

# **ANÀLISI DE LA DIVERSITAT I LA QUALITAT DE LA VEGETACIÓ DE RIBERA A LA TORDERA I A LA RIERA D'ARBÚCIES**

**SÒNIA SÀNCHEZ<sup>\*,\*\*</sup> I GERARD PIÉ<sup>\*</sup>**

\* Observatori de la Tordera

\*\* Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Cerdanyola del Vallès.

SANCHEZ, S. I PIÉ, G. (2008). «Anàlisi de la diversitat i la qualitat de la vegetació de ribera a la Tordera i a la riera d'Arbúcies». A: BOADA, M., MAYO, S. & MANEJA, R. [Cur.]. *Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural, p. 345-374. ISBN: 978-84-7283-983-0

## Resum

Es presenten els resultats obtinguts de l'anàlisi de la vegetació de ribera tant pel que fa a la qualitat com a la diversitat dels boscos riparis de la Tordera i la riera d'Arbúcies, així com també la informació recollida sobre la distribució i abundància d'espècies al·lòctones invasores i la metodologia de monitoratge proposada per realitzar el seguiment a mitjà i a llarg termini de l'evolució de la vegetació ripària. Els resultats d'ambdós cursos d'aigua estudiats porten a concloure que, a grans trets, la qualitat de la conca és elevada als cursos alts, i va minvant a mesura que ens acostem a la desembocadura, si bé l'heterogeneïtat és molt present en diversos trams. De l'estudi de la diversitat es dedueix que la zona de ribera és més rica que no pas la riba o la llera. Tots aquests resultats permeten concloure que l'anàlisi de la vegetació ripària és un bon indicador de l'estat ecològic dels sistemes fluvials.

PARAULES CLAU: Tordera, riera d'Arbúcies, vegetació, monitoratge, sistemes fluvials.

## Resumen

Se presentan los resultados obtenidos del análisis de la vegetación de ribera tanto por lo que se refiere a calidad como a la diversidad de los bosques de ribera de la Tordera y la riera de Arbúcies, así como también de la información recogida sobre la distribución y abundancia de especies alóctonas invasoras y la metodología de monitoreo propuesta para realizar el seguimiento a medio y largo plazo de la evolución de la vegetación de ribera. Los resultados de los dos cursos de agua estudiados llevan a la conclusión de que, a grandes rasgos, la calidad de la cuenca es elevada en los cursos altos y va disminuyendo a medida que nos acercamos a la desembocadura, si bien la heterogeneidad es muy presente en distintos tramos. Del estudio de la diversidad se deduce que la zona de ribera es más rica que la riba o la orilla. Todos estos resultados permiten concluir que el análisis de la vegetación de ribera es un buen indicador del estado ecológico de los sistemas fluviales.

PALABRAS CLAVE: Tordera, riera de Arbúcies, vegetación, monitoreo, sistemas fluviales.

## Abstract

We present the results of the riparian vegetation analysis in terms of quality and diversity at the riparian forests of the Tordera river and riera d'Arbúcies, as well as the distribution and abundance of non-native invading species and the methodology proposed for the monitoring at short and long term of the riparian vegetation. The results obtained at both watercourses show that the

quality of the river basin is high at the headwaters and it decreases as we approach the mouth, although the heterogeneity is actually present in different stretches. With reference to diversity analysis it can be concluded that the riverside has a higher diversity than the bank or the shore; that is, the diversity decreases as we reach the water through a transversal transect from the riverside —the further riparian zone in relation with the watercourse—. All these results show that the analysis of the riparian vegetation becomes a good indicator of the ecological state of the fluvial systems.

KEYWORDS: Tordera, riera d'Arbúcies, vegetation, monitoring, fluvial systems.

## 1. INTRODUCCIÓ

Les zones ripàries es defineixen com aquelles zones que es troben sota la influència de cursos d'aigua, on es desenvolupen bandes de vegetació de ribera. Sovint, aquestes bandes són forestades i presenten una amplada que pot variar des de desenes fins a centenars de metres i presenten diferents funcions ecològiques relacionades amb la seva localització al llarg de riu. A causa de la seva proximitat a l'aigua, les espècies vegetals i la topografia de les zones ripàries es diferencien de les que es troben al seu voltant, formant ecotons entre els ecosistemes terrestres i aquàtics i donant lloc a gradients acusats de factors ambientals, processos ecològics i comunitats vegetals (Gregory *et al.*, 1991).

El paper de la vegetació de ribera en la dinàmica dels ecosistemes fluvials pot definir-se des d'un punt de vista multifuncional, ja que presenta implicacions hidrològiques, ecosistèmiques, paisatgístiques, econòmiques i socials.

Les riberes mantenen la seva estructura natural a través de l'emmagatzematge i la retenció d'aigua i sediments, de manera que la vegetació de ribera retarda la formació d'avingudes en aquelles zones ripàries amples, contribuint a la disminució de la velocitat de les aigües d'inundació i afavorint la recàrrega de l'aqüífer; alhora que afavoreix l'estabilitat mecànica a través de la seva estructura radicular, disminuint així el risc d'erosió del sòl.

La importància de les zones ripàries excedeix en escreix la seva menor proporció a la superfície com a coberta vegetal a causa de la seva situació en el paisatge, entre els ecosistemes aquàtics i terrestres, i esdevé una zona ecotònica. Les interaccions entre aquests dos ecosistemes inclouen la modificació de condicions ambientals i la creació d'un microclima específic —pel que fa a llum, temperatura i humitat—, a més de l'alteració de l'aportació de nutrients i matèria orgànica des de les capçaleres.

Existeix un nombre elevat de processos ecològics i comunitats associades a la interfase entre els medis aquàtic i terrestre, que és una de les àrees més dinàmiques del paisatge. La naturalesa ecotònica de les bandes ripàries és el marc per entendre l'organització, la diversitat i l'estabilitat de comunitats aquàtiques en els ecosistemes fluvials. Així, l'estructura i la composició de la vegetació influeixen decisivament en les funcions ecològiques, d'importància cabdal per a mantenir la qualitat de l'aigua i els hàbitats, tant terrestres com aquàtics. L'aportació de la vegetació de ribera a la dinàmica ecològica de les conques fluvials inclou la formació de refugis per a la fauna vertebrada i invertebrada, aportant zones d'alimentació i reproducció i proveint el substrat on té lloc l'activitat biològica. El caràcter caducifoli dominant en les espècies que formen el bosc de ribera implica una gran aportació de matèria orgànica al sistema, que resulta ser la font de matèria i d'energia per a l'inici de les xarxes tròfiques del medi aquàtic (Gregory *et al.*, 1991; Décamps, 1993; Jungwirth *et al.*, 2002; Fausch *et al.*, 2002).

Una rica composició específica i una abundant cobertura vegetal són factors esmortidors davant els processos d'eutrofització de les aigües a través de l'efecte filtre per als nutrients. El concepte de filtre implica, per exemple, que les zones ripàries eliminen fertilitzants agrícoles, especialment si l'aigua és transportada dels conreus adjacents al riu. D'aquesta manera, les zones ripàries actuen com a zones tampó, controlant el flux de materials entre el curs fluvial i l'ambient terrestre i afavorint la retenció de nutrients i de carboni (Décamps, 1993). Aquestes dues funcions, retenció i filtració de nutrients, depenen de la variabilitat hidrològica, així com de la dinàmica dels sistemes físic i bio-

lògic de la zona ripària. A tall d'exemple, s'ha comprovat que els boscos de ribera són responsables de l'eliminació de més de tres quartes parts del nitrat dissolt transportat des dels conreus (Gregory *et al.*, 1991).

Les denses capçades regulen l'entrada de llum, que és absorbida selectivament influenciant els règims de temperatura i d'energia lumínica i alterant la quantitat i la qualitat de llum disponible per als productors primaris del medi aquàtic. En aquest cas, s'exerceix un control sobre la proliferació d'algues i alhora hi ha una regulació del nivell d'oxigen dissolt a l'aigua. Atès el caràcter caducifoli dominant en les comunitats ripàries, val a dir que el grau d'esmoreïment lumínic és pràcticament nul a la tardor i a l'hivern, després que tingui lloc la caiguda de la fulla. D'altra banda, el grau d'ombra depèn de la geomorfologia del canal fluvial i de l'estructura de les comunitats vegetals; així, a mesura que el canal fluvial s'eixampla des de la capçalera fins a la desembocadura, la influència de la vegetació sobre l'entrada de llum disminueix.

L'estructura continua en galeria de la vegetació al llarg del curs fluvial permet la formació de corredors biològics que afavoreixen el moviment i la dispersió de fauna i de llavors. Els boscos de ribera són considerats elements crítics dels sistemes riparis temperats, però ocupen una superfície molt reduïda; tanmateix, quan s'interconnecten, són hàbitats especialment importants com a corredors biològics per a la dispersió d'espècies i per a la protecció de la qualitat de l'aigua i els processos biogeoquímics (Freeman i Ray, 2001). Els corredors fluvials esdevenen sistemes ecològics integrats, no pas merament corredors considerats simples conductes entre elements similars dins el paisatge (Ward *et al.*, 2002). El concepte de connectivitat aplicat al sistema fluvial inclou l'intercanvi de matèria, energia i biota entre diferents elements del paisatge ripari a través del medi aquàtic (Ward *et al.*, 2002).

És indiscutible el benefici social, incloent l'oportunitat de recreació i recolliment, en un entorn fluvial. A les capçaleres, el paisatge caducifoli contrasta fortament amb el caràcter mediterrani, contrast que s'accentua a la tardor; i als cursos mitjà i baix es palpa un paisatge activament dinàmic, i els episodis de perturbacions naturals en els casos de les revingudes creen un mosaic complex de formacions associades a comunitats biològiques sovint més heterogènies i diverses que les que es troben associades a les capçaleres. Les avingudes són freqüents, sovint anuals o amb més freqüència, i una sola crescuda té un enorme potencial per modificar una gran superfície en la conca.

La vegetació de ribera esdevé indicadora del canvi ambiental global, ja que les àrees de ribera de les planes al·luvials són particularment sensibles a la variació en el cicle hidrològic i als canvis en la freqüència de les perturbacions naturals, com les avingudes. Com s'ha comentat anteriorment, també són filtres ecològics que controlen el flux de materials i, per tant, l'estat de les comunitats pot manifestar indicis prematurs del canvi global (Décamps, 1993; Hastings *et al.*, 2005).

D'altra banda, moltes de les funcions hidrològiques i ecològiques esmentades fins ara tenen una gran transcendència econòmica, especialment des del punt de vista de la gestió sostenible dels ecosistemes naturals. Així, el retard en la formació d'avingudes, la recàrrega de l'aquífer, l'estabilitat de la llera i la retenció de sediments i nutrients posseeixen un benefici econòmic clar, a més de la seva significació de garantia de recursos naturals, aigua, sòl, vegetació i fauna.

Una de les línies d'investigació que el projecte de l'Observatori comprèn és el seguiment de la vegetació de ribera, que constitueix un paràmetre l'estudi del qual proporciona la definició d'indicadors com a instruments per a l'avaluació i el seguiment de l'estat de la biodiversitat, així com l'estat ecològic del conjunt de sistemes fluvials. El

monitoratge d'aquests indicadors a mitjà i a llarg termini permet detectar tendències sobre la qualitat de l'entorn fluvial.

