

# Xenodiversità animale nel bacino idrografico del Po

Francesca Gherardi<sup>1\*</sup>, Anna Occhipinti-Ambrogi<sup>2</sup>, Dario Savini<sup>2</sup>, Elena Tricarico<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze, Via Romana 17 - 50125 Firenze

<sup>2</sup> Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università di Pavia, Via S. Epifanio 14 - 27100 Pavia

\* Referente per la corrispondenza: francesca.gherardi@unifi.it

## Riassunto

L'introduzione di specie alloctone è riconosciuta come una delle più gravi minacce alla biodiversità in grado di alterare il funzionamento degli ecosistemi e di apportare danni all'economia e alla salute umana. Le acque interne sono particolarmente vulnerabili alle invasioni biologiche a causa di molteplici fattori, fra cui la varietà delle attività umane che vi insistono e l'elevata capacità di dispersione della maggior parte delle specie acquatiche. Anche a seguito di ricerche effettuate nell'ambito dei progetti europei DAISIE e IMPASSE, siamo in grado oggi di tracciare un quadro, sia pur non definitivo, del numero di specie animali alloctone presenti nel bacino del Po. Il confronto tra questo e gli altri bacini italiani per quanto riguarda l'andamento temporale delle introduzioni e i principali vettori mette in evidenza l'associazione tra la xenodiversità e le attività produttive (in particolare l'acquacoltura) e il ruolo del bacino del Po come "hub" di scambio di specie alloctone tra l'Italia e il resto d'Europa.

PAROLE CHIAVE: Specie alloctone / Fiume Po / Vettori di introduzione

## Animal xenodiversity in the drainage basin of the Po river.

The introduction of alien species is one of the major threats to biodiversity. Indeed, some of the introduced species alter the functioning of ecosystems and cause damages to the economy and human health. Inland waters are particularly vulnerable to biological invasions because of several factors, including their links with human activities and the high dispersal ability of aquatic species. After our researches within the European projects DAISIE and IMPASSE, we can today provide a picture, obviously not definitive, of the number of alien species forming self-sustaining populations in the Po River drainage basin. A comparison between this and the other Italian basins for the temporal trend of the introductions and for the principal vectors of alien species clearly shows the association of xenodiversity with human activities (and in particular with aquaculture) and the role of the Po River basin as a "hub" in the traffic of alien species between Italy and the rest of Europe.

KEY WORDS: Alien species / Po river / pathways of introduction

## INTRODUZIONE

L'introduzione di specie al di fuori del loro areale naturale di distribuzione minaccia la biodiversità, altera il funzionamento degli ecosistemi e danneggia l'economia umana (COSTANZA *et al.*, 1997). Anche se l'uomo è sempre stato un potente agente di dispersione, negli ultimi decenni il numero delle introduzioni legate per via diretta o indiretta all'azione antropica è aumentato in modo esponenziale, come conseguenza della crescente globalizzazione nell'economia e nel commercio (LODGE, 1993).

All'intensificarsi degli scambi commerciali si è accompagnata una crescente deregolamentazione del mercato, che ha determinato la riduzione nel controllo sulle merci, l'intensificazione dei vecchi vettori di introduzione di specie alloctone e la creazione di nuovi, quali il commercio tramite web (GHERARDI, 2007a,b). Una volta introdotte, una frazione, sia pur piccola, di specie ha assunto un comportamento invasivo, contribuendo all'estinzione locale di alcune delle specie autoctone e all'alterazione delle funzioni e dei servizi degli

ecosistemi invasivi (LODGE, 1993); alcune di queste specie hanno inoltre prodotto costi economici diretti alle attività umane (PIMENTEL *et al.*, 2005) e hanno favorito la diffusione di malattie e parassiti (GHERARDI, 2007a,b).

