

6. RELACIÓ AMB LES CONDICIONS AMBIENTALS

6. RELACIÓ AMB LES CONDICIONS AMBIENTALS

A partir de les dades de creixement i reproducció obtingudes per les diferents espècies de ciprínids en diverses condicions ambientals, ja sigui per la variabilitat espacial representada pels diferents rius, ja sigui per la variabilitat temporal representada pels diferents anys de mostreig, podem observar com les estratègies biològiques de les poblacions d'aquestes espècies s'adapten en funció de la variabilitat ambiental. Hem escollit 7 aspectes de la estratègia biològica, segons els definits en alguns treballs previs (Winemiller, 1989; Winemiller & Rose, 1992; Vila-Gispert & Moreno-Amich, 2002; Vila-Gispert et al., 2002): 1- longitud forcal a l'edat 1+(LF1); 2- longitud forcal màxima en una població (LFmax); 3- edat de maduració en mesos (Mad); 4- diàmetre màxim dels oocits madurs (Dmax); 5- tipus de posta (Posta) categoritzat amb 1 per posta simple i 2 per posta múltiple; 6- fecunditat d'una femella de 150 mm de longitud forcal (F15), i 7- fecunditat màxima observada en una població (Fmax). Els valors de longitud forcal i fecunditat han sigut transformats en logaritmes neperians per augmentar la linealitat i la normalitat de les dades. Entre aquestes variables trobem correlacions de la talla màxima i la edat de maduració i, inversament proporcionals, de la longitud a la edat 1+ amb la longitud màxima, la edat de maduració i el diàmetre màxim dels oocits madurs, totes elles amb un elevat grau de significació ($p > 0.01$) (Taula 6.1). També es troben correlacionades significativament ($p < 0.05$) la fecunditat màxima amb la fecunditat a una longitud de 150 mm.

Variable	Ln LF1	Ln LFm	Mad	Posta	Dmax	Ln Fmax	Ln F15
Ln LF1	---	-.7780**	-.7598**	-.3769	-.6827*	-.0267	-.2206
	---	p=.005	p=.007	p=.253	p=.021	p=.938	p=.514
Ln LFm	---	---	.8567**	.2178	.3333	-.0004	-.1675
	---	---	p=.001	p=.520	p=.317	p=.999	p=.623
Mad	---	---	---	.2472	.5155	-.3016	-.2315
	---	---	---	p=.464	p=.105	p=.367	p=.493
Posta	---	---	---	---	.5164	.3795	.5981
	---	---	---	---	p=.104	p=.250	p=.052
Dmax	---	---	---	---	---	.1832	.4956
	---	---	---	---	---	p=.590	p=.121
Ln Fmax	---	---	---	---	---	---	.7025**
	---	---	---	---	---	---	p=.016
Ln F15	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---

Taula 6.1. Correlacions entre els aspectes de la estratègia biològica dels cíprinids estudiats (Ln LF1:ln longitud forcal a l'edat 1+; Ln LFm: ln longitud forcal màxima; Mad: edat de maduració; Posta: tipus de posta; Dmax: diàmetre màxim dels oocits majors; Ln Fmax: ln Fecunditat màxima; Ln F15 Fecunditat d'una femella de 150 mm)(* = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$).

L'anàlisi de components principals identifica dos factors o eixos (Fig. 6.1), amb una varianza acumulada explicada del 79%. El primer eix es troba associat a la longitud a la edat 1+, la longitud màxima, la edat de maduració i el diàmetre màxim dels oocits madurs, en tant que el segon eix es troba associat a la fecunditat màxima i a la fecunditat a una longitud de 150 mm. La ordenació de les poblacions de les diferents espècies de ciprínids (Fig 6.1) ens mostra dos grups. El primer, uniespecífic, agrupa les dues poblacions de *B. graellsii* en el Matarranya, i es caracteritza per un talla gran, amb creixement lent i una maduració tardana, amb fecunditat relativament baixa i ous grans. En el segon s'agrupen la resta de les espècies estudiades, caracteritzades per presentar una talla mitjana, amb creixement ràpid i de maduració primerenca. En relació a la fecunditat i els aspectes associats a ella podem observar un gradient important entre les espècies i les diferents poblacions de cadascuna d'elles.

Per un anàlisi més detallat d'aquest segon grup hem realitzat un segon anàlisi de component principals excloent les dues poblacions de *B. graellsii*. Un cop més, els dos primers eixos expliquen un elevat percentatge de la varianza, més del 80% (Fig. 6.2). Les variables amb contribució més elevada per el primer eix són la fecunditat màxima, la fecunditat a una longitud de 150 mm i el diàmetre màxim dels oocits madurs. Per el segon eix, les variable de major contribució són la longitud màxima i la edat de maduració. En aquest anàlisi trobem un gradient de les poblacions segons la seva estratègia biològica en relació als rius a on es troben, quedant en segon pla el nivell específic.

L'agrupació dels rius estudiats en funció de les seves característiques morfològiques, climatològiques i hidrològiques (Fig. 6.3) ens situa en un grup les dues localitats del Matarranya i en un segon grup el Llobregat de la Muga, el Ripoll i l'Aigua d'Ora. Aquesta agrupació es pot associar amb un índex de mediterraneïtat dels rius, des de els rius estacionals amb sequeres estivals fins als rius permanents. Si comparem aquest gradient amb l'obtingut en el segon anàlisi de components principals podem observar que l'agrupació descrita pels rius es repeteix en el gradient de estratègies biològiques (Fig. 6.2).