L'estudi ecològic de les comunitats de ribera s'ha convertit recentment en una de les claus per a avançar en el coneixement de la dinàmica dels sistemes fluvials. En aquest sentit, la nova Directiva Marc de l'Aigua (DMA 2000/60/CE) defineix nous criteris de sostenibilitat amb l'objectiu de protegir els recursos hídrics abordant la necessitat de realitzar anàlisis de les característiques d'una determinada conca fluvial, dels seus ecosistemes i de les repercussions de l'activitat antròpica per a la valoració de l'estat ecològic a través de la definició i seguiment d'indicadors. L'annex V de la DMA estableix els indicadors de qualitat per a la classificació de l'estat ecològic, essent caracteritzat un d'ells per la composició i l'abundància de la flora aquàtica.

En aquest context es defineixen els objectius principals per a l'estudi de la vegetació de ribera a l'Observatori:

- Establir una valoració qualitativa de l'estat actual dels boscos de ribera a la Tordera i a la riera d'Arbúcies.
- Establir una valoració quantitativa de la composició vegetal i la riquesa florística dels boscos de ribera a la Tordera i a la riera d'Arbúcies.
- Aportar un protocol metodològic per dur a terme el monitoratge de la vegetació de ribera a la zona d'estudi.
- Detectar tendències de canvi en la vegetació de ribera a mitjà i a llarg termini.

## 2. ANTECEDENTS

Al llarg de la història, molts botànics han establert la seva zona d'estudi al massís del Montseny i al Montnegre (Boada, 1989; Bolòs, 1983; Llobet, 1947; Montserrat, 1968). Com a conseqüència de la situació privilegiada de la Tordera, situada enmig dels dos massissos, s'han generat nombrosos estudis de la vegetació dels boscos de ribera tant al curs principal com als afluents més importants, com és la riera d'Arbúcies. Tanmateix destaquen els treballs efectuats al llarg del segle XX per Pere Montserrat (1968) i Oriol de Bolòs (1983).

D'ençà de l'inici del projecte de l'Observatori, hi ha hagut quatre etapes d'experiència en el seguiment de vegetació de ribera, en les quals també han participat Jordi Bartolomé, Noemí Mimó i David Piqué. Tots ells han contribuït a l'estudi de la vegetació de ribera a la Tordera i a consolidar els registres i la metodologia de seguiment.

## 3. METODOLOGIA

La metodologia emprada per a dur a terme el monitoratge dels boscos i les formacions vegetals de ribera consta, a grans trets, de l'avaluació de la qualitat i de l'anàlisi

de la diversitat de les comunitats, que permetran descriure al seu torn les comunitats presents i detectar la presència d'espècies indicadores d'aquestes comunitats típiques de boscos de ribera i zones humides (Bolòs, 1983; Bolòs *et al.*, 1993). Aquesta metodologia s'aplica en tres unitats d'estudi bàsiques: segments, trams i estacions (figura 1).

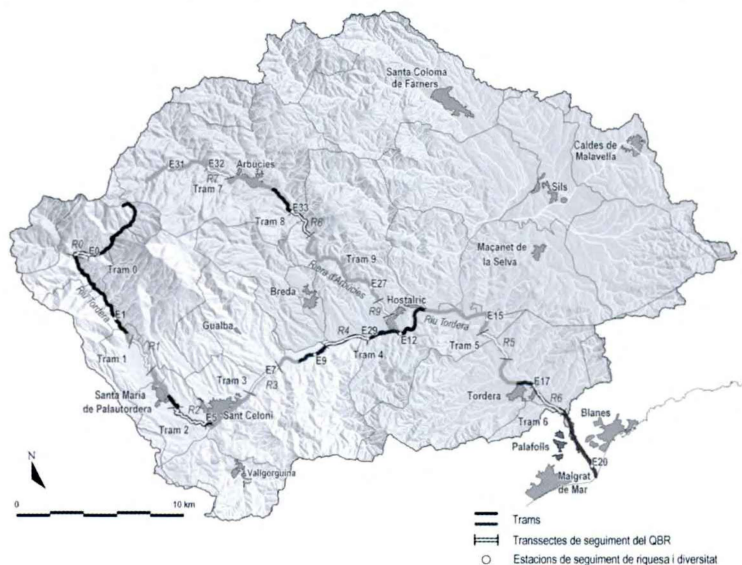


FIGURA 1. Unitats d'estudi per a l'avaluació de la vegetació de ribera a la conca de la Tordera.

Abans d'entrar de ple en el protocol metodològic, cal definir tres conceptes clau als quals es fa referència. Es tracta de la llera, la riba i la ribera, zonació definida pel grau d'inundabilitat. S'entén com a llera la zona per on circula la làmina d'aigua normalment, durant els períodes anuals; la riba és la zona inundable en crescudes periòdiques en un període aproximat de dos anys, mentre que la ribera és la zona inundable en crescudes de gran magnitud (períodes de fins a cent anys). D'altra banda, en referir-nos a la banda dreta o esquerra, es farà sempre mirant aigües avall, en el sentit del corrent (Boada *et al.*, 2003 i 2004).

En el tractament estadístic de les dades s'ha emprat el programari informàtic SPSS 13.0, per aplicar el coeficient de correlació de Pearson, que permet estudiar el grau de relació lineal existent entre dues variables quantitatives; l'ANOVA o anàlisi de la variància per a comparar diversos grups en una variable quantitativa, que es complementa amb l'anàlisi *post hoc* de Tukey-b per tal de precisar on es troben les diferències detectades en l'anàlisi anterior.

### 3.1. L'ANÀLISI DE LA QUALITAT DEL BOSC DE RIBERA

#### 3.1.1. Descripció de les comunitats vegetals

Abans d'avaluar la qualitat de la zona estudiada, és indispensable elaborar una llista d'espècies per tal de fer-ne un reconeixement, de manera que just abans d'aplicar l'in-

dex QBR es recorre el segment aplicant primer de tot aquest mostreig. D'altra banda, aquest treball permetrà llistar les comunitats vegetals presents, ja que es pren nota sobre la freqüència d'aparició d'espècies arbòries, arbustives i herbàcies, permetent distingir entre les espècies dominants, les acompanyants<sup>1</sup> i les presents de manera aïllada. Per determinar la freqüència s'atribueix un valor a cada categoria: individus aïllats (1), espècies acompanyants o distribuïdes irregularment (2) i espècies dominants (3); així com l'origen de l'espècie (autòctona o al·lòctona, segons Bolòs *et al.*, 1993) i la seva ubicació (riba / ribera).






### 3.1.2. Anàlisi de la qualitat del bosc de ribera

Un dels objectius de l'estudi de la vegetació de ribera és l'establiment d'una valoració qualitativa de l'estat actual dels boscos riparis a la Tordera a través de l'aplicació de l'índex de qualitat del bosc de ribera (QBR) (Munné *et al.*, 1998). L'índex QBR permet determinar, doncs, el nivell de qualitat del bosc de ribera partint de l'anàlisi de quatre paràmetres: el grau de cobertura de la zona de ribera, l'estructura de la coberta, la qualitat de la coberta i el grau de naturalitat del canal fluvial.

L'índex QBR esdevé una bona eina per a obtenir una valoració ràpida de la qualitat de la vegetació ripària, té una àmplia aplicabilitat i és possible la comparació amb d'altres conques; tot i això no inclou aspectes de l'actual context ambiental, el qual proposa una visió en què s'incorpora l'element antròpic com una part del patrimoni socioecològic. Un exemple d'aquesta nova formulació es troba en el cas de la presència de la merla d'aigua (*Cinclus cinclus*), una au que nidifica a les parets verticals i humides d'alguns ponts al curs alt de la Tordera, i que és la màxima indicadora per a la determinació del bon estat de les aigües.

D'acord amb la Directiva Marc de l'Aigua, l'estat del bosc de ribera es classifica en funció de cinc rangs que comprenen valors que fluctuen del 0 al 100 a través de la valoració numèrica dels paràmetres citats a dalt, permetent una visualització clara i ràpida dels resultats de l'anàlisi i de la seva evolució (taula 1).

TAULA 1. Rangs establerts per a cada valor obtingut a l'índex QBR, corresponents a un nivell de qualitat, amb el seu color corresponent.

Puntuació	Nivell de qualitat	Codi
≥ 95	Molt bo	
75-90	Bo	
55-70	Mediocre	
30-50	Deficient	
0-25	Dolent	

Per poder obtenir una major representativitat del resultat de l'índex al llarg d'un tram, en el cas de l'Observatori s'aplica el QBR seriat; és a dir, es defineix un transecte representatiu de cada tram format per una sèrie consecutiva de segments, a cadascun dels quals s'aplica l'índex. L'investigador ha de recórrer la totalitat del transecte, amb un esforç de camp més gran, però obtenint resultats extrapolables al llarg de tot el tram amb una fiabilitat més elevada que en el cas de mostrejos puntuals. La freqüència

<sup>1</sup> El terme *acompanyant* no s'utilitza en el sentit fitosociològic, sinó fent referència a una freqüència i recobriment inferiors en relació amb les espècies dominants.



d'aplicació de l'índex QBR és bianual i s'han realitzat campanyes al llarg dels anys 2002 i 2004 (taules 7 i 8 de l'annex 2).

El recorregut al llarg dels segments i del transecte complet s'efectua, generalment, des de dins el riu. Sovint, però, cal sortir de la llera no tan sols per motius d'accessibilitat, sinó també per tenir una millor visió de la zona, ja que l'investigador ha de reconèixer l'amplada potencial del bosc ripari i distingir la zona de riba de la de ribera.

Cada unitat de mostreig valorada s'identifica amb un codi de dos dígitos separats per un punt: el primer indica el tram i el segon és el número del segment corresponent al transecte. Les valoracions s'anoten en una fitxa de camp, on es detalla cada paràmetre: el codi d'identificació, la localitat, la data de mostreig i les opcions de cada apartat de l'índex.

### 3.2. L'ANÀLISI DE LA DIVERSITAT

De manera complementària a l'anàlisi de la qualitat i sense estar inclòs al Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius (ACA, 2006), es porta a terme un estudi de la diversitat d'espècies dels ambients de ribera de la Tordera, així com la zonació de cadascuna d'aquestes respecte el riu (bandes de vegetació) i el seu nivell de recobriment del sòl; és a dir, la freqüència d'aparició de cada espècie. Des del punt de vista de la dinàmica fluvial, aquest estudi permetrà detectar les fluctuacions del riu al llarg del temps i quines són les espècies que s'associen a aquests canvis en l'ecosistema fluvial a mitjà termini.

L'aplicació d'aquest mostreig és bianual, i s'alterna amb la resta d'estudis que conformen la metodologia de seguiment de la vegetació. La primera campanya completa efectuada per aquest mostreig correspon a l'any 2005.

