar més de formacions esparses de *Salix* sp. pl. amb un estrat herbaci del *Polygono-Trisetion* que de formes típiques d'aquesta associació. Aquest bosc de ribera només es fa a les valls més obertes, atès que a les valls laterals encaixades el bosc de coníferes presenta una coberta molt important.

4.3. Estat de conservació dels boscos de ribera

La superfície cartografiada com vegetació de ribera és de 261 ha, que correspon a un 0.557 % de la superfície d'Andorra. Això representa només un 28.5 % del seu domini potencial, calculat mitjançant fotointerpretació en 912 ha (FOLCH *et al.* 1979).

Si analitzem l'estat de conservació en funció de la longitud dels trams (vegeu la taula 4), un 57 % dels cursos fluvials presenta un nivell d'alteració important, corresponent a les classes de qualitat 3, 4 i 5, fet especialment evident a les vores del Gran Valira. Els boscos de ribera de les valls amples són els més afectats, fins i tot als estatges altimontà i subalpí, mentre que a les valls secundàries de difícil accés la

Taula 4. Longitud ocupada per classes de qualitat
Lenght of each quality class

Classe i estat de conservació	Longitud (m)	Presència relativa
1– Bosc de ribera sense alteracions, estat natural o quasi	40.186	25,8 %
2– Bosc poc pertorbat, qualitat bona	19.648	12,6 %
3– Inici d'alteració important, qualitat mediocre	40.402	25,9 %
4– Alteració forta, qualitat dolenta	20.401	13,1 %
5– Degradació extrema, qualitat pèssima	28.838	18,5 %
0– Sense vegetació de ribera de forma natural	6.430	4,1 %
Longitud total cartografiada	155.905	

situació és força millor. En aquests casos, però, sovint el bosc de ribera només ocupa una franja estreta.

Com a conseqüència d'aquests fets, les associacions vegetals més amenaçades a Andorra són la verneda de les planes al·luvials (*Equiseto-Alnetum glutinosae*) i la salzeda subalpina (*Veratro-Salicetum bicoloris*), dues formacions vegetals que poden arribar a desaparèixer completament els propers anys. A més, ambdues constitueixen hàbitats naturals d'interès (prioritari pel que fa a les vernedes) segons la legislació de la Comunitat Europea.

Comparant els nostres resultats amb els obtinguts aplicant l'índex QBR, tots dos coincideixen en un 72 % dels casos. Les principals diferències es produeixen en aquells trams on l'estat de conservació de l'estructura forestal no es correspon amb el de l'estrat herbaci. Aquest fet és lògic si tenim en compte que el QBR és un índex basat en paràmetres estructurals de la vegetació i la ribera, mentre que en la nostra valoració té una importància més gran la composició florística.

4.4. Funcions ecològiques de la vegetació de ribera

Analitzant la geometria dels polígons del mapa de vegetació de ribera es pot constatar una situació d'aprimament i pèrdua de continuïtat dels mateixos. Això té importants conseqüències pel funcionament del corredor ripari com a element que permet la connectivitat ecològica dins el paisatge. La manca de vegetació de ribera a molts trams dels rius andorrans degut a la construcció d'infrastructures i la urbanització, implica la impermeabilització de la interfase o frontera entre la ribera i el riu (TISCHENDORF & FAHRIG, 2000). Això pot condicionar greument determinades funcions ecològiques de les riberes, com la laminació d'avingudes, la retenció de sediments o l'absorció de nutrients (SABATER *et al.*, 2000). La vall d'Ordino, la vall d'Incles i la vall de Pal són les darreres valls andorranes importants on aquesta situació és encara evitable.