Le acque interne sono particolarmente vulnerabili alle invasioni biologiche a causa del loro stretto legame con l'uomo (per il commercio, il trasporto e le attività ricreative) e dell'elevata capacità dispersiva delle specie dulcacquicole (GHERARDI, 2007a,b). L'introduzione di specie, insieme alla perdita e alla frammentazione degli habitat, all'inquinamento e al sovrasfruttamento delle risorse ittiche, provoca una drastica riduzione della biodiversità nelle acque interne mondiali che risulta addirittura più rapida rispetto a quanto registrato negli ecosistemi terrestri (GHERARDI, 2007a,b). Tutto ciò si aggiunge ai cambiamenti climatici in atto, che contribuiscono a modificare la distribuzione delle specie anche negli ecosistemi acquatici (OCCHIPINTI-AMBROGI, 2007).

Per una corretta gestione delle acque interne è quindi necessario comprendere la dinamica e le cause dell'introduzione di specie al fine di prevenire e/o di controllare future invasioni e di mitigarne l'impatto. In primo luogo, è necessario conoscere la xenodiversità (LEPPÄKOSKI *et al.*, 2002) dell'area di interesse. In Italia, nell'ambito di progetti finanziati dalla Commissione Europea (DAISIE "Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe" e IMPASSE "Environmental Impacts of Alien Species in Aquaculture"), è stata recentemente stilata la prima lista di specie alloctone nelle acque interne (GHERARDI *et al.*, 2008). Da questa lista abbiamo estratto alcuni dati relativi al bacino idrografico del Po, che ci hanno permesso di tracciare, sia pur in via preliminare, un quadro della sua xenodiversità e di confrontarla con quanto abbiamo registrato in altri bacini italiani.

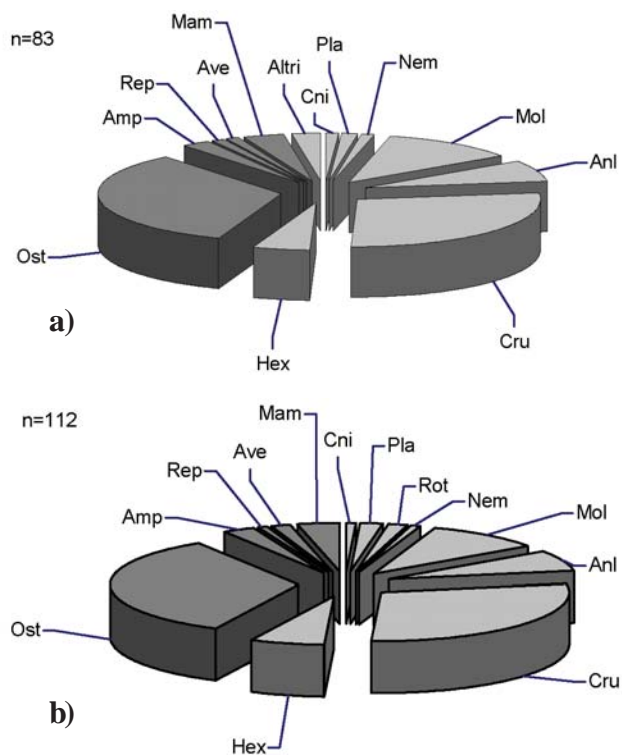
## MATERIALI E METODI

I dati sono stati ottenuti dalla letteratura scientifica e da specialisti dei singoli taxa. In accordo con le "Linee guida per la reintroduzione e il ripopolamento di specie animali e vegetali di interesse comunitario" (AA.VV., 2007), sono state definite alloctone le specie comparse in Italia dopo la scoperta dell'America (COPP *et al.*, 2005). Sono stati analizzati pesci e invertebrati acquatici (liberi e parassiti), ma anche altri invertebrati e vertebrati (anfibi, rettili, uccelli e mammiferi) legati all'ambiente acquatico per il completamento del loro ciclo vitale. Per acque interne si intendono tutte le acque lentiche e lotiche superficiali (Direttiva 2000/60/EC). Abbiamo analizzato esclusivamente le specie alloctone (COPP *et al.*, 2005) e non le specie oggetto di transfaunazione, cioè del trasporto da un distretto ittiogeografico dove sono indigene ad un altro dove

non lo sono. Ove possibile, per ogni specie abbiamo indicato: la data della prima introduzione, il primo bacino in cui sono state introdotte, la modalità di arrivo (intenzionale/non intenzionale), le vie di introduzione (dispersione, fuga da allevamenti, rilascio, trasporto) e le cause dell'introduzione (allevamento, motivi ornamentali, controllo biologico, ripopolamento e navigazione). I dati di frequenza sono stati analizzati con il G test con correzione di Williams (G).