	Factor 1	Factor 2
Valor propi	3.256963	2.283594
Varianza explicada	46.52804	32.62278
Variables		
Ln LF1	0.916776	0.171554
Ln LFm	-0.770134	-0.452917
Mad	-0.792864	-0.564178
Posta	-0.622602	0.504411
Dmax	-0.806492	0.224517
Ln Fmax	-0.183979	0.796972
Ln F15	-0.350477	0.889231

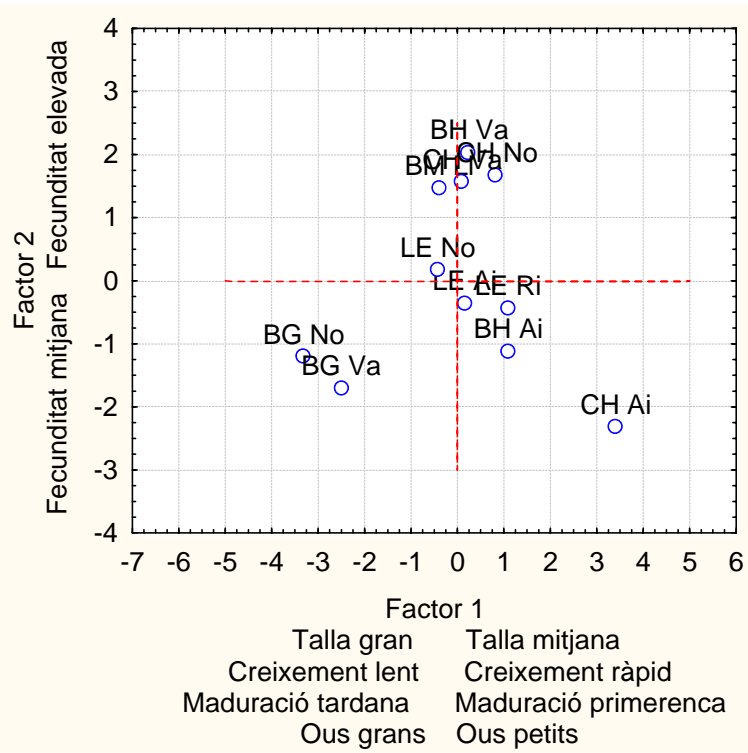


Figura 6.1. Estadístics de l'Anàlisi de Components Principals basat en els aspectes de la estratègia biològica dels cíprinids estudiats (BG: *B. graellsii*; BH: *B. haasi*; BM: *B. meridionalis*; CH: *C. miegii*; LE: *Squalius cephalus*) en els diferents rius (Ai: l'Aigua d'Or; Li: el Llobregat; No: el Matarranya, a Nonasp; Va: el Matarranya, a Vall-de-roures; Ri: el Ripoll) en funció de les condicions ambientals.

	Factor 1	Factor 2
Valor propi	3.483182	2.159472
Varianza explicada	49.75974	30.84960
Variables		
Ln LF1	0.663114	0.557892
Ln LFm	0.022957	-0.934347
Mad	0.373409	-0.810525
Posta	-0.694980	-0.388575
Dmax	-0.841555	0.354950
Ln Fmax	-0.909754	-0.136628
LnF15	-0.940551	0.150421

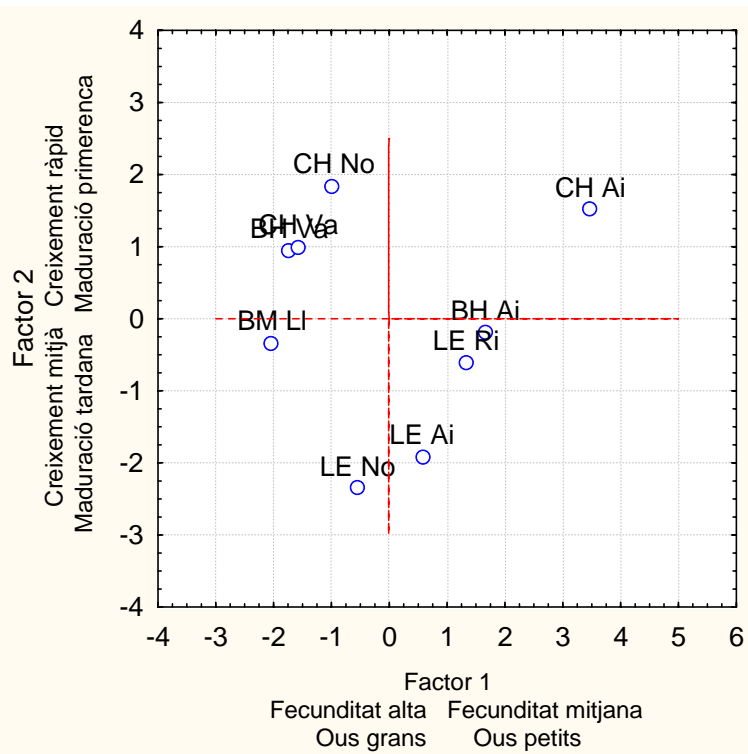


Figura 6.2. Estadístics de l'Anàlisi de Components Principals basat en els aspectes de la estratègia biològica dels cíprinids estudiats en els diferents rius en funció de les condicions ambientals, excloent *B. graellsii*. El significat de les abreviatures és el mateix que a la figura 6.1.

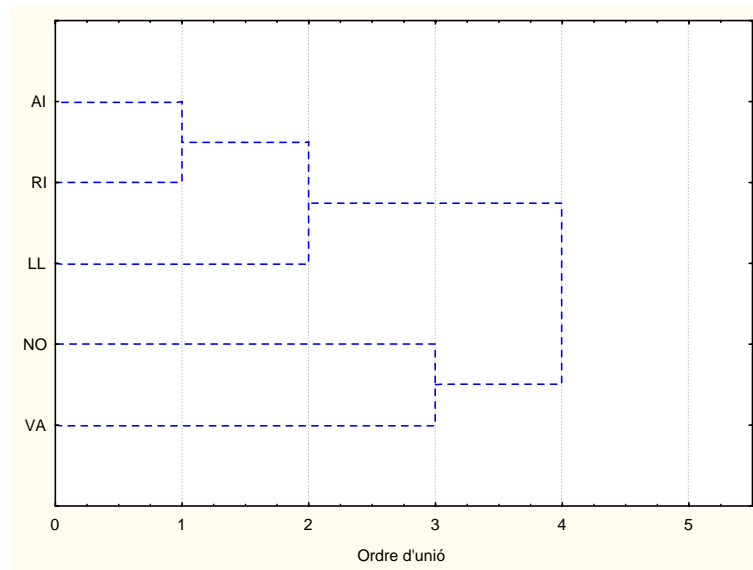


Figura 6.3. Cluster d'agregació dels rius estudiats (AI: l'Aigua d'Ora; LL: el Llobregat; NO: el Matarranya, a Nonasp; VA: el Matarranya, a Vall-de-roures; RI: el Ripoll) en funció de les condicions ambientals.