4.5. Zones d'especial interès

Els criteris adoptats per tal d'incloure un espai en aquesta llista són la singularitat i biodiversitat en el context andorrà. També el paper funcional en els sistemes

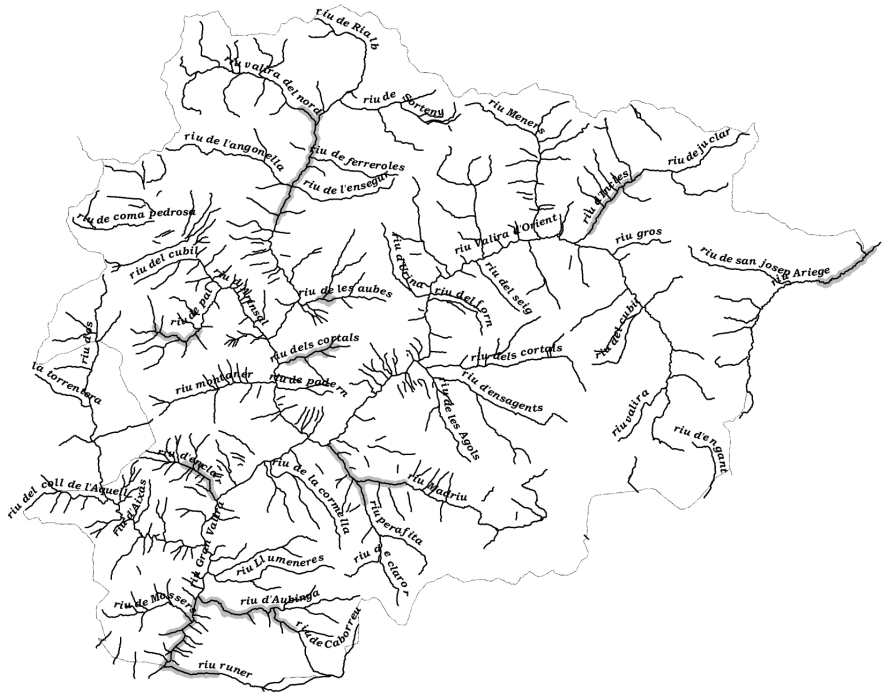


Figura 1. Xarxa hidrogràfica d'Andorra i zones d'especial interès.
Hydrographyc network of Andorra and zones of special interest.

naturals andorrans de determinats trams fluvials, especialment en relació al manteniment de la connectivitat ecològica. Aquest fet implica que determinades zones són importants independentment de la presència d'una o altre espècie, com és el cas dels darrers trams de les valls principals que mantenen certa naturalitat. També hem considerat el nivell d'amenaça en relació a la proximitat a nuclis habitats, accessibilitat, etc., que augmenten la urgència en la presa de decisions. A continuació es comenten el diferents espais (vegeu la figura 1), ordenats segons la prioritat amb la que cal actuar i la seva importància ecològica.

Riu de Tristaina i riu Valira del Nord entre el coll d'Abòs i Arans - Entre el coll d'Abòs i Arans trobem l'entorn fluvial no encaixat més ben conservat de tot el Principat. Aquí el riu presenta una salzeda subalpina amb megafòrbies exuberant i avellanoses humides, on trobem potser la major riquesa en espècies pròpies de boscos caducifolis humits (*Fagetalia*) d'Andorra. Els herbassars higròfils del *Calthion* són també molt rics i apareixen petites molleres amb *Sphagnum*, destacables per la baixa altitud d'aquesta localitat, barrejades amb prats de dall del *Polygono-*

Trisetion, de gran valor paisatgístic. A més, l'entorn fluvial està molt poc alterat morfològicament, sense pràcticament obres de canalització. Un altre element a considerar per tal de valorar l'interès d'aquesta zona és la notable funció en la connectivitat general dels sistemes naturals andorrans, a causa de la seva situació geogràfica.