## RISULTATI

La xenodiversità animale del bacino del Po consta di 83 specie (Fig. 1a, Tab. I), che corrispondono a circa il 75% delle specie alloctone (112) riscontrate in Italia (Fig. 1b). La distribuzione di queste specie per taxon riflette quanto osservato in Italia (GHERARDI *et al.* 2008). Tra queste specie sono presenti ben 8 delle 11 specie indicate dagli esperti del consorzio DAISIE come le peggiori specie alloctone delle acque interne europee, cioè il platelminto *Gyrodactylus salaris*, il nematode *Anguillicola crassus*, i molluschi *Corbicula fluminea* e *Dreissena polymorpha*, i crostacei *Dikero-*



**Fig. 1.** Distribuzione per taxon delle specie animali alloctone nel bacino del Po (a) e nelle acque interne italiane (b) (da GHERARDI *et al.* 2008). Anl= Anellida, Amp= Amphibia, Altri= Altri taxa, Art= Arthropoda, Ave= Aves, Cni= Cnidaria, Cru= Crustacea, Hex= Hexapoda, Mol= Mollusca, Ost= Osteichthyes, Pla= Platyhelminthes, Mam= Mammalia, Nem= Nematoda, Rep= Reptilia, Rot= Rotifera.

**Tabella I.** Le specie alloctone presenti nel bacino del Po. Le specie che non formano popolazioni riproduttive sono indicate con l'asterisco.