Les poblacions de les diferents espècies presents a l'Aigua d'Ora i al Ripoll es situen a la dreta del gràfic respecte al primer factor, en tant que les del Matarranya es situen a l'esquerra. L'única excepció en aquesta correspondència es troba en la població de *S. cephalus* de Nonasp, situada més a prop de la resta de poblacions de la mateixa espècies del que ens esperàriem per les condicions de la localitat a on es troba.

Per la descripció dels patrons de variació en les estratègies biològiques s'han descrit diversos models. El més conegut és el model de selecció r - K (Pianka, 1970). Un dels problemes d'aquest model és que el continuum r - K no permet incorporar més eixos de variabilitat per descriure els canvis que es produeixen com adaptacions a les condicions ambientals. Diversos estudis comparatius en ambients diferents han proposat, independentment, models triangulars amb tres estratègies biològiques bàsiques similars en tots els casos (Kawasaki, 1980; Mahon, 1984; Wootom, 1984; Winemiller, 1989; Winemiller & Rose, 1992; Winemiller, 2005).

El model de Winemiller & Rose (1992) reconeix com a estratègies bàsiques:

- Oportunista ("opportunistic") de període de generació curt, amb elevat esforç reproductiu, de talla petita, amb fecunditat baixa per unitat de posta i baixa inversió en la cura parental.
- Periòdica ("periodic") de període de generació llarg, amb esforç reproductiu moderat, de talla gran, amb fecunditat per unitat de posta gran i baixa inversió en la cura parental.
- En equilibri ("equilibrium") amb període de generació de moderat a llarg, amb esforç reproductiu baix, de talla variable, amb baixa fecunditat per unitat de posta i elevada inversió en la cura parental.

Com a la resta d'Europa no es pot assignar cap de les poblacions estudiades a la estratègia en equilibri (Vila-Gispert & Moreno-Amich, 2002; Vila-Gispert et al., 2002). Les poblacions de *B. graellsii* al Matarranya presenten una estratègia periòdica, adaptada a ambients amb predictibilitat en la variabilitat de les condicions i els recursos, que els hi permet la supervivència dels adults en condicions ambientals no òptimes com durant les sequeres estivals. La població de *C. miegii* a l'Aigua d'Ora presenta una estratègia oportunista, adaptada per la repoblació ràpida després de disturbàncies o impactes diversos. Aquest estratègia pot ser la que ha permès l'establiment d'una població d'aquesta espècie fora de la seva àrea de distribució original. A la vegada al ser nativa de la Península Ibèrica està adaptada tant al règim hidrològic com en relació al rang de condicions que pot tolerar fisiològicament, factors principals pel manteniment d'aquesta població (Moyle et al., 1986) En la resta de poblacions ens trobem amb tot un seguit d'estratègies intermèdies que són la resposta a la variació estacional i a la variació espacial a gran escala de les condicions ambientals

Com a conclusió, en relació a les estratègies biològiques, ens trobem amb un continu entre la estratègia oportunista de les poblacions presents en els rius mediterranis permanents i la estratègia periòdica de les poblacions de peixos dels rius mediterranis estacionals.

La estabilitat i persistència de les comunitats naturals de peixos està relacionada amb el tipus de factors que regulen aquestes comunitats. Les comunitats estables i presència persistent de les espècies que les formen es consideren regulades per factors en equilibri, determinístics o biòtics (Moyle & Vondracek, 1985), en tant que les inestables o amb manca de espècies persistents es troben regulades per factors estocàstics, al atzar o abiòtics (Grossman et al., 1982; Schlosser, 1982). La persistència, en tant que una mesura qualitativa, està lligada a la presència o absència de les diferents espècies, i la estabilitat, mesura quantitativa, és la constància en el nombre d'organismes al llarg del temps. Freeman et al. (1988) proposen l'ús del coeficient de variació per mesurar la estabilitat de les poblacions, amb una visió conjunta de la estabilitat de la comunitat basada en el coeficient de variació conjunt per totes les espècies. Els coeficients de variació (C.V.) són un millor estimador de la estabilitat que altres mètodes usats prèviament (Grossman et al., 1990).

En les nostres localitats la persistència de les comunitats és molt elevada. Les dues espècies autòctones (*S. cephalus* i *B. haasi*) de l'Aigua d'Ora es van capturar en totes les campanyes, a pesar de la mortalitat no natural del tercer any d'estudi, l'any 89. Al Llobregat de les cinc espècies autòctones (*B. meridionalis*, *P. phoxinus*, *A. anguilla*, *S. cephalus* i *G. gymnurus*) tan sols *G. gymnurus* manca en les campanyes d'hivern i primavera del tercer any d'estudi, l'any 89. A Nonasp, tres espècies (*B. graellsii*, *S. cephalus*, i *C. miegii*) es capturen al llarg de tot el període d'estudi, un altra (*G. gobio*) es troba en diferents anys però no en totes les campanyes i dues més (*C. paludica* i *C. arcasii*) només apareixen puntualment. A Vall-de-roures, quatre (*B. graellsii*, *C. miegi*, *B. haasi* i *B. barbatula*) de les cinc espècies autòctones es troben en totes les campanyes i la cinquena (*C. arcasii*) la segona meitat del període d'estudi. Per últim, al Ripoll tant *S. cephalus* com *B. meridionalis* es van capturar en totes les campanyes. Les espècies comuns o abundants són habitualment persistents en tant que les rares, ja sigui per una baixa densitat o en relació als seus requeriments ambientals (Matthews et al., 1988). Aquesta situació canvia radicalment en relació a les espècies al·lòctones, que són capturades puntualment o en un