Capçalera del riu de Pal - Es tracta del millor exemple de vegetació aquàtica en aigües riques en carbonats que hi ha a Andorra. Al tram superior hi trobem barrejats poblaments de salzeda subalpina, encara que difícils de tipificar fitosociològicament per la manca d'espècies megafòrbies característiques, i grans extensions de jonqueres calcícoles del *Molinion*. Aigües avall del poble de Pal la vegetació fluvial resta dominada pel bosc caducifoli mixt, especialment avellanoses riques en espècies de boscos humits (*Fagetalia*), al límit altitudinal superior de la freixeneda típica. La vegetació arbòria ha estat eliminada en alguns punts per afavorir les pastures i els prats de dall, però cal indicar l'absència de vegetació ruderal i nitròfila. En definitiva, és un espai interessant per la gran diversitat d'espècies i per l'originalitat florística que representa en un context andorrà.

Gran Valira de la borda del Germà a la frontera hispano-andorrana - Entre la borda del Germà i la frontera hi ha l'únic tram del Gran Valira on els marges d'aquest riu no estan massivament urbanitzats i canalitzats. Així, les terrasses fluvials estan poc modificades i encara hi trobem notables extensions de prats de dall de l'*Arrhenatherion*. Als marges del riu abunden les salzedes montanes amb pollancres (*Saponario-Salicetum purpureae*), encara que l'element més destacable són els retalls de verneda de plana (*Equiseto-Alnetum rubetosum*), que aquí presenta alguna de les últimes localitats a Andorra. Si no es prenen de forma urgent mesures de conservació i gestió aquesta zona es pot veure irreversiblement alterada en pocs anys.

Vall d'Incles - La vegetació del fons d'aquesta vall glacial està dominada per extensos prats de dall del *Polygono-Trisetion.* No obstant, a les vores del riu apareix un mosaic de formacions aigualoses com ara molleres amb *Sphagnum,* herbassars del *Calthion* i, puntualment, salzedes subalpines amb megafòrbies (*Betulo-Adenostyletea*). Paisatgísticament la zona té també un gran interès.

L'Arieja - Als marges del riu Arieja trobem el millor exemple de salzeda subalpina amb megafòrbies d'Andorra, en una extensió i qualitat que no és comparable a cap altre localitat. Així doncs, moltes espècies del *Betulo-Adenostyletea* tenen aquí les millors poblacions. També és molt destacable la continuïtat que presenta aquesta comunitat al llarg de més de dos quilometres, només amb petites interrupcions en les que els prats humits arriben fins al marge del curs d'aigua.

Riu dels Cortals d'Anyós - És un dels rius més ben conservats d'Andorra. Hi són presents les diverses comunitats forestals que de forma natural resseguirien els rius del país, com ara vernedes (*Equiseto-Alnetum glutinosae athyrietosum*), frei-

xenedes (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*) i formacions de ribera altimontanes amb *Salix cinerea* i *Betula pendula.* En aquest cas, l'explotació tradicional del medi va coexistir amb el manteniment de la vegetació de l'entorn fluvial, fet excepcional en una vall oberta i que ha determinat la creació d'un entorn paisatgístic de gran qualitat i biodiversitat.

Riu Madriu i Riu de Perafita - El conjunt de la vall del riu Madriu es pot qualificar d'excepcional a causa de la gran biodiversitat que presenta i de l'excel·lent estat de conservació, fruit de l'aïllament. No obstant, les característiques morfològiques de la vall, amb forts desnivells, condicionen el desenvolupament del bosc de ribera i determinen la instal·lació més de boscos humits de vessant que d'autèntiques formacions vegetals de ribera. L'element vegetal més remarcable són els bosquets de *Tilia platyphyllos* del tram mitjà del riu, així com les petites formacions de plantes megafòrbiques amb *Betula pubescens* de la capçalera.

Riu d'Enclar - Tant per la seva diversitat com per la gran superfície ocupada, el riu d'Enclar hostatja la millor representació de sotabosc humit nemoral de tot Andorra, associat als extensos boscos caducifolis de ribera que ocupen tot el fondal. La comunitat presenta una total continuïtat des de la capçalera, i només en resta absent *Alnus glutinosa*. Conjuntament amb el riu d'Aubinyà és la millor mostra de gatelleda amb bedolls altimontana i també de freixeneda.