El treball de camp per a l'anàlisi de la diversitat es basa en la ubicació de sis transectes de vint metres cadascun a les estacions de mostreig, tres a cada banda del riu en funció del grau d'inundabilitat: dos a la llera, dos a la riba i, finalment, dos més a la zona de ribera. Un cop establerts els transectes, marcats amb la cinta mètrica, s'anoten a cada metre les espècies que contacten amb la vertical seguint la tècnica de *line-intercept* (Floyd i Anderson, 1987). Les dades obtingudes permeten determinar la riquesa d'espècies, el recobriment de cadascuna d'elles, així com el nivell de diversitat de la comunitat a través de l'índex de Shannon-Wiener (Spellerberg i Fedor, 2003). Amb aquest mostreig es pretén aprofundir en el coneixement de la diversitat vegetal que es troba als ambients de ribera, en la seva zonació en funció de la distància respecte al curs fluvial i en el nivell de recobriment del sòl, és a dir, la freqüència d'aparició de cada espècie. Els transectes s'han disposat de manera paral·lela al riu perquè d'aquesta manera els resultats es presenten per separat en funció de la zonació —llera, riba i ribera—; el gradient existent permetra un tractament diferenciat. Les dades obtingudes es recullen en una fitxa de camp específica.

El tractament de les dades es duu a terme a partir del càlcul del recobriment i freqüència d'aparició de cada espècie. El recobriment específic ( $R_i$ ) en el transecte es calcula dividint el nombre de vegades que apareix una determinada espècie ( $N_i$ ) entre el total de punts mostrejats ( $n$ ). D'altra banda, quan la composició de la comunitat es descriu simplement en termes de nombre d'espècies, s'oblida un aspecte important de l'estructura numèrica de les comunitats, ja que s'ha de tenir en compte que hi ha espècies rares i

d'altres de comunes. Per mesurar el caràcter d'una comunitat tenint en compte tant els patrons d'abundància (equitativitat) com la riquesa d'espècies s'utilitza l'índex de diversitat de Shannon-Wiener (H), de manera que el seu valor s'incrementa a mesura que augmenta el nombre d'espècies i els individus es distribueixen més homogèniament entre totes les espècies (taula 2). Els resultats permetran comparar la riquesa i la diversitat d'espècies tant a nivell temporal com espacial.

TAULA 2. Càlculs emprats per al tractament de les dades per a l'anàlisi de la diversitat.

Recobriment específic	Índex de Shannon-Wiener
$R_i (\%) = (N_i \cdot n^{-1}) \cdot 100$	$H = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2 p_i$

### 3.3. SEGUIMENT D'ESPÈCIES

El treball de camp per a l'avaluació de la qualitat del bosc de ribera i de la diversitat proveeix dades suficients per tal que el treball de gabinet aportí una nova font d'informació de tipus qualitatiu a partir de l'inventari exhaustiu d'espècies tot identificant aquelles que es consideren interessants des del punt de vista botànic, corològic, ecològic o de protecció legal.

Per exemple, les plantes nitròfiles permeten identificar les àrees amb un cert grau de ruderalització; altres espècies no autòctones poden indicar processos de bioinvasió, mostrant una de les manifestacions del canvi ambiental global (Hastings *et al.*, 2005); d'altres, són indicadores de bona qualitat de l'aigua; o bé s'identifiquen espècies protegides per la legislació que posseeixen una significació especial a causa de la seva singularitat botànica o corològica com és el cas de la falguera de rei (*Osmunda regalis*), de l'aloc (*Vitex agnus-castus*) o del llorer-cirer de Portugal (*Prunus lusitanica*).

En resum, l'aplicació d'una metodologia definida i estructurada permet dur a terme el monitoratge tot basant-se en la repetició d'un mostreig i obtenint resultats comparables, no només al llarg del temps, sinó també entre les diferents àrees d'estudi. Els resultats s'expressen a nivell de paràmetres, indicadors i índexs (annex 1).

## 4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

### 4.1. DESCRIPCIÓ DE LES COMUNITATS VEGETALS

A partir de la llista d'espècies elaborada prèviament a l'anàlisi de la qualitat, s'han determinat les comunitats vegetals presents, tant a la Tordera com a la riera d'Arbúcies (taula 3).

TAULA 3. Comunitats vegetals a la Tordera i a la riera d'Arbúcies.

	<i>Espècies més característiques</i>
<b>Vegetació herbàcia o de llocs humits</b>	
Classe LEMNETEA	
Ordre Lemnetalia	
Aliança <i>Lemnion minoris</i>	<i>Lemna minor</i> , <i>L. gibba</i>
Classe POTAMETEA	
Ordre Potametalia	
Aliança <i>Potamion</i>	<i>Callitriche stagnalis</i>
Classe PHRAGMITETEA	
Ordre Phragmitetalia	
Aliança <i>Glycero-Sparganion</i>	<i>Apium nodiflorum</i> , <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> , <i>Sparganium erectum</i> , <i>Veronica anagallis-aquatica</i> , <i>Veronica beccabunga</i>
Aliança <i>Magnocaricion elatae</i>	<i>Lycopus europaeus</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Rumex conglomeratus</i> ,
Aliança <i>Phragmition australis</i>	<i>Phragmites australis</i> , <i>Typha angustifolia</i>
Classe MOLINIO-ARRHENATHERETEA	
Ordre Holoschoenetalia	
Aliança <i>Molinio-Holoschoenion vulgaris</i>	<i>Mentha suaveolens</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i> , <i>Scrophularia auriculata</i> ssp. <i>pseudauriculata</i> , <i>Schoenus nigricans</i>
Ordre Molinietalia caeruleae	
Aliança <i>Juncion acutiflori</i>	<i>Juncus acutiflorus</i> , <i>J. conglomeratus</i> , <i>J. effusus</i>
<b>Vegetació no arbòria de sòls salins</b>	
Classe PUCCINELLIO-SALICORNIEEA	
Ordre Juncetalia maritimi	
Aliança <i>Juncion maritimi</i>	<i>Juncus maritimus</i>
<b>Vegetació de les roques i pedruscalls no marítims</b>	
Classe ADIANTETEA	
Ordre Adiantetalia capilliveneris	
Aliança <i>Adiantion</i>	<i>Adiantum capillus-veneris</i>
Classe THLASPIETEA ROTUNDIFOLII	
Ordre Andryaletalia ragusinae	
Aliança <i>Glaucion flavi</i>	<i>Glaucium flavum</i>
<b>Vegetació ruderal i arvense</b>	
Classe RUDERALI-SECALIETEA	
Ordre Chenopodietalia albi	
Aliança <i>Chenopodium muralis</i>	<i>Amaranthus deflexus</i> , <i>A. muricatus</i> , <i>Xanthium spinosum</i>
Aliança <i>Hordeion leporini</i>	<i>Hordeum murinum</i> , <i>Malva sylvestris</i> , <i>Hirschfeldia incana</i>
Aliança <i>Silybo-Urticion</i>	<i>Allium triquetum</i> , <i>Artemisia verlotiorum</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Silybum marianum</i> , <i>Urtica dioica</i>
Ordre Potentillo-Polygonetalia avicularis	
Aliança <i>Polygonion avicularis</i>	<i>Lolium perenne</i> , <i>Polygonum aviculare</i>
Aliança <i>Paspalo-Polypogonion viridis</i>	<i>Paspalum distichum</i>
Aliança <i>Trifolio-Cynodontion</i>	<i>Cichorium intybus</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Medicago arabica</i> , <i>Plantago coronopus</i>
Ordre Thero-Brometalia	
Aliança <i>Bromo-Oryzopsis miliaceae</i>	<i>Alyssum maritimum</i> , <i>Inula viscosa</i>
Ordre Bidentetalia tripartitae	
Aliança <i>Bidention tripartitae</i>	<i>Bidens tripartita</i> , <i>Polygonum persicaria</i>
Ordre Convolvuletalia sepium	
Aliança <i>Convolvution sepium</i>	<i>Arundo donax</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Oenothera biennis</i>
Ordre Onopordetalia acanthii	
Aliança <i>Arction lappa</i>	<i>Arctium lappa</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Geranium pyrenaicum</i> , <i>Lamium maculatum</i> , <i>Sambucus ebulus</i>
Aliança <i>Alliarion</i>	<i>Alliaria petiolata</i> , <i>Chaerophyllum temulum</i>
Classe RUDERALI-MANIHOTETEA UTILISSIMAE	
Ordre Ipomocetalia purpureae	
Aliança <i>Lycio europaei-Ipomocion purpureae</i>	<i>Araujia sericifera</i> , <i>Ipomoea indica</i> , <i>I. purpurea</i> , <i>Lonicera japonica</i>
<b>Bosquines o matollars que fan poca ombra</b>	
Classe THERO-BRACHYPODIETEA	
Ordre Helianthemetalia guttati	
Aliança <i>Helianthemion guttati</i>	<i>Lupinus angustifolius</i> , <i>Tolpis barbata</i> , <i>Micropyrum tenellum</i>
Ordre Brachypodietalia phoenicoidis	
Aliança <i>Brachypodion phoenicoidis</i>	<i>Centaurea aspera</i> , <i>Scabiosa atropurpurea</i> , <i>Psoralea bituminosa</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Echium vulgare</i>
Classe NERIO-TAMARICETEA	
Ordre Tamaricetalia	
Aliança <i>Rubo-Nerion oleandri</i>	<i>Vitex agnus-castus</i>
Aliança <i>Tamaricion africanac</i>	<i>Tamarix africana</i>

**Boscos i bosquines que generen un microclima ombrós diferenciat**

Classe QUERCO-FAGETEA

Ordre Galio-Alliarietalia

Aliança *Alliaria*

*Alliaria petiolata*, *Chaerophyllum temulum*, *Silene latifolia*  
*Eupatorium cannabinum*

Aliança *Bromo-Eupatorion cannabini*

Ordre Prunetalia spinosae

Aliança *Pruno-Rubion ulmifolii*

*Lamium maculatum*, *Rubus* sp.

Ordre Populetalia albae

Aliança *Salicion triandro-neotrichae*

Aliança *Populion albae*

*Salix alba*, *S. eleagnos*, *S. fragilis*, *S. purpurea*  
*Arum italicum*, *Bryonia dioica*, *Fraxinus angustifolia*,  
*Humulus lupulus*, *Lithospermum purpurocaeruleum*,  
*Platanus x hispanica*, *Populus alba*, *P. nigra*, *P. x*  
*canadiensis*, *Ranunculus ficaria*, *Solanum dulcamara*,  
*Ulmus minor*, *Vinca difformis*

Ordre Fagetalia sylvaticae

Aliança *Alno-Ulmion*

*Alnus glutinosa*, *Angelica sylvestris*, *Athyrium filix-femina*,  
*Carex pendula*, *Circaea lutetiana*, *Equisetum telmateia*,  
*Galanthus nivalis*, *Lamium flexuosum*, *Osmunda regalis*,  
*Prunus lusitanica*, *Salix atrocinerea*  
*Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Phyllitis*  
*scolopendrium*, *Polystichum setiferum*

Aliança *Carpinion*

## 4.2. ANÀLISI DE LA QUALITAT

A continuació es presenten els resultats obtinguts durant les campanyes dels anys 2002 i 2004 pel que fa a la qualitat del bosc de ribera a partir de l'índex QBR.