nombre reduït de campanyes. En nombrosos casos la desaparició de les espècies exòtiques va lligada a sequeres o riudes, és a dir, en relació a la seva manca d'adaptació al règim hidrològic del riu mediterrani (Minckley & Meffe, 1987; Baltz & Moyle, 1993; Vila-Gispert et al., 2005). L'única excepció la trobem en les espècies translocades (*C. miegii* a l'Aigua d'Ora i *P. phoxinus* al Ripoll) que presenten poblacions ben establertes.

En relació a la estabilitat de la comunitat (Taula 6.2), trobem comunitats fluctuants a l'Aigua d'Ora, el Llobregat i el Matarranya a Nonasp. És en aquesta localitat a on el coeficient de variació és més alt, i podríem dir que en trobem amb una comunitat íctica molt fluctuant. El Ripoll presenta una comunitat moderadament fluctuant, en tant que el Matarranya a Vall-de-roures és la única comunitat íctica que podem considerar moderadament estable.

l'Aigua d'Ora		Total	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
<i>S. cephalus</i>		168	141	91		115
<i>C. miegii</i>		80	69	88		80
<i>B. haasi</i>		186	152	95		137
<i>C. carpio</i>		105	119	173		87
<i>S. trutta</i>		126	127	173		95
Total		152	122	87		115
	Mitjana	133	122	124		103
	DS	44	32	45		23

el Llobregat		Total	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
<i>B. meridionalis</i>		106	142	116		105
<i>P. phoxinus</i>		106	183	138		79
<i>A. anguilla</i>		67	59	68		97
<i>S. cephalus</i>		166	115	75		76
<i>G. gymnurus</i>		132	123	141		25
<i>C. carpio</i>		142	130			173
<i>L. gibbosus</i>		162	176	141		173
<i>S. erythrophthalmus</i>		139	200	141		173
Total		88	116	102		81
	Mitjana	127	141	117		113
	DS	33	45	33		55

el Ripoll		Total	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
<i>S. cephalus</i>		68	78	67		84
<i>P. phoxinus</i>		41	29	20		72
<i>B. meridionalis</i>		130	99	57		108
<i>C. auratus</i>		186	200			87
<i>C. carpio</i>		222	200			173
Total		53	59	38		76
	Mitjana	129	121	48		105
	DS	77	76	25		40

el Matarranya

Nonasp		Total	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
<i>B. graellsii</i>		192		157	99	101
<i>C. miegii</i>		245		160	139	159
<i>S. cephalus</i>		202		162	118	76
<i>G. gobio</i>		252		119	139	173
<i>C. carpio</i>		155		134	93	162
<i>E. lucius</i>		161		200	4	173
<i>C. paludica</i>		271		200	141	
<i>C. arcasii</i>		316				173
Total		202		157	110	90
	Mitjana	224		162	105	145
	DS	56		31	49	40

Vall-de-roures		Total	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
<i>B. graellsii</i>		56	23	57	31	47
<i>C. miegii</i>		53	27	36	76	47
<i>B. haasi</i>		42	60	28	19	68
<i>O. mykiss</i>		168	141	177	99	163
<i>S. trutta</i>		133	68	151	29	61
<i>B. barbatula</i>		130	73	134	19	90
<i>C. arcasii</i>		191	141	151	141	144
Total		39	1	30	49	33
	Mitjana	110	76	105	59	89
	DS	60	48	62	47	47

C.V. > 75 Fluctuant
 50 < C.V. ≤ 75 Moderadament fluctuant
 25 < C.V. ≤ 50 Moderadament estable
 C.V. < 25 Estable

Taula 6.2. Coeficients de variació (%) de la densitat de les comunitats íctiques dels rius estudiats calculats per totes les campanyes i per les corresponents a cadascuna de les estacions de l'any d'acord amb la taula 2.1. Els criteris de estabilitat són els proposats per Freeman et al. (1988).

En el cas de l'Aigua d'Ora, podem observar que la mitjana de C.V. de les espècies és inferior a la de la comunitat. Això es degut a les diverses tendències existents. Una espècie (*C. miegii*) es troba al límit de les poblacions moderadament fluctuants, i així la podem considerar en relació a les campanyes d'hivern. Tant *S. cephalus* com *B. haasi* presenten coeficients molt elevats, relacionats amb un gran èxit reproductiu combinat amb una elevada mortalitat, en aquest cas, per contaminació de purins. Amb tota seguretat, en condicions naturals els valors dels C.V.s serien molt menors. Les espècies introduïdes, *C. carpio* i *S. trutta*, presenten unes poblacions molt fluctuants, possiblement en relació a l'intervenció de l'home.

En el Llobregat, les espècies autòctones presenten valors de C. V. similars o lleugerament superiors al C.V. de la comunitat. Una espècie, *A. anguilla* presenta una població moderadament fluctuant, tractant-se de la espècie més tolerant al canvi de les condicions ambientals i pel seu caràcter migrador. i una altra, *S. cephalus*, presenta fluctuacions elevades relacionades amb el reclutament com es pot observar en els C.V.'s estacionals. En aquest riu les espècies al·lòctones presenten valors de C.V. molt elevats degut a la seva aparició puntual sense una població ben establerta.