Phylum/Divisione	Famiglia	Specie	Descrittore	Continente di origine
1 Cnidaria	Olindiidae	<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	Lankester, 1880	Asia
2 Platyhelminthes/Monogenea	Gyrodactylidae	<i>Gyrodactylus salaris</i>	Malmberg, 1957	Europa
3 Platyhelminthes/Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia tigrina</i>	(Giard, 1850)	America
4 Rotifera/Monogononta	Bdelloidea	<i>Rhinoglena tokioensis</i>	Sudzuki, 1976	Asia
5 Rotifera/Monogononta	Notommatidae	<i>Filinia minuta</i>	(Smirnov, 1928)	Asia
6 Nematoda/Secernentea	Anguillicolae	<i>Anguillicola crassus</i>	Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974	Asia
7 Mollusca/Gastropoda	Ancylidae	<i>Ferrissia wautieri</i>	(Mirolli, 1960)	America (?)
8 Mollusca/Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	(J.E. Gray, 1843)	Oceania
9 Mollusca/Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>	(Say, 1817)	America
10 Mollusca/Gastropoda	Physidae	<i>Haitia acuta</i>	(Draparnaud, 1805)	America
11 Mollusca/Gastropoda	Planorbidae	<i>Gyraulus chinensis</i>	(Dunker, 1848)	Asia
12 Mollusca/Gastropoda	Planorbidae	<i>Helisoma duryi</i>	(Wetherby, 1879)	America
13 Mollusca/Gastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	(O.F. Müller, 1774)	Asia, Africa
14 Mollusca/Bivalvia	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>	(O.F. Müller, 1774)	Asia
15 Mollusca/Bivalvia	Dreissenidae	<i>Dreissena polymorpha</i>	(Pallas, 1771)	Asia
16 Mollusca/Bivalvia	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i>	(Lea, 1834)	Asia
17 Annelida/Branchiobdellea	Branchiobdellidae	<i>Xironogiton victoriensis</i>	Gelder & Hall, 1990	America
18 Annelida/Branchiobdellea	Cambarincolidae	<i>Cambarincola mesochoreus</i>	Hoffman, 1963	America
19 Annelida/Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Barbronia weberi</i>	(Blanchard, 1897)	Asia
20 Annelida/Hirudinea	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
21 Annelida/Oligochaeta	Tubificidae	<i>Branchiura sowerbyi</i>	Beddard, 1892	Asia, Oceania
22 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Chydoridae	<i>Alona diaphana</i>	King, 1853	Eurasia
23 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Chydoridae	<i>Alona rustica</i>	Scott, 1895	Europa
24 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia rotunda</i>	G.O. Sars, 1862	Europa
25 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia ambigua</i>	Scourfield, 1947	America
26 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia parvula</i>	Fordyce, 1901	America
27 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Daphniidae	<i>Simocephalus hejlongjiangensis</i>	Shi & Shi, 1994	Asia
28 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Macrothricidae	<i>Wlasicisia pannonica</i>	Daday, 1904	Eurasia
29 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Moinidae	<i>Moina affinis</i>	Birge, 1893	America
30 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Moinidae	<i>Moina weismanni</i>	Ishikawa, 1896	Asia
31 Arthropoda/Crustacea/Cladocera	Sididae	<i>Latonopsis australis</i>	G.O.Sars, 1888	Oceania
32 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Chlamydotheca incisa</i>	(Claus, 1892)	America
33 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Cypretta turgida</i>	(Sars, 1895)	Asia
34 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Dolerocypris sinensis</i>	Sars, 1903	Eurasia
35 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Isocypris beauchampii cicatricosa</i>	Fox, 1963	Africa
36 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Stenocypris major</i>	(Baird, 1859)	Asia
37 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Strandesia spinulosa</i>	Bronstein in Akatova, 1958	Africa, Asia
38 Arthropoda/Crustacea/Ostracoda	Cyprididae	<i>Tancypris pellucida</i>	(Klie, 1932)	Asia
39 Arthropoda/Crustacea/Copepoda	Centropagidae	<i>Boeckella triarticulata</i>	(Thompson, 1883)	Oceania, Am., Asia
40 Arthropoda/Crustacea/Copepoda	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	(G.O. Sars, 1863)	Europa
41 Arthropoda/Crustacea/Amphipoda	Gammaridae	<i>Dikergammarus villosus</i>	(Sowinsky, 1894)	Asia
42 Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Astacidae	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	(Dana, 1852)	America
43 Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Orconectes limosus</i>	(Rafinesque, 1817)	America
44 Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	(Girard, 1852)	America
45 Arthropoda/Hexapoda/Coleoptera	Sphaeriidae	<i>Cercyon (Paracycreon) laminatus</i>	Sharp, 1873	Asia
46 Arthropoda/Hexapoda/Coleoptera	Sphaeriidae	<i>Cryptopleurum subtile</i>	Sharp, 1884	Asia
47 Arthropoda/Hexapoda/Coleoptera	Sphaeriidae	<i>Pelosoma lafertei</i>	Mulsant, 1844	America
48 Arthropoda/Hexapoda/Ephemeroptera	Siphonuridae	<i>Ametropus fragilis</i>	Albarda, 1878	Europa
49 Pisces	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	(Linnaeus, 1758)	America
50 Pisces	Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lacépède, 1802	America
51 Pisces	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Greenwood, 1960	Africa
52 Pisces	Clariidae	<i>Clarias gariepinus*</i>	Burchell, 1822	Africa, Asia