### 4.2.1. La qualitat del bosc de ribera del curs principal de la Tordera

En general, l'anàlisi de la qualitat del bosc de ribera permet detectar una certa millora durant el 2004 respecte al 2002 (figures 4 i 5). L'última campanya permet observar que actualment la Tordera presenta una qualitat bona al curs alt i a la part superior del curs mitjà. Al tram 0 els quatre paràmetres analitzats per a l'índex QBR són molt elevats, especialment l'estructura, la qualitat i la cobertura, si bé la naturalitat és més baixa. Aquests valors davallen als trams 1 i 2, sobretot en la cobertura i la qualitat; tanmateix la naturalitat és lleugerament més elevada. Aquests dos últims trams són els més heterogenis del curs fluvial, amb segments caracteritzats per una qualitat dolenta fins a segments en estat natural, si bé es denota una certa millora respecte al 2002. La qualitat disminueix notablement al tram 3, que, amb una qualitat dolenta, presenta valors molt baixos en cobertura, qualitat i naturalitat, evidenciant el pas de la Tordera pel nucli urbà més gran de la conca, Sant Celoni, i la presència d'una important zona industrial que voreja la pràctica totalitat del transecte. Els trams 4 i 5 presenten una qualitat acceptable, si bé la qualitat del tram 4 ha disminuït respecte a la campanya anterior, mostrant una dispersió més gran dels resultats. Cal advertir que la ubicació del transecte 5 ha variat respecte al 2002, de manera que no és comparable amb els resultats d'anys anteriors. Tanmateix en aquest tram és patent una recuperació de la qualitat de la vegetació respecte als dos trams anteriors, donada sobretot per un bon molt estat de la naturalitat. Finalment, el tram 6 es caracteritza per la rotunditat dels seus resultats: és un tram de qualitat pèssima en la totalitat del transecte recorregut i hi destaca la manca de cobertura i de qualitat.

Assumint que hi ha diferències entre la qualitat del bosc de ribera i entre els diferents trams estudiats al curs principal de la Tordera, es duu a terme l'anàlisi del coeficient de correlació de Pearson entre les dues variables per tal de determinar una relació

significativa. El valor obtingut per a aquesta anàlisi és de  $-0,598$ , un valor significatiu al nivell de  $0,01$  (bilateral). Aquest tractament explica que existeix una relació moderada entre el valor obtingut en l'índex QBR i els trams. És important destacar el signe negatiu d'aquest resultat, que expressa la relació indirectament proporcional d'ambdós paràmetres; així, a mesura que s'avança des de la capçalera cap a la desembocadura disminueix l'índex QBR. D'altra banda, aquesta relació no és totalment lineal, així que s'ha dut a terme la prova *post hoc* de Tukey-b per tal de conèixer la relació entre els trams (figura 2). S'observa que els trams 0 i 6 difereixen de la resta i que els trams 1, 2, 4 i 5 són força similars entre si; i aquest últim similar al tram 3, que reflecteix la davallada de la qualitat respecte a la resta de trams del curs mitjà.

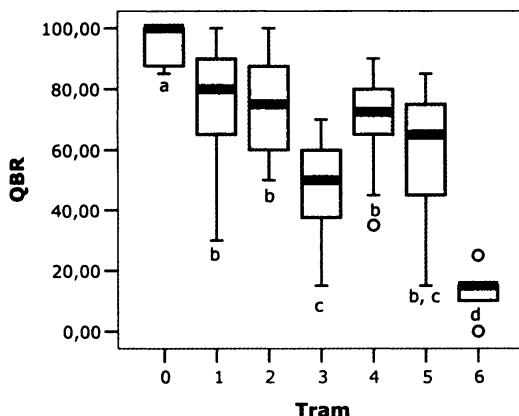


FIGURA 2. Diagrama de caixa que mostra els resultats mitjans obtinguts a la Tordera al llarg de les campanyes del 2002 i el 2004 per a l'índex QBR i la relació entre trams a partir de l'establiment de subconjunts homogenis (a, b, c i d).

#### 4.2.2. La qualitat del bosc de ribera de la riera d'Arbúcies

El tram més alt de la riera d'Arbúcies és totalment homogeni i tots els segments presenten una qualitat bona. El tram 8, al curs mitjà, mostra valors força dispars, és molt heterogeni i, tal com s'observa a la figura 5, presenta una forta variabilitat. El tram més baix presenta valors que oscil·len entre qualitat acceptable i qualitat pèssima; aquesta davallada progressiva de la qualitat de la vegetació ripària s'observa a mesura que es fa el recorregut aigües avall, i és més accentuada a l'últim segment, coincidint amb l'augment de la proximitat a les infraestructures viàries i ferroviàries i a les obres del tren d'alta velocitat. El tram 9 posa en evidència la davallada de la qualitat de la zona ripària a causa de la baixa naturalitat i de la manca d'estructura del bosc de ribera.

La riera d'Arbúcies i la Tordera presenten similituds quant a la distribució de l'índex QBR al llarg del curs fluvial; és a dir, des de la capçalera fins a l'aiguabarreig, la qualitat de la vegetació de ribera disminueix progressivament (figures 4 i 5). La principal diferència es troba en el fet que el rang de qualitat pèssima únicament apareix en un segment de la riera d'Arbúcies, al tram 9. La figura 5 exposa en diagrames de caixa els resultats obtinguts a la riera d'Arbúcies per a cada tram, mostrant a l'eix de les abscisses els diferents trams i a l'eix de les ordenades l'índex del rang del QBR.

Igualment que per al curs principal de la Tordera, s'analitzen les dades per obtenir el coeficient de correlació de Pearson entre l'índex QBR i els trams; en aquest cas, el valor obtingut per a aquesta anàlisi és de  $-0,699$ , un valor significatiu al nivell de  $0,01$  (bilateral), mostrant de nou una relació moderada entre ambdós paràmetres. A la figura 3 s'observa que efectivament els valors de l'índex QBR davallen a mesura que s'avança al llarg del curs fluvial. Pel que fa a la prova *post hoc* de Tukey-b, s'identifica una diferència entre els trams 7 i 9, mentre que el 8 no difereix de cap dels dos.

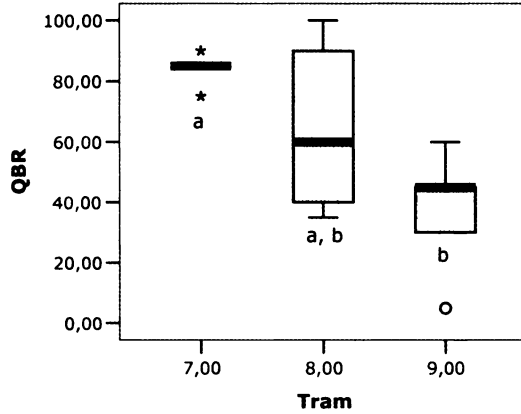


FIGURA 3. Diagrama de caixa que mostra els resultats obtinguts a la riera d'Arbúcies per a l'índex QBR i la relació entre trams a partir de l'establiment de subconjunts homogenis (a i b).

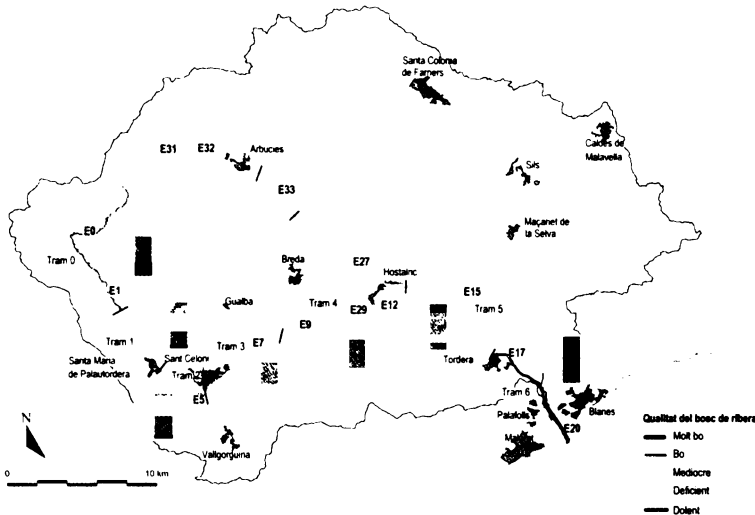


FIGURA 4. Resultats obtinguts en l'índex QBR per al curs principal de la Tordera en la campanya de 2002. El resultat de la coloració dels trams s'obté a partir del càlcul de la mitjana dels diferents segments en cadascun dels trams. Els gràfics de barres indiquen la freqüència (en %) dels resultats d'aquests segments per expressar la variabilitat dins un tram.

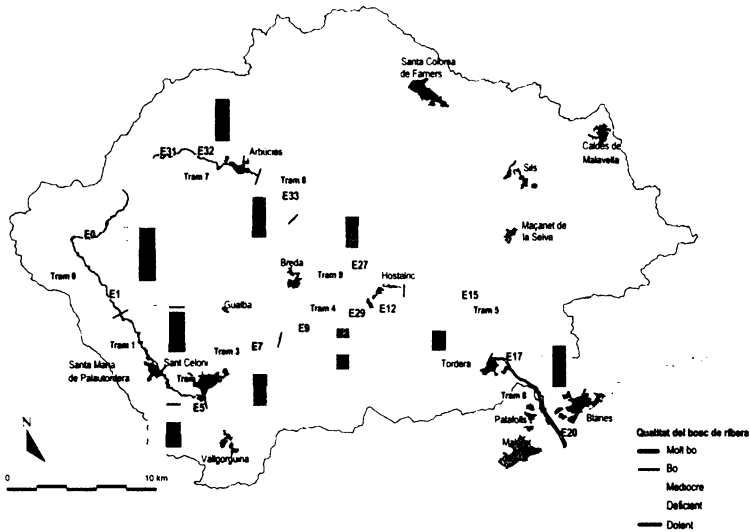


FIGURA 5. Resultats obtinguts en l'índex QBR per al curs principal de la Tordera i la riera d'Arbúcies en la campanya de 2004. El resultat de la coloració dels trams s'obté a partir del càlcul de la mitjana dels diferents segments en cadascun dels trams. Els gràfics de barres indiquen la freqüència (en %) dels resultats d'aquests segments per expressar la variabilitat dins un tram.