El Matarranya, a Nonasp, és el riu amb una major inestabilitat, amb valors de C.V. molt elevats per les diferents espècies i per totes les estacions. En aquest cas ens trobem amb una clara relació entre les condicions ambientals dràstiques, en les sequeres estivals, i la inestabilitat de la comunitat íctica (Ross et al., 1985). Com hem comentat abans les espècies rares i/o poc denses, com *C. paludica* i *C. arcasii*, presenten poblacions molt fluctuants.

El Matarranya, a Vall-de-roures, presenta una comunitat moderadament estable. Aquesta situació, entre moderadament estable i moderadament fluctuant, repeteix en les espècies dominants en aquesta localitat. En aquestes espècies podem observar la estabilitat de les seves poblacions a l'hivern, a *B. graellsii* i *C. miegii*, i a l'estiu, a *B. haasi*. Tot i que amb els C.V.'s no podem detectar canvis

en les poblacions a escala temporal, la diferent resposta de les espècies dominants entre les diverses estacions del any ens fa pensar en la presència d'un cicle anual lligat al règim hidrològic del riu (Grossman et al., 1990). Tant *B. barbatula* com *C. arcasii*, espècies autòctones, tenen poblacions molt fluctuants en relació als canvis ambientals observats. En relació a *B. barbatula*, l'increment en l'entrada de matèria orgànica reflexada en la comunitat de macroinvertebrats (Malo, 1993), i en el cas de *C. arcasii*, els canvis en la estructura de l'hàbitat poden ser la causa d'aquesta elevada fluctuació. Els salmònids presents en aquesta localitat tenen poblacions altament fluctuants en relació a la influència antropogènica en la seva dinàmica, tant per les repoblacions efectuades com per la pressió de pesca existent.

Per últim, el Ripoll és tipificat com moderadament fluctuant. Com a Vall-de-roures són les espècies dominants les menys fluctuants. Cal destacar que una espècie translocada (*P. phoxinus*) és la que presenta poblacions més estables, sobre tot en relació al cicle anual. També és repeteixen els elevats C.V.'s per les espècies introduïdes.

Com a conclusió, les comunitats estudiades presenten un elevat grau de persistència de les espècies autòctones i una baixa persistència en el cas de les espècies introduïdes. La estabilitat s'incrementa en relació al règim fluvial, amb comunitats íctiques moderadament estables en els rius mediterranis permanents i comunitats íctiques molt fluctuants en els rius mediterranis estacionals

Les comunitats de peixos es troben afectades per factors ambientals que actuen a diferents escales (Marsh-Matthews & Matthews, 2000):

- Els factors biogeogràfics determinen primordialment la composició de les comunitats, amb la participació de factors locals com la vegetació de ribera, el clima local i el ús del territori.
- Els factors biogeogràfics i l'hàbitat existent fixen la riquesa d'espècies
- Els factors locals lligats a l'àmbit aquàtic determinen la complexitat de la comunitat.

Aquest factors tenen origen molt divers i es troben relacionats amb aspectes hidrològics (Poff & Allan, 1995), condicions físic-químiques (Smale & Rabeni, 1995) i hàbitat disponible (Schlosser, 1982; Grossman & Sostoa, 1994 a i b) sense oblidar els efectes de l'actuació humana (Aparicio et al., 2000; Vila-Gispert et al, 2002)

Per intentar determinar aquest factors en el nostre estudi hem realitzat un anàlisi de regressió múltiple entre les densitats estimades en els diferents rius i les condicions ambientals associades per cadascun d'ells al llarg de l'any (Taules 5.1, 5.4, 5.7, 5.10 i 5.13).

En el cas de l'Aigua d'Ora, l'única relació significativa trobada ha estat per *C. miegii* (Taula 6.3) amb les dimensions del canal fluvial (àrea, profunditat i amplada mitjana) i la conductivitat. La profunditat és la variable que aporta més contribució en aquesta relació, com era d'esperar en una espècie nedadora que viu bàsicament a la columna d'aigua. Cal recordar la mortalitat de peixos causada per contaminació durant l'hivern de 1989 en aquest riu, que sens dubte va modificar la estructura de la comunitat i per tant la relació existent amb els factors locals considerats.

Regressió múltiple		Densitat <i>C. miegii</i>		l'Aigua d'Ora		
R= .89547670		R ² = .80187852		Adjusted R ² = .66979753		
				F(4,6)=6.0711 p<.02648 *		
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			2941.51	3568.560	0.82428	0.441
Conductivitat	0.387505	0.189386	9.60	4.694	2.04612	0.087
Area	-0.091490	0.267914	-0.69	2.025	-0.34149	0.744
Profunditat	0.895926	0.269375	25164.79	7566.221	3.32594	0.015 *
Amplada	-0.831073	0.362288	-1462.17	637.401	-2.29396	0.062

Taula 6.3. Regressions múltiples significatives entre les densitats estimades i les condicions ambientals a l'Aigua d'Ora. S'indiquen el coeficient de correlació múltiple (R); el coeficient de determinació múltiple (R²), associat a la varianza explicada pel model; i el valor de F per avaluar la significació de la regressió múltiple. Per cada variable independent inclosa en el model s'indica el coeficient de regressió (B); el coeficient de regressió estandarditzat (Beta), per comparar la contribució relativa de cada variable a la regressió; i el valor de T per avaluar la significació de B i Beta. Els nivells de significació de la regressió múltiple i dels coeficients de regressió s'indiquen amb * = p<0.05; ** = p< 0.01 i *** = p<0.001.

En el Llobregat, per la densitat total, observem la relació amb les condicions de l'hàbitat físic (amplada, longitud i profunditat) i amb la qualitat de l'aigua (conductivitat i oxigen dissolt). En aquest riu trobem regressions múltiples significatives per la majoria d'espècies (Taula 6.4) que es troben depenent en major grau de l'hàbitat (*B. meridionalis*, *P. phoxinus* i *S. cephalus*) o de la qualitat de l'aigua (*G. gymnurus*). En el cas de *L. gibbosus*, espècie al·lòctona, podem veure la influència de les condicions hidrològiques (corrent) per la seva població, menys densa en els moments de cabal reduït, és a dir en les sequeres estivals.