53	Pisces	Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
54	Pisces	Cyprinidae	<i>Aspius aspius</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
55	Pisces	Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
56	Pisces	Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	(Linnaeus, 1758)	Asia
57	Pisces	Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i>	(Linnaeus, 1758)	Eurasia
58	Pisces	Cyprinidae	<i>Chondrostoma nasus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
59	Pisces	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	(Linnaeus, 1758)	Eurasia
60	Pisces	Cyprinidae	<i>Hypophthalmichthys nobilis*</i>	(Richardson, 1836)	Asia
61	Pisces	Cyprinidae	<i>Pseudorasbora parva</i>	(Schlegel, 1842)	Asia
62	Pisces	Cyprinidae	<i>Rhodeus sericeus</i>	(Pallas, 1776)	Eurasia
63	Pisces	Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
64	Pisces	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	(Rafinesque, 1820)	America
65	Pisces	Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	(Rafinesque, 1818)	America
66	Pisces	Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
67	Pisces	Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	(Linnaeus, 1758)	Eurasia
68	Pisces	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Girard, 1859	America
69	Pisces	Salmonidae	<i>Coregonus lavaretus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
70	Pisces	Salmonidae	<i>Coregonus oxyrhynchus</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
71	Pisces	Salmonidae	<i>Oncorhynchus kisutch*</i>	(Walbaum, 1792)	America, Asia
72	Pisces	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss*</i>	(Walbaum, 1792)	Asia, America
73	Pisces	Salmonidae	<i>Salmo trutta (Atlantic lin.)</i>	Linnaeus, 1758	Eurasia
74	Pisces	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>	(Mitchill, 1814)	America
75	Pisces	Salmonidae	<i>Thymallus thymallus (Danube lin.)</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa
76	Pisces	Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Linnaeus, 1758	Eurasia
77	Amphibia	Ranidae	<i>Rana catesbeiana</i>	Shaw, 1802	America
78	Amphibia	Ranidae	<i>Rana kurtmuelleri</i>	Gayda, 1940	Europa
79	Reptilia	Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans*</i>	(Schoepff, 1792)	America
80	Aves	Threskiornithidae	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	(Latham, 1790)	Asia, Africa
81	Mammalia	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	(Berkenhout, 1769)	Asia
82	Mammalia	Mustelidae	<i>Neovison vison</i>	(Schreber, 1777)	America
83	Mammalia	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	(Molina, 1782)	America

*gammarus villosus* e *Procambarus clarkii* e i pesci ossei *Pseudorasbora parva* e *Salvelinus fontinalis*.

Il Po è il bacino italiano in cui si è riscontrato il maggior numero di prime introduzioni di specie alloctone in Italia, sia considerando il totale delle specie, con 53 specie introdotte per la prima volta nel Po (rispetto a 41 negli altri bacini, mentre 18 sono le specie per le quali il bacino di prima introduzione è ignoto;  $G=51,08$ ,  $df=3$ ,  $P<0,001$ ) (Fig. 2a), sia analizzando i singoli taxa separatamente (Fig. 2b). Alcune delle specie introdotte per la prima volta in Italia nel Po esercitano un forte impatto negativo nei confronti delle comunità e degli ecosistemi, quali il mollusco gasteropode *Melanoidea tuberculata*, il pesce osseo *Silurus glanis* e il rettile *Trachemys scripta elegans*.

Analizzando le 50 specie alloctone (sul totale di 53) di cui si conosce l'anno di introduzione, si osserva un picco delle prime introduzioni nella seconda metà del XX secolo ( $G=70,52$ ,  $df=3$ ,  $P<0,001$ ), secondo un andamento che corrisponde a quello osservato per il resto dell'Italia (Fig. 3). Rispetto agli altri bacini italiani, il Po ospita il maggior numero di "endemiti alloctoni", cioè specie alloctone che sono esclusive di un bacino, con 30 specie (rispetto alle 12 nel resto d'Ita-

lia;  $G=45,52$ ,  $df=3$ ,  $P<0,001$ ), tra cui pesci, quali *Hypophthalmichthys nobilis* e *Clarias gariepinus*, e rettili quali *Rana kurtmuelleri* (Fig. 4).