### 4.3. ANÀLISI DE LA DIVERSITAT

Pel que fa a l'anàlisi de la diversitat a les estacions de mostreig, s'observa primer de tot, a nivell general, que hi ha una diferència en la riquesa d'espècies que es troben a la llera, a la riba o a la ribera, essent aquesta última zona la que presenta un nombre d'espècies més elevat. Per contrastar aquesta hipòtesi, s'ha dut a terme una anàlisi esta-

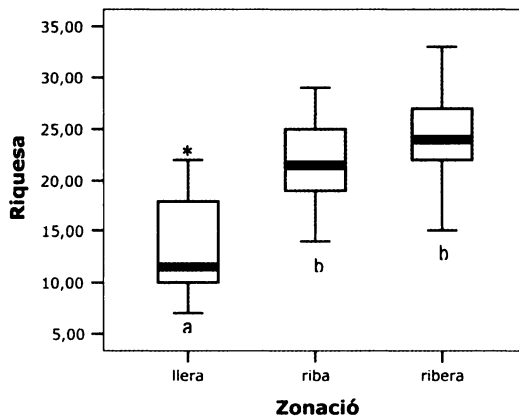


FIGURA 6. Diagrama de caixes que mostra els resultats a la Tordera per a la mitjana dels anys 2003 i 2005, on s'observa que la llera difereix significativament (Tukey-b;  $p < 0,05$ ) de la riba i la ribera.

dística (ANOVA;  $p < 0,001$ ) per corroborar que les mitjanes comparades no són iguals (Figura 6), i posteriorment s'ha avaluat com s'expressa aquesta diferència, és a dir, com difereixen les mitjanes entre si. La prova *post hoc* de Tukey-b mostra que la llera difereix significativament ( $p < 0,05$ ) de la riba i la ribera, que presenten un nombre major d'espècies diferents.

El fet que a la llera s'hi trobin menys espècies és degut a la pròpia dinàmica fluvial. La proximitat de l'embat de l'aigua —accentuada en les avingudes—, així com l'elevat grau d'humitat del sòl constitueixen unes condicions en què poques plantes poden arrelar i esdevenen dominants, formant comunitats que tendeixen a la monoespecificitat. D'altra banda, el contacte de les vores del bosc de ribera amb el sistema forestal adjacent reforça les condicions ecotòniques en què s'observa una transició dels sistemes terrestres i aquàtics (Naiman i Décamps, 1997). La causa són interaccions actives entre les dues comunitats que estan a tocar; això es coneix amb el nom d'*efecte vora*, gràcies al qual l'ecotò serà molt més ric en espècies que els ecosistemes veïns. Tot seguit es mostra un inventari de les espècies considerades característiques de les comunitats ripàries (Bolòs *et al.*, 1993) per a cada estació de mostreig, per a cadascuna de les zones diferenciades i tant per a la Tordera com per a la riera d'Arbúcies (taules 4 i 5).

TAULA 4. Espècies més abundants a les comunitats ripàries de la Tordera

Estació	Llera	Riba	Ribera
E00	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Athyrium filix-femina</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Salix atrocinerea</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Doronicum pardalianches</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Salix atrocinerea</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Salix atrocinerea</i> <i>Ulmus minor</i>
E01	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Carex pendula</i> <i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Cardamine heptaphylla</i> <i>Carex pendula</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Saponaria officinalis</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Carex pendula</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Stellaria holostea</i>
E05	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Arundo donax</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Salix eleagnos</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Lemna minor</i> <i>Potentilla reptans</i> <i>Salix eleagnos</i> <i>Ulmus minor</i>
E07	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Populus nigra</i> <i>Stellaria holostea</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Arum italicum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Medicago sp.</i> <i>Populus nigra</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Solanum dulcamara</i>
E09	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Medicago sp.</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Apium nodiflorum</i>	<i>Bryonia dioica</i> <i>Carex sp.</i>



	<i>Sparganium erectum</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Scirpus holoschoenus</i> <i>Sparganium erectum</i>	<i>Erucastrum nasturtiifolium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Populus nigra</i> <i>Rumex conglomeratus</i> <i>Scirpus holoschoenus</i> <i>Sparganium erectum</i>
E29	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Medicago sp.</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Silene sp.</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Stellaria nemorum</i> <i>Typha angustifolia</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Bryonia dioica</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex pendula</i> <i>Epilobium hirsutum</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix atrocinerea</i> <i>Saponaria officinalis</i>	<i>Bryonia dioica</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Potentilla reptans</i> <i>Scirpus holoschoenus</i> <i>Sparganium erectum</i>
E12	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Medicago sp.</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Salix alba</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Lemna gibba</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Scirpus maritimus</i> <i>Sparganium erectum</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Erucastrum nasturtiifolium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Sparganium erectum</i>
E15	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Silene sp.</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Typha angustifolia</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juncus acutiflorus</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Ulmus minor</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Scirpus maritimus</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Stellaria holostea</i> <i>Ulmus minor</i>
E17	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Equisetum telmateia</i> <i>Mentha suaveolens</i> <i>Populus nigra</i> <i>Rumex conglomeratus</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Stellaria nemorum</i>	<i>Arum italicum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Erucastrum nasturtiifolium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Scirpus holoschoenus</i> <i>Silene sp.</i> <i>Stellaria holostea</i> <i>Ulmus minor</i>
E20	<i>Apium nodiflorum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juncus acutiflorus</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Silene sp.</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Arundo donax</i> <i>Bryonia dioica</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Silene sp.</i> <i>Sparganium erectum</i>	<i>Alliaria petiolata</i> <i>Arum italicum</i> <i>Arundo donax</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Sparganium erectum</i>

TAULA 5. Espècies característiques de les comunitats de ripàries de la riera d'Arbúcies.

Estació	Llera	Riba	Ribera
E31	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Circaea lutetiana</i> <i>Equisetum arvensis</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Symphytum tuberosum</i>	<i>Alliaria petiolata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Cardamine heptaphylla</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Symphytum tuberosum</i> <i>Ulmus minor</i>	<i>Alliaria petiolata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Cardamine heptaphylla</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i>
E32	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Athyrium filix-femina</i> <i>Carex pendula</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Athyrium filix-femina</i> <i>Cardamine heptaphylla</i> <i>Carex pendula</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Symphytum tuberosum</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Phyllitis scolopendrium</i>
E33	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Equisetum arvensis</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Alliaria petiolata</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Angelica sylvestris</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex sp.</i> <i>Equisetum arvensis</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Calystegia sepium</i> <i>Lamium flexuosum</i>
E27	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Populus nigra</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Solanum dulcamara</i>	<i>Bryonia dioica</i> <i>Calystegia sepium</i> <i>Carex pendula</i> <i>Lamium flexuosum</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Bryonia dioica</i> <i>Equisetum telmateia</i> <i>Populus nigra</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Scirpus holoschoenus</i>

Pel que fa a la Tordera, al curs alt s'observa una dominància absoluta del vern a la llera, mentre que ràpidament deixa de ser abundant a la riba i, encara menys, a la ribera, on és substituït a l'estrat arborel pel freixe de fulla gran. Les espècies herbàcies es distribueixen d'una manera més uniforme entre la llera, la riba i la ribera. Es mostra la tendència a la monoespecificitat, com a representativitat d'un bosc madur, on les comunitats són dominades per poques espècies. Al curs mitjà s'observa que les espècies arbòries presenten una abundància relativa molt poc significativa, representades sobretot pels salzes a la riba i el pollancre i el freixe de fulla petita a la ribera; si bé les espècies herbàcies, els hidròfits i els helòfits són més freqüents, destaca el domini dels creixenars a la llera. Al curs baix s'observa una manca acusada de recobriment arborel, sobretot a l'últim tram. Les espècies d'helòfits esdevenen més abundants, car són afavorides per l'ampla llera i la disminució de la velocitat de les aigües.

La riera d'Arbúcies segueix un patró molt similar al curs de la Tordera, essent el vern dominant a la llera dels trams alt i mitjà i el pollancre al tram baix, sobretot per la presència de plantacions.

Per tal d'avaluar conjuntament la diversitat d'espècies i l'abundància relativa de cadascuna, s'aplica l'índex de diversitat de Shannon-Wiener per a les estacions de mostreig. Els resultats d'aquesta anàlisi es mostren a la figura 7, juntament amb la riquesa total d'espècies, així com la qualitat de bosc de ribera mitjana obtinguda a cada tram per al 2002 i el 2004. En general, l'índex de diversitat és molt elevat en tots els casos, i no es mostren diferències significatives entre les unitats d'estudi. Malgrat això, destaca el fet que l'índex presenta uns valors més baixos als cursos alts, tant per a la Tordera com a la riera d'Arbúcies. L'explicació rau en l'elevada monoespecificitat, comentada anteriorment, ja que són poques les espècies que presenten una elevada abundància relativa.

Tanmateix les dades permeten afirmar que els ecosistemes riparis són molt rics pel que fa a diversitat d'espècies, ja que ofereixen possibilitats de colonització per a molts vegetals a causa de l'elevada heterogeneïtat quant al substrat i a la disponibilitat d'aigua i de nutrients. En aquest sentit, es pot considerar que un major nombre d'espècies augmenta l'eficiència en l'ús de recursos i, a més, ofereix seguretat davant els canvis ambientals.

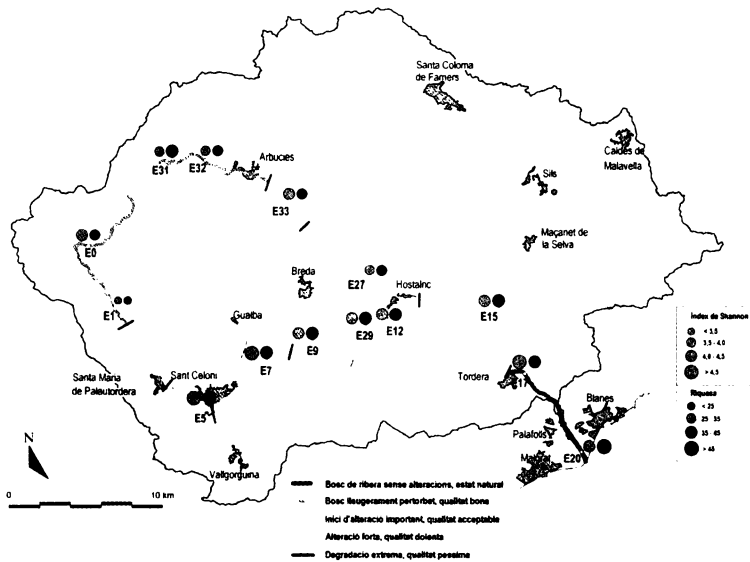


FIGURA 7. Riquesa d'espècies i índex de diversitat de Shannon-Wiener a les estacions de mostreig, i qualitat de bosc de ribera (mitjana entre el 2002 i el 2004) per a cadascun dels trams.

#### 4.4. ÉS LA DIVERSITAT UN BON INDICADOR DE LA QUALITAT DEL BOSC DE RIBERA?

Tant la diversitat com la qualitat d'un bosc són dos factors indicatius del seu estat. A partir dels dos tipus d'anàlisis efectuades al bosc de ribera de la Tordera i de la riera d'Arbúcies, s'han estudiat les relacions entre aquests dos factors. A nivell general, es tendeix a percebre que una elevada qualitat implica elevada diversitat, si bé aquesta afirmació no és certa en el cas estudiat dels boscos de ribera de la Tordera i de la riera d'Arbúcies.