Al Matarranya ens trobem en dues situacions oposades. A Nonasp (Taula 6.5) hi ha una relació entre la densitat total, la densitat de *B. graellsii*, *C. miegii*, *S. cephalus* i *G. gobio* amb l'hàbitat disponible. En aquest cas, la longitud del tram de mostreig, variable estadísticament significativa per tots aquest casos, es redueix en els períodes estivals en proporció a la magnitud de la sequera. Tan sols *C. paludica*, espècie poc tolerant a condicions extremes (Perdices & Doadrio, 1997), es troba depenent de la qualitat de l'aigua. A Vall-de-roures (Taula 6.6), ens trobem només amb una resposta de les espècies autòctones més fluctuants (*B. barbatula* i *C. arcasii*) que es troben relacionades amb les condicions de l'hàbitat (amplada, àrea, profunditat i longitud) i hidrològiques (corrent). No existeix cap model de regressió de la densitat total.

En el Ripoll, *S. cephalus* respon als canvis en les condicions hidrològiques de la localitat d'estudi (corrent i àrea). Aquestes dues variables disminueixen de forma important al llarg de períodes continuats de sequera, afectant a la espècie de majors dimensions amb la columna d'aigua com a hàbitat principal.

Com a conclusió, els factors estocàstics, al atzar o abiòtics semblen regular les comunitats íctiques en els rius mediterranis estacionals. Aquest factors no presenten tanta importància en els rius mediterranis permanents a on els factors en equilibri, determinístics o biòtics com competència o recursos tròfics disponibles, no estudiats en aquesta tesi, poden tenir un paper principal.

Regressió múltiple Densitat <i>B. meridionalis</i> el Llobregat						
R= .91512865 R ² = .83746045 Adjusted R ² = .75619068 F(3,6)=10.305 p<.00880 **						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			-76129.57	23684.0	-3.21439	0.018 *
Conductivitat	0.525700	0.167231	147.43	46.9	3.14355	0.020 *
Longitud	0.742740	0.188308	376.73	95.5	3.94429	0.008 **
Area	-0.430052	0.187362	-22.94	10.0	-2.29530	0.061

Regressió múltiple Densitat <i>P. phoxinus</i> el Llobregat						
R= .83972722 R ² = .70514181 Adjusted R ² = .55771271 F(3,6)=4.7829 p<.04946 *						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			4911.89	7897.4	0.62196	0.557
Amplada	-0.573694	0.221844	-914.00	353.4	-2.58602	0.04 *
Profunditat	-0.424908	0.234537	-12766.16	7046.5	-1.81169	0.120
Conductivitat	0.306333	0.234698	19.82	15.2	1.30522	0.240

Regressió múltiple Densitat <i>S. cephalus</i> el Llobregat						
R= .95362650 R ² = .90940350 Adjusted R ² = .83692631 F(4,5)=12.547 p<.00809 **						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(5)	p-level
Intercept			-1832.12	2174.436	-0.84257	0.438
Area	-0.735272	0.135836	-2.77	0.512	-5.41293	0.002 **
Corrent	0.576079	0.155380	4905.91	1323.221	3.70755	0.013 *
T Aigua	0.323431	0.144305	77.69	34.663	2.24130	0.075
Conductivitat	0.227612	0.156916	4.51	3.111	1.45053	0.207

Regressió múltiple Densitat <i>G. gymnurus</i> el Llobregat						
R= .84484360 R ² = .71376072 Adjusted R ² = .57064107 F(3,6)=4.9872 p<.04544 *						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			1367.31	609.4	2.24377	0.066
Oxigen dissolt	-0.500364	0.222196	-118.85	52.8	-2.25190	0.065
Amplada	0.449428	0.227149	45.44	23.0	1.97856	0.095
Longitud	-0.296755	0.228694	-2.20	1.7	-1.29761	0.242

Regressió múltiple Densitat <i>L. gibbosus</i> el Llobregat						
R= .92648419 R ² = .85837295 Adjusted R ² = .78755942 F(3,6)=12.122 p<.00587 **						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			-129.49	27.9	-4.63723	0.004 **
Area	0.741279	0.154036	0.07	0.0	4.81237	0.003 **
Corrent	0.597758	0.156075	120.08	31.4	3.82994	0.009 **
T Aigua	0.242423	0.156046	1.37	0.9	1.55354	0.171

Regressió múltiple Densitat Total el Llobregat						
R= .95568491 R ² = .91333365 Adjusted R ² = .80500071 F(5,4)=8.4308 p<.03006 *						
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(4)	p-level
Intercept			21289.5	58977.47	0.36098	0.736
Conductivitat	0.327906	0.208832	105.6	67.23	1.57019	0.191
Amplada	-0.360245	0.173794	-2856.0	1377.84	-2.07282	0.107
Longitud	1.082577	0.523240	630.3	304.66	2.06899	0.107
Oxigen dissolt	-0.707013	0.405725	-13168.3	7556.76	-1.74259	0.156
Profunditat	0.717891	0.540409	107330.0	80795.19	1.32842	0.255

Taula 6.4. Regressions múltiples significatives entre les densitats estimades i les condicions ambientals al Llobregat. S'indiquen el coeficient de correlació múltiple (R); el coeficient de determinació múltiple (R²), associat a la varianza explicada pel model; i el valor de F per avaluar la significació de la regressió múltiple. Per cada variable independent inclosa en el model s'indica el coeficient de regressió (B); el coeficient de regressió estandaritzat (Beta), per comparar la contribució relativa de cada variable a la regressió; i el valor de T per avaluar la significació de B i Beta. Els nivells de significació de la regressió múltiple i dels coeficients de regressió s'indiquen amb * = p<0.05; ** = p< 0.01 i *** = p<0.001.