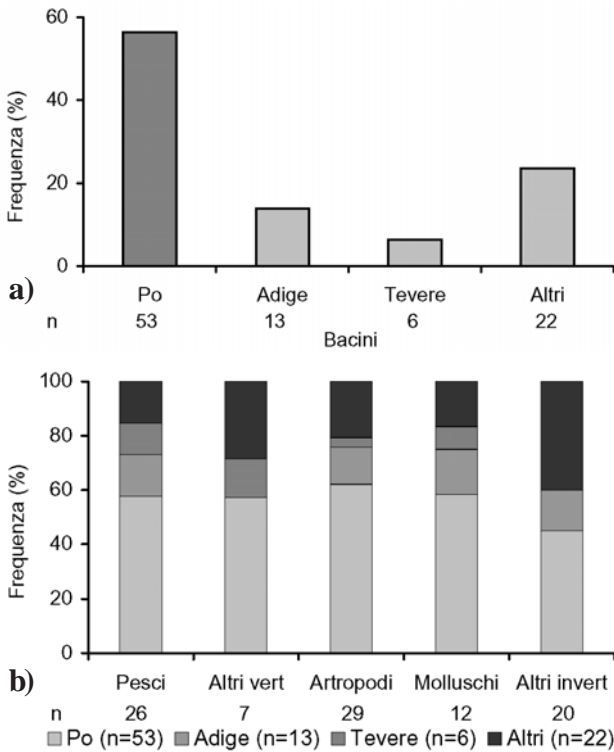
Delle 46 specie di cui si conoscono i vettori di introduzione nel Po, oltre il 60% sono state introdotte per via non intenzionale come peraltro osservato nel resto d'Italia (61% vs 63%:  $G=0,05$ ,  $df=1$ , ns). La via di introduzione prevalente nel Po è il trasporto (23 su 38 specie per le quali le vie di introduzione sono note), seguita dal rilascio deliberato in natura (5) secondo una distribuzione che differisce da quanto osservato nel resto d'Italia ( $G=45,05$ ,  $df=3$ ,  $P<0,001$ ; Fig. 5). Come nel resto d'Italia, la principale causa di introduzione è il ripopolamento (20 su 40 casi noti nel Po rispetto a 14 su 23 nel resto dell'Italia), mentre l'acquacoltura risulta nel Po una causa di introduzione più frequente che negli altri bacini italiani (17 su 40 vs 5 su 23;  $G=69,32$ ,  $df=4$ ,  $P<0,001$ ) (Fig. 6).

## DISCUSSIONE

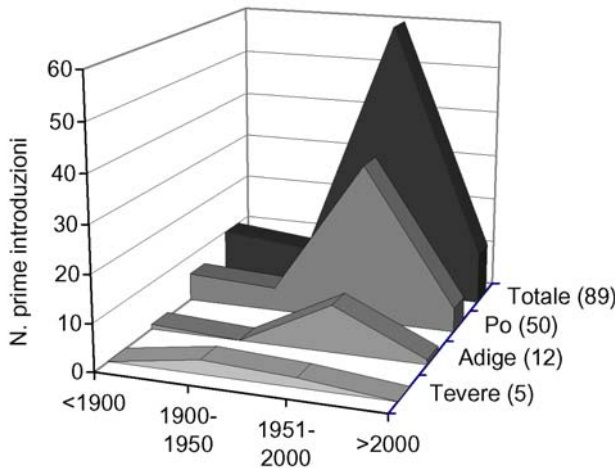
Il nostro studio ha evidenziato la presenza nel bacino idrografico del Po di 83 specie animali alloctone, che corrispondono a circa 3/4 della fauna alloctona registrata nel complesso delle acque interne italiane.



Questo valore sicuramente sottostima l'effettiva xenodiversità, probabilmente perché le informazioni relative ad alcuni taxa, in particolare tra gli invertebrati, sono ancora limitate. Il taxon più soggetto ad introduzioni è quello dei vertebrati, soprattutto i pesci ossei, la cui comparsa in natura, dovuta al rilascio, sembra essere associata in gran parte alle attività di pesca e di ac-