Riu d'Aubinyà - És el millor bosc de ribera de l'estatge montà d'Andorra, amb freixenedes i vernedes per sota dels 1.100 metres d'altitud. S'ha preservat gràcies a les especials característiques morfològiques de la vall, que han impedit el seu aprofitament. Així, el riu d'Aubinyà gairebé no té alteracions morfològiques en tot el seu recorregut llevat del tram baix, on s'han fet algunes actuacions que han malmès fortament la ribera. El tram de major interès comença a l'aiguabarreig entre el riu de Caborreu i el de Peguera i arriba fins al Pont de Faucellers.

Rius de Casamanya i de les Aubes - Constitueix la segona zona d'Andorra en quant a rierols amb aigües riques en carbonats. La vegetació està constituïda bàsicament per jonqueres calcícoles amb *Molinia coerulea*, encara que un xic més pobres que les del riu de Pal. Tot i així, a causa de la raresa d'aquest tipus d'hàbitat a Andorra el seu interès és notable. També és destacable la freixeneda que trobem al tram baix del riu de les Aubes fins a l'aiguabarreig amb el riu de Casamanya.

Riu Runer - A causa de la seva situació geogràfica i de la pràctica inaccessibilitat del seu fons, la vall de riu Runer presenta una gran naturalitat, encara que la vegetació de ribera només ocupa una estreta franja als marges del riu. Els elements més destacats són una verneda molt densa i els herbassars higròfils de la capçalera.

L'únic problema actual de conservació sembla relacionat amb la proliferació d'*Impatiens balfourii*. No obstant, la derivació de cabals i petits vessaments d'aigües residuals provinents d'Arcavell podrien afectar greument la qualitat del curs d'aigua, de forma natural ja força migrat.

5. Conclusions

La vegetació de ribera d'Andorra presenta un bon nombre de comunitats vegetals característiques, les quals hostatgen una notable diversitat florística i fins i tot alguns elements singulars en un context pirinenc.

El corredor ripari del fons de les valls principals ha perdut la continuïtat a bona part del territori. En canvi, als cursos d'aigua secundaris els boscos de ribera mantenen una gran naturalitat, especialment a punts de difícil accés.

Aquesta situació permet mantenir les poblacions de la majoria de tàxons vegetals propis d'aquests ambients, però compromet seriosament la supervivència de determinades comunitats vegetals com la verneda de plana (*Equiseto-Alnetum glutinosae*) i la salzeda subalpina (*Veratro-Salicetum bicoloris*).

A Andorra es troben greument compromeses importants funcions ecològiques de les riberes, com ara la connectivitat ecològica o la laminació d'avingudes, a causa del creixement urbanístic i l'ocupació humana dels marges fluvials.

Per garantir la conservació de la biodiversitat i ecologia dels rius andorrans és necessari emprendre mesures de protecció i gestió de les riberes, que han de tenir en compte l'existència de trams fluvials d'especial interès.

La cartografia de la vegetació a escala 1:5.000 és una eina útil per a l'anàlisi de l'estat de conservació de la vegetació de ribera a nivell local i regional.

Agraïments

Els autors d'aquest treball volem agrair la bona disposició i la col·laboració de les persones que d'una manera o altra han participat en la seva elaboració, tant en el treball de camp com en la revisió crítica, o proporcionant-nos informació valuosa. Especialment a l'Eduard Calvo, la Vanessa Carrascosa, al personal del Centre de Biodiversitat de l'Institut d'Estudis Andorrans i de la Biblioteca Nacional d'Andorra. També als doctors Jordi Carreras, Empar Carrillo i Josep Maria Ninot, del Departament de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona, per l'assessorament en els apartats de vegetació i llegenda, i per les facilitats donades en la consulta documental i d'herbaris. A tots ells, moltes gràcies.