Regressió múltiple Densitat <i>B. graellsii</i> el Matarranya Nonasp						
R= .96931919		R ² = .93957969		Adjusted R ² = .92231674		F(2,7)=54.428 p<.00005 ***
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(7)	p-level
Intercept			141960.90	241801.42	0.58710	0.576
Longitud	-0.802532	0.169088	-5126.51	1080.12	-4.74624	0.002 **
Conductivitat	0.192679	0.169088	378.16	331.86	1.13952	0.292

Regressió múltiple Densitat <i>C. miegii</i> el Matarranya Nonasp						
R= .93578303		R ² = .87568989		Adjusted R ² = .81353483		F(3,6)=14.089 p<.00400 **
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			40133.68	171136.4	0.23451	0.822
Longitud	-0.866953	0.265908	-2470.41	757.7	-3.26035	0.017 *
T Aigua	-0.303709	0.220076	-1233.70	894.0	-1.38002	0.217
Conductivitat	0.303436	0.290901	265.66	254.7	1.04309	0.337

Regressió múltiple Densitat <i>S. cephalus</i> el Matarranya Nonasp						
R= .96287443		R ² = .92712718		Adjusted R ² = .91801807		F(1,8)=101.78 p<.00001 ***
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(8)	p-level
Intercept			190311.0	17546.10	10.8463	0.000 ***
Longitud	-0.962874	0.095442	-2839.4	281.45	-10.0886	0.000 ***

Regressió múltiple Densitat <i>G. gobio</i> el Matarranya Nonasp						
R= .84567326		R ² = .71516326		Adjusted R ² = .67955867		F(1,8)=20.086 p<.00205 *
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(8)	p-level
Intercept			9068.9	1895.28	4.7850	0.001 **
Longitud	-0.845673	0.188692	-136.3	30.40	-4.4818	0.002 **

Regressió múltiple Densitat <i>C. paludica</i> el Matarranya Nonasp						
R= .94945343		R ² = .90146182		Adjusted R ² = .77828909		F(5,4)=7.3187 p<.03837 *
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(4)	p-level
Intercept			9527.921	1791.638	5.31800	0.006 **
Oxigen dissolt	0.82919	0.582629	53.679	37.717	1.42320	0.228
Conductivitat	-1.96890	0.390997	-12.967	2.575	-5.03559	0.007 **
Longitud	-0.95317	0.299504	-20.431	6.420	-3.18249	0.033 *
Area	-1.84824	0.734575	-4.821	1.916	-2.51606	0.066
Corrent	-0.50571	0.217242	-571.276	245.407	-2.32787	0.080

Regressió múltiple Densitat <i>Total</i> el Matarranya Nonasp						
R= .95645087		R ² = .91479828		Adjusted R ² = .90414806		F(1,8)=85.895 p<.00001 ***
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(8)	p-level
Intercept			788761.5	79103.97	9.9712	0.000 ***
Longitud	-0.956451	0.103200	-11759.9	1268.88	-9.2679	0.000 ***

Taula 6.5. Regressions múltiples significatives entre les densitats estimades i les condicions ambientals al Matarranya, a Nonasp. S'indiquen el coeficient de correlació múltiple (R); el coeficient de determinació múltiple (R²), associat a la varianza explicada pel model; i el valor de F per avaluar la significació de la regressió múltiple. Per cada variable independent inclosa en el model s'indica el coeficient de regressió (B); el coeficient de regressió estandarditzat (Beta), per comparar la contribució relativa de cada variable a la regressió; i el valor de T per avaluar la significació de B i Beta. Els nivells de significació de la regressió múltiple i dels coeficients de regressió s'indiquen amb * = p<0.05; ** = p< 0.01 i *** = p<0.001.

Regressió múltiple		Densitat <i>B. barbatula</i>		el Matarranya Vall-de-roures		
R= .94999572		R ² = .90249187		Adjusted R ² = .82123510		F(5,6)=11.107 p<.00543 **
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			-14297.6	9974.977	-1.43335	0.202
Longitud	2.47853	1.685986	345.1	234.727	1.47008	0.192
Corrent	1.03735	0.219411	4296.4	908.731	4.72787	0.003 **
Area	-7.04289	3.833572	-59.6	32.468	-1.83716	0.116
Amplada	4.19238	2.376739	2287.8	1297.022	1.76392	0.128
Profunditat	0.33100	0.326379	2400.2	2366.622	1.01417	0.350

Regressió múltiple		Densitat <i>C. arcasii</i>		el Matarranya Vall-de-roures		
R= .98190642		R ² = .96414021		Adjusted R ² = .93425706		F(5,6)=32.264 p<.00029 ***
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(6)	p-level
Intercept			41554.5	11323.768	3.66967	0.010 **
Profunditat	-0.03769	0.197927	-511.5	2686.630	-0.19040	0.855
Corrent	0.48251	0.133058	3740.9	1031.607	3.62631	0.011 *
Amplada	-6.48232	1.441335	-6622.0	1472.402	-4.49744	0.004 **
Area	9.38587	2.324808	148.8	36.859	4.03727	0.007 **
Longitud	-3.64112	1.022439	-948.9	266.467	-3.56121	0.0112 *

Taula 6.6. Regressions múltiples significatives entre les densitats estimades i les condicions ambientals al Matarranya, a Vall-de-roures. S'indiquen el coeficient de correlació múltiple (R); el coeficient de determinació múltiple (R²), associat a la varianza explicada pel model; i el valor de F per avaluar la significació de la regressió múltiple. Per cada variable independent inclosa en el model s'indica el coeficient de regressió (B); el coeficient de regressió estandarditzat (Beta), per comparar la contribució relativa de cada variable a la regressió; i el valor de T per avaluar la significació de B i Beta. Els nivells de significació de la regressió múltiple i dels coeficients de regressió s'indiquen amb * = p<0.05; ** = p< 0.01 i *** = p<0.001.