Prenent l'índex de Shannon-Wiener com a mesura de la diversitat i l'índex QBR com a mesura de la qualitat (en ambdós casos les dades provenen de les mitjanes dels resultats obtinguts al llarg de les campanyes efectuades), es pot observar a les figures 7 i 8 com no hi ha una relació directa entre els dos factors. Si es correlacionen les dues variables ( $r^2 = 0,1301$ ), el valor obtingut mostra que no hi ha correlació, de manera que una elevada diversitat (deguda moltes vegades a la presència de nombroses espècies ruderals i al·lòctones) no és indicadora d'una elevada qualitat del bosc de ribera. A la Figura 8, les barres representen l'índex QBR, en què les tonalitats de gris es corresponen amb els rangs de qualitat definits anteriorment. Per fer aquesta anàlisi, només s'han tingut en compte les estacions ubicades geogràficament en segments on s'ha avaluat la qualitat de bosc de ribera.

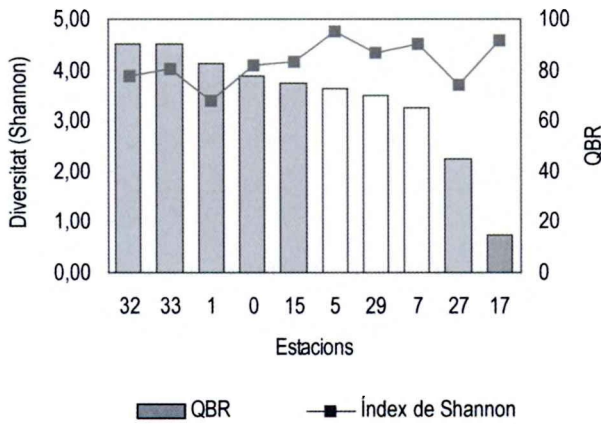


FIGURA 8. Valors dels índexs Shannon-Wiener i QBR conjuntament.

#### 4.5. EL SEGUIMENT D'ESPÈCIES AL·LÒCTONES A LA CONCA

El seguiment d'espècies proporciona informació pel que fa a l'evolució dels ecosistemes riparis. La determinació dels grups interessants per a fer-ne el monitoreig radica en el seu interès corològic, en l'abundància relativa o riquesa d'espècies d'ambients antropitzats, o bé en les espècies al·lòctones amb caràcter invasor.

Amb referència a les amenaces a la diversitat en aigües superficials, un dels sis factors que es consideren d'importància crítica en els sistemes lòtics és l'escapament i escampament d'espècies exòtiques (Allan i Flecker, 1993). En el seu estat inicial, les introduccions d'espècies al·lòctones poden augmentar la diversitat d'espècies d'una zona, però en molts casos canvien les característiques tant físiques com biològiques desplaçant espècies autòctones.

La riquesa i la freqüència d'espècies al·lòctones decau marcadament cap a l'interior de la vora dels boscos, ja que el factor principal que limita la invasió és probablement l'escassetat d'il·luminació; de totes maneres, una dispersió limitada i baixos nivells de perturbació poden ser també importants. Aquest fet explica la causa per la qual no hi ha presència d'invasores al tram 0 (curs alt), caracteritzat per un bosc madur disposat en

galeria (Planty-Tabacchi *et al.*, 1996). Les invasores més eficaces són predominantment ornamentals, i aquest és el cas de *Cyperus eragrostis*, *Lonicera japonica* i *Buddleja davidii*, conreades en estanys artificials i jardins. La fragmentació del bosc pot desencadenar la invasió d'espècies al·lòctones, ja que es produeix un augment de l'efecte vora i els canvis dels microhàbitats a les vores del bosc proveeixen punts d'entrada. D'altra banda, les espècies invasores al·lòctones es dispersen preferentment a través dels corredors fluvials, en gran part a causa de la rapidesa de colonització després d'una pertorbació, com pot ser una avinguda (Décamps, 1993).

Al llarg del curs fluvial de la Tordera i de la riera d'Arbúcies s'han detectat diverses espècies que pertanyen a un grup de plantes que mostren un comportament més dinàmic: són les espècies al·lòctones de caràcter invasor pel fet que poden instal·lar-se en un territori i dispersar-se ràpidament, en especial al llarg dels cursos fluvials, que actuen com a bons corredors per a la dispersió de llavors, rizomes i parts de la planta amb capacitat rebrotadora (taula 6).

TAULA 6. Espècies invasores detectades a la Tordera i a la riera d'Arbúcies per al període 2002-2005, amb indicació del tram on ha estat localitzada cadascuna.

Espècie al·lòctona de caràcter invasor	Tram									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ailanthus altissima</i>				x						
<i>Arundo donax</i>		x	x	x	x	x	x			x
<i>Buddleja davidii</i>		x	x	x				x		
<i>Cortaderia selloana</i>										x
<i>Cyperus eragrostis</i>			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Phytolacca americana</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Robinia pseudoacacia</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x

Com s'ha comentat anteriorment, destaca el cas de la budleia (*Buddleja davidii*), o arbust de les papallones, una planta originària de la Xina que s'introduí a Europa cap al 1895 i s'empra en jardineria com a espècie ornamental. Aquest arbust caducifoli, que pot arribar als quatre metres d'alçada, presenta fulles lanceolades, simples, oposades i serrades, de color verd fosc a l'anvers i més blanquinós al revers. Les flors són tetràmeres, disposades en inflorescències i normalment són de color lila pàl·lid, donant lloc a un fruit en càpsula. Durant el 2002 es va detectar la presència important d'aquesta planta exòtica i a partir d'aquell moment s'inicià el seguiment de l'espècie al llarg de les campanyes efectuades. S'observa que colonitza diversos segments del riu, sobretot del tram 1, i amb individus aïllats als trams 2, 3 i 7 (figura 9). La seva ubicació a la llera sembla ser coincident amb la de la sarga (*Salix eleagnos*) i, per tant, és probable que ambdues espècies es trobin en competència en aquest hàbitat.

Pel que fa a la canya (*Arundo donax*), s'observa la tendència a ser més abundant a mesura que descendeix pel curs fluvial. Respecte al 2002, hi ha hagut un augment de la detecció de *Cyperus eragrostis*, espècie molt abundant al llarg dels cursos mitjà i baix, especialment a la ribera, ja que requereix un sòl humit i zones obertes amb clarianes. El fet que la robínia (*Robinia pseudoacacia*) sigui una espècie arbòria fa que tingui una dinàmica de canvi més lenta; malgrat això, s'ha observat, en general, un augment de la seva freqüència d'aparició en forma de plançons. El raïm de moro (*Phytolacca americana*) sol instal·lar-se a la riba i és més abundant a mesura que descendeix pel curs fluvial, exceptuant el tram final del curs baix, on únicament apareix com a espècie aïllada.

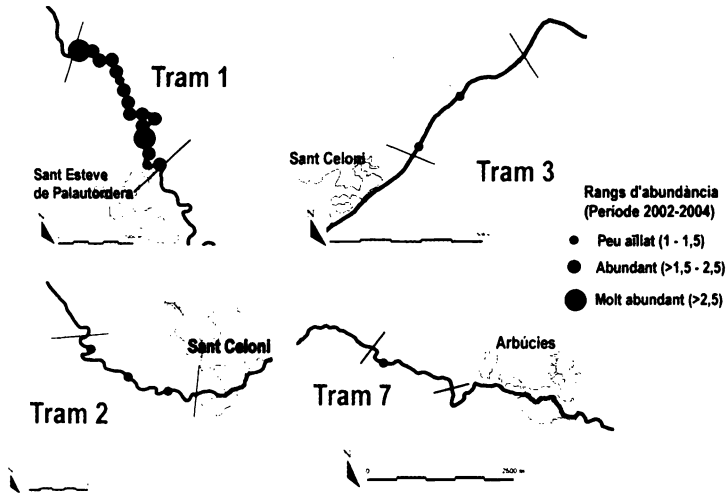


FIGURA 9. Presència i rangs d'abundància de *Buddleja davidii* a la conca de la Tordera.

## 5. CONCLUSIONS

La conca de la Tordera presenta una singularitat especial per les seves característiques biogeogràfiques i proveeix una zona d'experimentació amb una elevada sensibilitat davant els processos de canvi. Les interaccions entre les activitats humanes i els sistemes fluvials de la conca esdevenen, dins de la perspectiva històrica, els elements que ofereixen la possibilitat de realitzar un estudi des d'un punt de vista socioambiental. Així, aquesta confluència de vectors d'interès social, econòmic i ecològic fa de la conca de la Tordera un àmbit d'estudi d'una singularitat excepcional.

El protocol metodològic aplicat a la conca de la Tordera es basa en la definició de paràmetres, indicadors i índexs a partir de l'anàlisi de la qualitat del bosc de ribera, la diversitat i la determinació d'espècies indicadores, establerts en aquest cas per a les espècies al·lòctones de caràcter invasor.

El curs alt de la Tordera manté una bona qualitat del bosc de ribera, conservant comunitats ben constituïdes i característiques d'aquests ambients. La maduresa d'aquestes formacions vegetals es fa palesa en la composició del sistema (amb poca presència d'espècies ruderals i absència d'espècies al·lòctones invasores) i en la seva complexitat estructural.

La qualitat del curs mitjà ve determinada pel seu pas a través dels nuclis de població. Els trams 1 i 2 han experimentat una lleugera millora, mentre que el tram 3 ha passat d'una qualitat acceptable a dolenta per l'empitjorament de l'estructura i la cobertura del bosc ripari, en gran mesura causat per la instal·lació de polígons industrials en zona d'influència fluvial, així com per la conseqüent impermeabilització del sòl. El tram 4 manté una qualitat considerada acceptable, amb un inici d'alteració important, i destaca per la bona conservació de la riba, ocupada per una extensa salzedà.

El curs baix es caracteritza per una llera ampla, si bé comprèn dos trams molt diferenciats: d'una banda, el tram 5, on s'observa una recuperació de la qualitat de la vegetació respecte als dos trams anteriors; i de l'altra, el tram 6, que manté uns valors de qualitat pèssims, ja que ambdues ribes presenten escullera i les riberes estan ocupades per polígons industrials i infraestructures viàries, considerant també que les comunitats vegetals es troben fragmentades.

La comparació dels resultats de l'índex QBR que s'han obtingut als anys de campanya d'estudi ens permet dir que, tot i la pèssima qualificació del tram baix, on els hàbitats han estat molt modificats, el curs principal de la Tordera ha patit una lleugera millora pel que fa a la qualitat de la vegetació ripària, constatada sobretot a la part mitjana del riu.

Des de la capçalera fins a l'aiguabarreig, la qualitat de la vegetació de ribera a la riera d'Arbúcies disminueix progressivament. El tram 7 és molt homogeni pel que fa a la qualitat del bosc de ribera, que és bona en tots els casos i on destaca una verneda ben estructurada com a comunitat dominant. Per contra, els trams 8 i 9 són força heterogenis; en el primer cas, s'ha obtingut una qualitat acceptable i, en el segon, una qualitat dolenta. Ambdós es troben flanquejats per plantacions forestals, de manera que les comunitats de ribera queden delimitades a la zona de la riba. L'últim tram de la riera d'Arbúcies presenta una davallada progressiva de la qualitat de la vegetació ripària al llarg de la seva longitud, i que és més accentuada a l'últim segment.