Bibliografia

BOLÒS, O. DE, X. FONT & J. VIGO (eds.) 1999-2001 - *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans,* vols. 9-11. IEC. Barcelona.

BOLÒS, O. DE 1984 - De vegetatione notulae, IV. *Collect. bot.* 15: 101-107.

BOLÒS, O. DE 1998 - *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans. Primera compilació general.* 2 volums. ORCA: volum extraordinari. IEC. Barcelona.

BOLÒS, O. DE & J. VIGO 1984-2001 - *Flora dels Països Catalans,* vol. 1-4. Barcino. Barcelona.

BOUCHARD, J. 1981 - *Primer herbari de la flora d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans, Perpinyà.

CAMPOS, M., X. PONS & L. VILAR 1997 - Diseño conceptual de un sistema de información para el tratamiento y gestión de datos geográficos de flora y vegetación. *Colloques Phytosociologiques* 27: 871-882

CAMPOS, M., L. VILAR & X. PONS 1999 – Silva, una herramienta para la gestión de los datos florísticos y de la vegetación. *XVII Jornadas de fitosociologia. Valoración y gestión de Espacios Naturales.* Llibre de resums. Universidad de Jaén.

CARRERAS, J., A. FERRÉ & J. VIGO 1999 - *Memòria del mapa de vegetació de Catalunya 1:50.000. Fulls 150 (Noarre) i 182 (Tírvia).* Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.

CARRERAS, J. & VIGO, J. 1987 - Las comunidades del orden *Molinietalia coeruleae* en los Pirineos catalanes. *Lazaroa* 7: 497-513.

FOLCH, R. (ed.) 1979 - *El patrimoni natural d'Andorra. Els sistemes naturals andorrans i llur utilització*. Ketres. Barcelona.

FONS, J. (coord.). 1998 - *Criteris per recuperar les riberes de les capçaleres de la conca del Besòs*. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 3. Consorci per la Defensa de la Conca del Riu Besòs i Diputació de Barcelona.

GRUBER, M. 1978 - *La végétation des Pyréneés ariégoises et catalanes occidentales*. Université d'Aix-Marseille, III, Faculté des Sciencies et Techniques St. Jerôme, Marseille.

LARA, F., R. GARILLETI & P. RAMÍREZ 1996 - *Estudio de la vegetación de los ríos carpetanos de la cuenca del Jarama.* Ministerio de Fomento, Centro de Experimentación de Obras Públicas. Madrid.

LOSA, M. & P. MONTSERRAT 1951 - *Aportación al conocimiento de la flora de Andorra.* Actas Primer Congreso Internacional del Pirineo. CSIC & Inst. Est. Pir. Jaca.

MONTSERRAT, P. & J. BENITO 2000 - Novedades para la flora de Andorra. *Acta Bot. Barc*. 46: 119-129.

MUNNÉ, A., C. SOLÀ, N. PRAT & M. RIERADEVALL 1998 - *Índex QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera*. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 4. Diputació de Barcelona. Barcelona.

NINOT, J.M., J. CARRERAS, E. CARRILLO & J. VIGO 2000 - Syntaxonomic Conspectus of the Vegetation of Catalonia and Andorra. I: Hygrophylous Herbaceous Communities. *Acta Bot. Barc.* 46: 191-238.

SABATER, F., A. BUTTURINI, E. MARTÍ, I. MUÑOZ, A. ROMANÍ & S. SABATER 2000 - Effects of riparian vegetation removal on nutrient retention in a mediterranean stream. *J.N. Am. Bethol.* 19: 609-620.

SÀEZ , L. 1997 - Atlas pteridiològic de Catalunya i Andorra. *Acta Bot. Barc.* 44: 39-167.

TISCHENDORF, L. & L. FAHRIG 2000 - On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90: 7-19.