Regressió múltiple		Densitat <i>S. cephalus</i>		el Ripoll		
R= .76990398		R ² = .59275214		Adjusted R ² = .49094018		F(2,8)=5.8220 p<.02751 *
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(8)	p-level
Intercept			-26364.59	14688.72	-1.79489	0.110
Corrent	0.529979	0.228048	38586.34	16603.59	2.32398	0.049 *
Area	0.486670	0.228048	163.96	76.83	2.13407	0.065

Taula 6.6. Regressions múltiples significatives entre les densitats estimades i les condicions ambientals al Ripoll. S'indiquen el coeficient de correlació múltiple (R); el coeficient de determinació múltiple (R²), associat a la varianza explicada pel model; i el valor de F per avaluar la significació de la regressió múltiple. Per cada variable independent inclosa en el model s'indica el coeficient de regressió (B); el coeficient de regressió estandarditzat (Beta), per comparar la contribució relativa de cada variable a la regressió; i el valor de T per avaluar la significació de B i Beta. Els nivells de significació de la regressió múltiple i dels coeficients de regressió s'indiquen amb * = p<0.05; ** = p< 0.01 i *** = p<0.001.

La producció en rius és més elevada que no pas en els llacs (Randall et al., 1995), a la vegada que diversos autors suposen que els rius tropicals són més productius en relació al clima (Lowe-McConnell, 1987; Benke et al., 1988). Les nostres dades en canvi evidencien una elevada productivitat dels rius mediterranis, situats els primers en producció al comparar-los amb els rius temperats i els rius tropicals (Mazzoni & Lobón-Cerviá, 2000). Els valors de la producció anual de l'Aigua d'Ora, el Llobregat i el Ripoll es troben en el rang d'altres treballs realitzats a la regió mediterrània (Taula 6.7), en tant que la producció anual a les dues localitats del Matarranya supera amplament totes les produccions registrades. Tans sols els valors referenciats a Randall et al. (1995) per l'Amazones a Veneçuela i per el Tàmesi a Anglaterra es troben en aquest rang de producció anual. Aquests elevats valors són el resultat d'una elevada densitat i creixement dels peixos més petits (Mathews, 1971) però també com a resultat de les elevades biomasses existents.

De les correlacions entre la producció i la biomassa anual i la taxa de renovació amb les principals característiques climatològiques i hidrològiques podem veure que confirmen la hipòtesi plantejada per Mazzoni & Lobón-Cerviá (2000). Unes condicions de major pluviositat disminueixen la producció i la biomassa anual (Taula 6.8). Si bé el cabal no té una relació directe amb la producció i la biomassa suportada, les alteracions en el patró bàsic en el sentit de reduccions

Riu	Espècies	Densitat	Biomassa	Producció	Autor
Oued Sebaou	2	8.6	3.8	6.9	Penczak & Molinski, 1984
Mesta	3-8	1.5-17.0	15.8-222.5	20.1-177.1	Penczak et al., 1985
Jarama	3-5	13.5-85.7	178.6-300.4	221.7-583.6	Lobón-Cerviá & Penczak, 1984
Guadalete	3	6.8-20.9	312.2-1461.4	221.0-845.5	Rodriguez-Ruiz & Granado, 1991
Ucero	1-8	1.0-7.4	62.3-847.2	77.7-461.7	Lobón-Cerviá et al., 1986
l'Aigua d'Ora	3-5	6.0-21.5	55.07-185.9	80.2-242.3	Aquest treball
el Llobregat	4-8	9.2-37.9	129.9-151.6	78.0-222.7	Aquest treball
el Matarranya					
Nonasp	2-7	6.9-425.8	314.2-7588.6	552.1-7438.6	Aquest treball
Vall-de-roures	5-7	19.6-33.9	372.5-1280.0	316.1-1239.8	Aquest treball
el Ripoll	3-5	5.2-20.5	87.7-280.8	106.9-275.5	Aquest treball

Taula 6.7. Nombre d'espècies (Espècies), densitat mitjana anual (Densitat, ind/ha, x1000), biomassa mitjana anual (Biomassa, kg/ha) i producció anual (Producció, kg/ha) en els treballs publicats realitzats en rius mediterranis.

Variable	Temp	Pluv	Aport	%Aport
P Total	-.1875 p=.471	-.4863 ** p=.048	-.2026 p=.436	-.3145 p=.219
B Total	-.1823 p=.484	-.4965 ** p=.043	-.2278 p=.379	-.3456 p=.174
TR Total	-.1176 p=.653	-.0260 p=.921	.4389 p=.078	.4574 * p=.065

Taula 6.8. Correlacions entre la producció secundària anual (P Total), la biomassa mitjana anual (B Total) i la taxa de renovació (TR Total) de la comunitat íctica dels rius estudiats i les condicions climatològiques (Temp: Temperatura mitjana anual; Pluv: Pluviositat mitjana anual) i hidrològiques anuals (Aport: Aportació anual; % Aport: Percentatge de l'aportació anual respecte a l'aportació mitjana anual) (n = 17; * = $p < 0.10$; ** = $p < 0.05$).

respecte al cabal habitual redueixen la taxa de recuperació. Tant la estratègia oportunista típica de les poblacions presents en els rius mediterranis permanents com la estratègia periòdica de les poblacions de rius mediterranis estacionals permeten una ràpida recuperació de les poblacions de peixos en anys amb elevats cabals. Tan sols la successió de varis anys amb baixa aportació o sequeres excepcionals podrien tenir la capacitat de reduir les poblacions fins a nivells que impedeixin aquesta recuperació.

Com a conclusió, la producció secundària de la comunitat íctica dels rius mediterranis estacionals és de les més altes registrades. La producció secundària segueix sent elevada, encara que inferior, en els rius mediterranis permanents. La taxa de renovació disminueix en funció de la reducció del cabal anual respecte al cabal mitjà característic de cada riu, és a dir, del grau de sequera de cada any.