A partir de l'aplicació de la correlació estadística de Pearson, s'estableix de manera significativa ( $r = -0,598$ ;  $p < 0,01$ ) el binomi qualitat del bosc de ribera-zona del riu estudiada, mostrant que la qualitat del bosc de ribera disminueix a mesura que el riu avança des de la capçalera cap a la desembocadura, on la qualitat és inferior; aquest és el cas tant per a la Tordera com per la riera d'Arbúcies.

Els ecosistemes riparis són molt rics tant pel nombre com per la diversitat d'espècies, ja que ofereixen possibilitats de colonització per a molts vegetals a causa de l'elevada heterogeneïtat del substrat i de la disponibilitat d'aigua i de nutrients. En aquest sentit, l'aplicació de l'anàlisi de variància (ANOVA,  $p < 0,001$ ) mostra una diferència significativa entre zones (llera, riba i ribera) i el test *post hoc* de Tukey-b ( $p < 0,05$ ) defineix que la llera difereix de manera significant respecte a la riba i la ribera, que presenten una riquesa i una diversitat superiors. Això s'explica a partir de la pròpia dinàmica fluvial, ja que la proximitat de l'embat de l'aigua i l'elevat grau d'humitat del sòl constitueixen unes condicions en les quals poques plantes poden establir-se i esdevenir dominants formant comunitats que tendeixen a la monoespecificitat. La riquesa més elevada a la ribera i a la riba s'explica a partir de les característiques ecotòniques que presenten les franges de vegetació de ribera, a cavall entre els ecosistemes aquàtics i terrestres, considerant també l'efecte de vora en relació amb els sistemes adjacents.

Pel que fa a la relació entre diversitat i qualitat del bosc de ribera, es posa en evidència que una major qualitat no es tradueix en una major diversitat, ans al contrari, ja que les comunitats ben constituïdes, com és el cas de les capçaleres, no presenten necessàriament elevats valors de diversitat.

El paper de corredor facilita el desplaçament horitzontal d'espècies, afavorint la connectivitat entre diferents àrees. En aquest sentit, s'ha detectat la presència i la dispersió de diverses espècies al·loctones de caràcter invasor, un fet que constitueix una de les manifestacions del canvi ambiental global.

Per tota la informació que proporciona l'anàlisi de la vegetació ripària a partir del monitoratge establert com un conjunt d'índexs, paràmetres i indicadors, es pot conclou-

re que la vegetació de ribera esdevé un bon bioindicador de l'estat ecològic dels sistemes fluvials.

## AGRAÏMENTS

Agraïm el suport dels investigadors i investigadores de l'Observatori, les aportacions de Martí Boada, Marta Miralles, Noemí Mimó i Jordi Bartolomé, l'ajuda en el treball de camp de Laia Capdevila, David Sàez i Oriol Fonoll, les orientacions de Dani Villero amb el SIOT i d'Elena Domene en l'anàlisi estadística, l'aportació de Gorca Muñoa en la cartografia i els comentaris aportats per Pep Gestí i Andreu Salvat.

## BIBLIOGRAFIA

- ACA (2006). «Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius». Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- ALLAN, J. D.; FLECKER, A. S. (1993). «Biodiversity conservation in running waters». *BioScience*, 43, p. 32-43.
- BOADA, M. (1989). *Els arbres de la regió del Montseny (I). La vida entorn de l'arbre*. Col·lecció Pau Vila, 10. Institut de Ciències de l'Educació. Barcelona.
- BOADA, M. (DIR.); CAPDEVILA, L.; MIRALLES, M. (COORD.); APARICIO, E.; BADOSA, E.; CARRERA, D.; COLOMER, T.; GOMÀ, J.; JUBANY, J.; MAS, J.; SÀNCHEZ, S.; VARGAS, M. J.; VENTURA, M.; VIADER, J. (2003). *L'Observatori. Estació de seguiment de la biodiversitat de la conca de la Tordera. Memòria 2001-2003*. Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. Bellaterra. Inèdit.
- BOADA, M. (dir.); CAZORLA, X.; MIRALLES, M. (COORD.); BADOSA, E.; BENEJAM, L.; BENET, A.; BURGAS, D.; CARRERA, D.; GARCIA-BERTHOU, E.; GOMÀ, J.; JUBANY, J.; LLEBOT, C.; MAS, J.; MAYO, S.; OTERO, I.; PIÉ, G.; SALA, B.; SÀNCHEZ, S.; VIADER, J.; VILLERO, D. (2004). *L'Observatori: informe de seguiment de l'estat socioecològic de la riera d'Arbúcies*. Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. Bellaterra. Inèdit.
- BOLÓS, O. (1983). *La vegetació del Montseny*. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. Barcelona.
- BOLÓS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R.; NINOT, J. M. (1993). *Flora manual dels Països Catalans*. Pòrtic. Barcelona.
- DÉCAMPS, H. (1993). «River margins and environmental change». *Ecological Applications*, 3, p. 441-445.
- FAUSCH, K.; TORGERSEN, C. E.; BAXTER, C. V.; LI, H. W. (2002). «Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes». *Bioscience*, 52, p. 483-498.
- FLOYD, D. A.; ANDERSON, J. E. (1987): «A comparison of three methods for estimating plant cover». *Journal of Ecology*, 75, p. 221-228.



- FREEMAN, R. E.; RAY, R. O. (2001). «Landscape ecology practice by small scale river conservation groups». *Landscape and Urban Planning*, 56, p. 171-184.
- JUNGWIRTH, M.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2002). «Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes». *Freshwater Biology*, 47, p. 867-887.
- GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. (1991). «An ecosystem perspective of riparian zones». *Bioscience*, 41, p. 540-551.
- LLOBET, S. (1947). *El medio y la vida en el Montseny. Estudio geográfico*. CSIC. Instituto Juan Sebastián Elcano. Estación de estudios pirenaicos. Barcelona
- MONTSERRAT, P. (1968). *Flora de la Cordillera Litoral Catalana (porción comprendida entre los ríos Besòs y Tordera)*. Edició de la Caixa d'Estalvis de Mataró. Mataró.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PRAT, N. (1998). «QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera». *Tecnología del Agua*, 175, p. 20-37.
- NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H. (1997): «The Ecology of Interfaces: Riparian Zones». *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28, p. 621-658.
- PLANTY-TABBACHI, A. M.; TABBACHI, E.; NAIMAN, R. J.; DEFERRARI, C.; DÉCAMPS, H. (1996). «Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones». *Conservation Biology*, vol. 10 núm. 2, p. 598-607.
- SPELLERBERG, I. F.; FEDOR, P. J. (2003). «A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the “Shannon –Wiener” index». *Global Ecology & Biogeography*, 12, p. 177-179.
- WARD, J. V.; TOCKNER, K.; ARSCOTT, D. B.; CLARET, C. (2002). «Riverine landscape diversity». *Freshwater biology*, 47, p. 517-539.

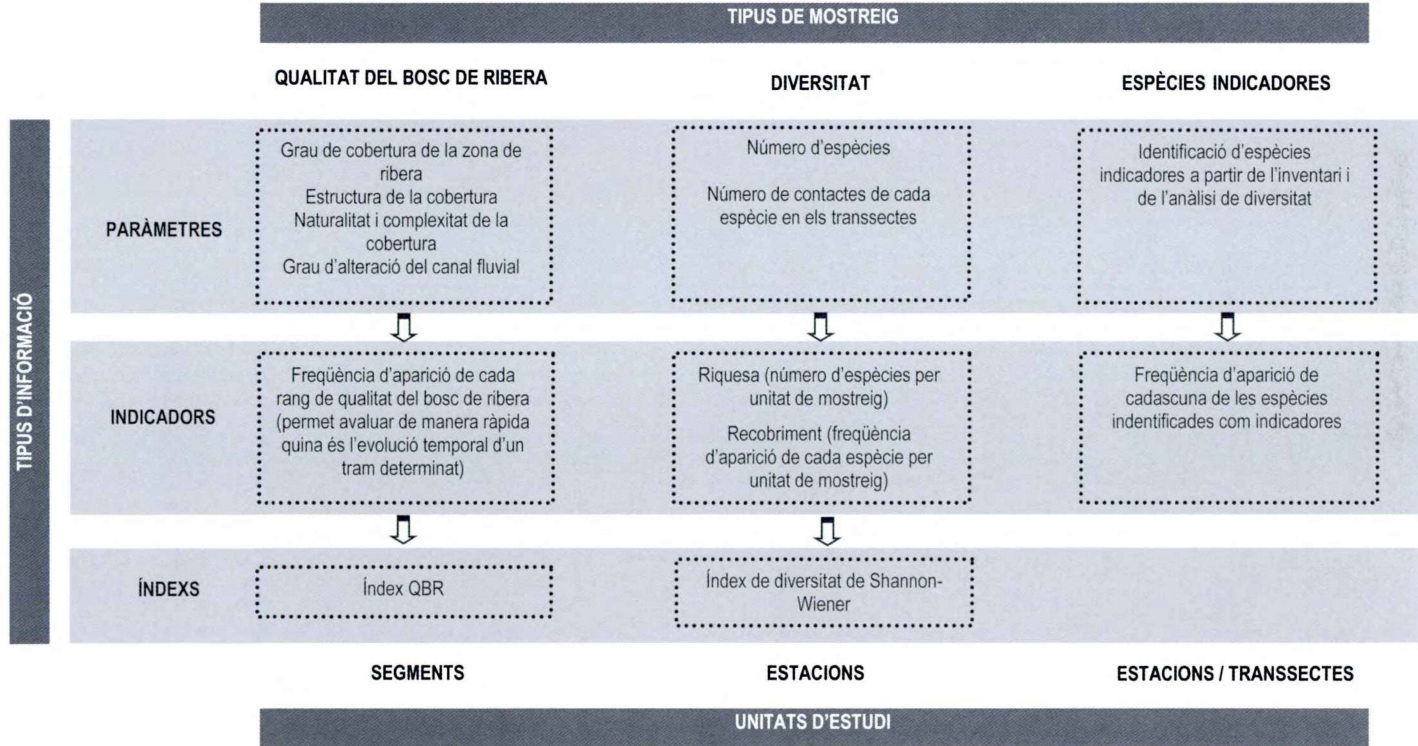
## BIBLIOGRAFIA DE REFERÈNCIA

- ACA (2002). *Estudi d'actualització de l'avaluació de recursos hídrics de les conques internes de Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Barcelona.
- BARKER, J. R.; BOLLMAN, M.; RINGOLD, P. L.; SACKINGER, J.; CLINE, S. P. (2002). «Evaluation of metric precision for a riparian forest survey». *Environmental Monitoring and Assessment*, 75, p. 51-72.
- BAZZAZ, A. (1996). *Plants in changing environments*. Cambridge University Press. Nova York.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. (1988). *Ecología*. Omega. Barcelona.
- BOADA, M. (dir.); BARTOLOMÉ, J.; COLOMER, T.; ESTRADA, J.; JUBANY, J.; MIMÓ, M.; MIRALLES, M.; PAGÉS, J.; PIQUÉ, D. (1997). *Seguiment biològic del curs mitjà i baix del riu Tordera. Memòria 1996-1997*. La Rectoria Vella. Sant Celoni. Inèdit.
- BOADA, M. (dir.); CARRERA, D.; COLOMER, T.; ESTRADA, J.; ISÁEZ, D.; JUBANY, J.; MIMÓ, N.; MIRALLES, M.; PIQUÉ, D.; RUBIO, M. (1999). *L'Observatori: estació de seguiment de la biodiversitat de la conca de la Tordera. Memòria 1999*. La Rectoria Vella. Sant Celoni. Inèdit.
- BOADA, M. (2002). *El Montseny, cinquanta anys d'evolució dels paisatges*. Publicacions de l'Abadia de Montserrat. Barcelona.
- BOLÓS, O. (2001). *Vegetació dels Països Catalans*. Aster. Terrassa.
- BUNN, S. E.; DAVIES, P. M. (2000): «Biological processes in running waters and their implications for the assessment of ecological integrity». *Hydrobiologia*, 422-423, p. 61-70.
- DMAH (1995). *El pla d'Espais d'Interès Natural a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Barcelona.
- ESCUADERO, X. (2002). *Estudi de l'impacte sobre el medi hidrològic de les zones humides de la mitja i baixa Tordera*. Projecte de final de carrera. Llicenciatura en ciències ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. Inèdit.