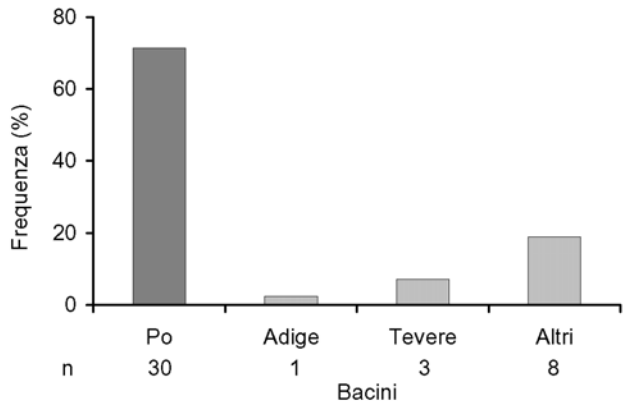


**Fig. 2.** Frequenza (in %) delle specie alloctone introdotte per la prima volta per l'Italia nel Po e in altri bacini (a) e delle stesse specie distinte per taxon (b).

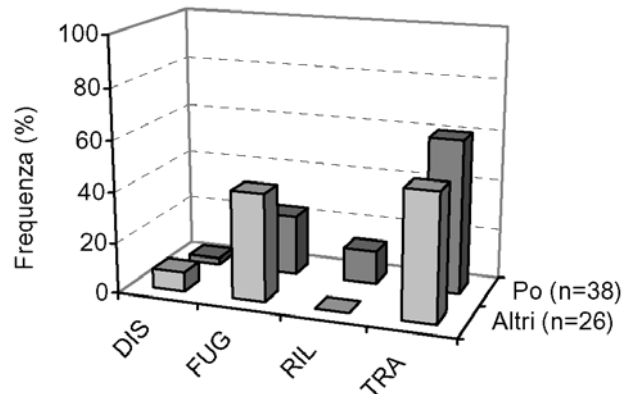


**Fig. 3.** Andamento temporale delle prime introduzioni nel bacino del Po e in altri bacini italiani.

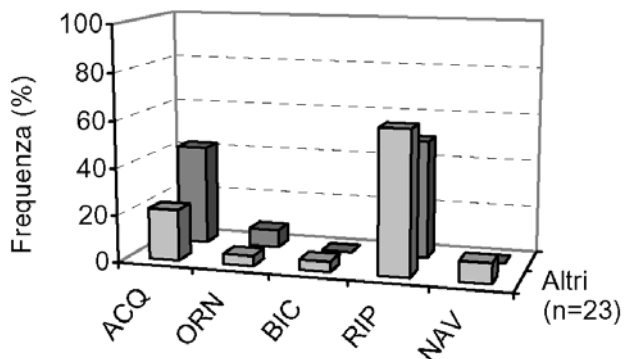
quacoltura e, in minor misura, all'abbandono in natura di specie ornamentali, come nel caso di *Trachemys scripta elegans*. Il rilascio di specie ittiche è un fenomeno assai diffuso in Europa (COPP *et al.*, 2005; GHERARDI *et al.*, 2009) e ampiamente praticato in



**Fig. 4.** Frequenza (in %) degli endemiti alloctoni presenti nel Po e in altri bacini italiani.



**Fig. 5.** Distribuzione di frequenza (in %) delle vie di prima introduzione nel bacino del Po e nel resto dei bacini italiani. DIS= dispersione, FUG= fuga da allevamenti, RIL= rilascio e TRA= trasporto.



**Fig. 6.** Distribuzione di frequenza (in %) dei motivi di prima introduzione nel bacino del Po e nel resto dei bacini italiani. ACQ= allevamento, ORN= motivi ornamentali, BIC= controllo biologico, RIP= ripopolamento e NAV= navigazione.

Italia, dove i controlli sono stati a lungo assenti o inefficaci. Di conseguenza, le acque italiane ospitano il maggior numero di specie di pesci alloctoni in Europa (GHERARDI *et al.*, 2009), specie che costituiscono la quarta causa di minaccia per le specie ittiche autoctone (ZERUNIAN, 2002). Il trasporto accidentale di specie, spesso come contaminanti delle partite da semina di pesci, sembra essere il principale vettore di introduzione degli invertebrati.