- FOLCH, R. (1981). *La Vegetació dels Països Catalans*. Editorial Ketres. Barcelona.
- GÓMEZ, F. J. (2003). *Biodiversitat de Catalunya*. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. Inèdit.
- HANSEN, A.; DI CASTRI, F. (ed.) (1992). *Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag.
- HASTINGS, A.; *et al.* (2005). «The spatial spread of invasions: new developments in theory and evidence». *Ecology Letters*, 8, p. 91-101.
- HOOD, W. G.; NAIMAN, R. J. (2000). «Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants». *Plant Ecology*, 148, p. 105-114.
- JUNGWIRTH, S.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2002). «Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes». *Freshwater Biology*, 47, p. 67-887.
- KARRENBERG, S.; EDWARDS, P. J.; KOLLMANN, J. (2002). «The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains». *Freshwater Biology*, 47, p. 733-748.
- LEUVEN, R.; POUDEVIGNE, I. (2002). «Riverine landscape dynamics and ecological risk assessment». *Freshwater Biolog*, 47, p. 845-865.
- MARTÍNEZ VILALTA, A. (ed.) (2001). *Anuari d'ornitologia de Catalunya. 1998*. Grup Català d'Anellament. Barcelona.
- MIMÓ, N.; BARTOLOMÉ, J.; PIQUÉ, D. (1998). «Mapa de vegetació del curs baix de la Tordera». A: *III Jornades Naturalistes del Maresme*, p. 99-111.
- NEGRE, C. (2004). *Avaluació de l'estat hidrològic de la Tordera*. Projecte de final de carrera. Llicenciatura en ciències ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. Inèdit.
- PANAREDA, J. M.; SALVÀ, M.; PINTÓ, J. (2002). «La connexió biològica entre el Montseny i el Montnegre-Corredor». A: *V Trobada d'Estudiosos del Montseny*. Monografies, 33, p. 175-178. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- PARDO, A.; RUIZ, M. A. (2002). *SPSS 11. Guia para el análisis de datos*. McGraw-Hill. Madrid.
- PIQUÉ, D.; MIMÓ, N.; BARTOLOMÉ, J. (1999). «Composició vegetal de la llera del riu Tordera en el curs mitjà i baix». Monografies, 27, p. 289-292. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. Barcelona.
- PIQUÉ, D.; MIMÓ, N. (1999). *Materials i mètodes emprats en el seguiment de paràmetres biològics. Vegetació o grau d'alteració en les comunitats*, dins de *L'Observatori, Estació de Seguiment de la Biodiversitat de la Conca de la Tordera. Memòria 1999-2000*. Inèdit.
- RAVEN, P.; JOSÉ, P.; DRURY, I. (1994). *The new rivers and wildlife handbook*. The Royal Society for the Proteccions of Birds. Londres.
- RUBIO, M.; PIQUÉ, D.; MIRALLES, M. (2001). «Àmbit d'estudi de L'Observatori: estació de seguiment de la biodiversitat de la conca de la Tordera». A: *III Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor*. Monografies, 32, p. 173-178.
- SÀNCHEZ, S.; PIÉ, G.; BOADA, M. (2006). *Anàlisi de la vegetació de ribera al curs alt de la Tordera*. A: *VI Trobada d'Estudiosos del Montseny*. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. Barcelona.
- SÀNCHEZ, S. (2004). «Anàlisi de la qualitat de la vegetació de ribera a la Tordera». A: *IV Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor*, p. 75-79. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. Barcelona.
- SANZ, M.; DANA, E.; SOBRINO, E. (2004). *Atlas de la plantas alóctonas invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.

## ANNEX 1

Esquema de la metodologia emprada per a l'anàlisi de la vegetació de ribera a la Tordera i la riera d'Arbúcies



**ANNEX 2**

Resultats per a l'índex QBR els anys 2002 i 2004

TAULA 7. Resultats de l'índex QBR per a l'any 2002.

<i>Tram</i>	<i>Segment</i>	<i>Grau de cobertura ripària</i>	<i>Estructura de la cobertura</i>	<i>Qualitat de la cobertura</i>	<i>Grau de naturalitat del canal fluvia</i>	<i>QBR</i>	
Tram 0	0 1	25	25	25	25	100	
	0 2	20	25	25	0	70	
	0 3	25	25	25	10	85	
	0 4	25	25	25	25	100	
	0 5	25	25	25	10	85	
	0 6	25	25	25	10	85	
	0 7	25	25	20	10	80	
Tram 1	1 1	25	20	15	25	85	
	1 2	25	25	20	25	95	
	1 3	25	15	0	10	50	
	1 4	15	20	0	25	60	
	1 5	10	15	0	25	50	
	1 6	20	20	0	25	65	
	1 7	15	20	5	25	65	
	1 8	25	25	0	25	75	
	1 9	0	15	10	25	50	
	1 10	15	10	15	0	40	
	1 11	15	10	15	25	65	
	1 12	25	25	15	25	90	
	1 13	25	20	15	25	85	
	1 14	15	10	20	25	70	
	1 15	15	10	10	25	60	
	1 16	25	15	15	25	80	
Tram 2	2 1	5	15	20	25	65	
	2 2	5	10	15	25	55	
	2 3	25	25	0	25	75	
	2 4	25	25	15	15	80	
	2 5	25	25	25	25	100	
	2 6	25	25	25	25	90	
	2 7	5	20	25	25	75	
	2 8	15	15	5	25	60	
	2 9	10	10	25	25	70	
	2 10	0	10	25	25	60	
	2 11	15	25	25	25	90	
	2 12	15	0	25	10	50	
	2 13	10	15	25	25	75	
	2 14	5	15	25	10	55	
	Tram 3	3 1	0	15	15	10	40
		3 2	0	15	25	10	50
3 3		0	20	20	10	50	
3 4		5	25	20	10	60	
3 5		5	25	25	10	65	
3 6		15	25	20	10	70	
3 7		15	25	10	10	60	
3 8		5	15	20	10	50	
Tram 4	4 1	15	15	25	5	60	
	4 2	15	15	25	25	80	
	4 3	15	25	25	10	75	
	4 4	15	25	20	25	85	
	4 5	15	25	25	15	80	
	4 6	5	10	25	25	65	
	4 7	5	25	25	25	80	
	4 8	5	10	25	25	65	
Tram 5	5 1	15	20	25	25	85	
	5 2	5	10	10	25	50	
	5 3	5	5	0	25	35	
	5 4	5	5	5	0	15	
	5 5	5	5	15	25	50	
	5 6	15	5	25	25	70	
Tram 6	6 1	0	0	0	0	0	
	6 2	0	0	0	10	10	
	6 3	0	5	0	10	15	
	6 4	0	0	0	10	10	

TAULA 8. Resultats de l'índex QBR per a l'any 2004.

<i>Tram</i>	<i>Segment</i>	<i>Grau de cobertura riparia</i>	<i>Estructura de la cobertura</i>	<i>Qualitat de la cobertura</i>	<i>Grau de naturalitat del canal fluvia</i>	<i>QBR</i>
Tram 0	0 1	25	25	25	25	100
	0 2	20	25	25	15	85
	0 3	25	25	25	25	100
	0 4	25	25	25	25	100
	0 5	25	25	25	25	100
	0 6	25	25	25	10	85
	0 7	25	25	25	15	90
Tram 1	1 1	5	25	25	25	80
	1 2	20	20	25	25	90
	1 3	0	25	10	25	60
	1 4	20	25	25	15	85
	1 5	15	25	10	25	75
	1 6	15	25	10	25	75
	1 7	20	25	25	25	95
	1 8	25	25	25	25	100
	1 9	15	20	25	25	85
	1 10	15	0	0	15	30
	1 11	20	15	15	25	75
	1 12	25	25	15	25	90
	1 13	25	25	10	25	85
	1 14	25	25	15	25	90
	1 15	25	25	15	25	90
Tram 2	2 1	10	15	15	25	65
	2 2	15	15	15	15	60
	2 3	25	25	20	25	95
	2 4	25	25	15	15	80
	2 5	25	25	25	25	100
	2 6	25	25	25	25	100
	2 7	20	20	20	25	85
	2 8	20	20	20	25	85
	2 9	20	20	20	15	75
	2 10	15	5	15	25	60
	2 11	25	25	25	25	100
	2 12	10	5	10	25	50
	2 13	10	5	15	25	55
	2 14	10	25	15	10	60
	Tram 3	3 1	0	0	15	10
3 2		0	5	15	25	45
3 3		0	25	0	10	35
3 4		0	20	0	10	30
3 5		15	20	15	10	60
3 6		15	25	15	5	60
3 7		0	20	20	5	45
3 8		0	15	0	0	15
Tram 4	4 1	0	15	20	0	35
	4 2	5	20	20	0	45
	4 3	0	20	25	25	70
	4 4	20	20	25	25	90
	4 5	20	25	25	0	70
	4 6	5	20	25	15	65
	4 7	5	20	25	25	75
	4 8	5	20	25	25	75
Tram 5	5 1	15	20	15	25	75
	5 2	25	10	20	25	80
	5 3	15	10	20	25	70
	5 4	15	5	15	25	60
Tram 6	6 1	0	15	0	0	15
	6 2	0	5	0	10	15
	6 3	0	5	0	10	15
	6 4	0	15	0	10	25
Tram 7	7 1	15	25	25	25	90
	7 2	25	25	25	10	85
	7 3	25	25	25	10	85
	7 4	25	25	25	10	85
	7 5	25	25	25	0	75

## ELS SISTEMES SOCIOECOLÒGICS DE LA CONCA DE LA TORDERA

---

Tram 8	8 1	25	25	25	15	90
	8 2	25	25	25	25	100
	8 3	5	5	20	15	45
	8 4	0	25	10	0	35
	8 5	10	15	25	25	75
	8 6	10	5	25	0	40
Tram 9	9 1	15	25	5	0	45
	9 2	10	5	20	10	45
	9 3	10	5	5	10	30
	9 4	15	10	25	10	60
	9 5	0	0	0	5	5

---