L'incremento da noi rilevato nel numero di specie alloctone a partire dagli anni 1950-60 sembra riflettere il boom economico registrato in quegli anni in Italia e soprattutto al Nord, a sostegno dello stretto legame tra l'intensificazione delle attività produttive e commerciali e l'introduzione di specie. Il bacino del Po appare la sede della prima introduzione della maggior parte delle specie animali alloctone in Italia e ospita il maggior numero di endemiti alloctoni. I risultati ottenuti inducono a considerare questo bacino come una sorta di "hub" per il traffico di specie alloctone tra l'Italia e il resto dell'Europa, rendendo necessario un controllo attento proprio in questa area. Da notare che nell'area di transizione tra il sistema dulcacquicolo del tratto terminale del Po e il bacino dell'Alto Adriatico si registra un elevato numero di specie alloctone, molte delle

quali in grado di tollerare ampie variazioni di salinità (OCCHIPINTI-AMBROGI, 2000).

Ad oggi, è noto l'impatto di un numero ancora limitato delle specie alloctone da noi individuate (GHERARDI, 2007b,c). Sarà quindi necessario estendere la valutazione dell'impatto alle altre specie, in particolare a quelle dotate di caratteristiche biologiche che le rendono potenzialmente invasive, mantenendo contemporaneamente aggiornata la lista fino ad oggi compilata. Dovranno inoltre essere raccolte tutte le informazioni scientifiche indispensabili per la realizzazione di corretti interventi gestionali nei confronti delle specie invasive già presenti, tenendo conto del fatto che, per alcune di loro, il tempo di acclimatazione è particolarmente lungo e i caratteri di invasività, favoriti da mutamenti ambientali e climatici, si manifestano in largo ritardo rispetto al rilascio. L'approccio precauzionale suggerisce quindi la messa in atto di tutte le misure volte a contrastare o comunque a controllare le introduzioni.

#### Ringraziamenti

Il lavoro è stato condotto nell'ambito dei progetti europei DAISIE (F.G. & E.T.) e IMPASSE.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2007. Linee guida per l'immissione di specie faunistiche. *Quaderni di Conservazione della Natura*, 27, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- COPP G.H., BIANCO P.G., BOGUTSKAYA N.G., ERŐS T., FALKA I., FERREIRA M.T., FOX M.G., FREYHOF J., GOZLAN R.E., GRABOWSKA J., KOVÁČ V., MORENO-AMICH R., NASEKA A.M., PEŐÁZ M., POV• M., PRZYBYLSKI M., ROBILLARD M., RUSSELL I.C., STAKĚNAS S., ŠUMER S., VILA-GISPERT A., WIESNER C., 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 242-262.
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., O'NEILL R.V., PARUELO J., RASKIN R.G., SUTTON P., VAN DEN BELT M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- GHERARDI F., 2007a. Biological invasions in inland waters: an overview. In: Gherardi F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 3-25.
- GHERARDI F. (ed.), 2007b. *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 734 pp.
- GHERARDI F., 2007c. The impact of freshwater NIS: what are we missing? In: Gherardi F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 437-462.
- GHERARDI F., BERTOLINO S., BODON M., CASELLATO S., CIANFANELLI S., FERRAGUTI M., LORI E., MURA G., NOCITA A., RICCARDI N., ROSSETTI G., ROTA E., SCALERA R., ZERUNIAN S., TRICARICO E., 2008. Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological Invasions*, 10: 435-454.
- GHERARDI F., GOLLASCH S., MINCHIN D., OLENIN S., PANOV V.E., 2009. Alien invertebrates and fish in European inland waters. In: DAISIE (ed.), *Handbook of alien species in Europe*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 81-92.
- LEPPÄKOSKI E., GOLLASCH S., OLENIN S., 2002. Alien species in European waters. In: Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S. (eds.), *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impact and management*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands: 1-6.
- LODGE D.M., 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 133-137.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., 2000. Biotic invasions in the Lagoon of Venice: ecological considerations. *Biological Invasions*, 2: 165-176.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A., 2007. Global change and marine communities: alien species and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 342-352.
- PIMENTEL D., ZUNIGA R., MORRISON D., 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52: 273-288.
- ZERUNIAN S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna: X, 200 pp.