

Fauna ittica delle acque interne: la minaccia delle specie e delle popolazioni alloctone

Francesca Ciutti^{1*}, Cristina Cappelletti¹, Filippo Faccenda¹,
Andrea Gandolfi², Elena Tricarico³, Lucilla Carnevali⁴

¹ Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, Via Edmund Mach 1 – 38098 San Michele all'Adige (TN).

² Fondazione Edmund Mach, Centro Ricerca e Innovazione, Via Edmund Mach 1 – 38098 San Michele all'Adige (TN).

³ Università di Firenze, Dipartimento di Biologia, via Madonna del Piano 6 – 50019 Sesto Fiorentino (FI)

⁴ ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Via Vitaliano Brancati 48, Roma

* Referente per la corrispondenza: francesca.ciutti@fmach.it

Pervenuto il 9.3.2023; accettato il 20.4.2023

Riassunto

Una delle principali minacce alla biodiversità della fauna ittica delle acque interne è rappresentata dall'introduzione di specie alloctone, il cui divieto di immissioni è normato sia a livello comunitario che nazionale. Vengono riportate le principali definizioni di specie autoctona, alloctona e neonativa e viene commentata la definizione di specie parautoctona. Viene infine indicata la necessità di effettuare una valutazione del rischio per qualsiasi immissione che riguardi anche la fauna ittica autoctona.

PAROLE CHIAVE: specie alloctona / specie neonativa / pesca sportiva / gestione fauna ittica

Freshwater fish fauna: the threat from alien species and populations

Introduction of alien species represents a major threat for freshwater fish fauna. Release of alien species is regulated by European and national legislation. Definitions of native, alien and neonative species are reported, and the Italian concept of "parautoctonia" is discussed. Finally, the need for a risk assessment for any fish stocking activity, including reintroduction or reinforcement of native species, is proposed.

KEYWORDS: alien species / neonative species / angling / fish stocking

INTRODUZIONE

Esiste ormai ampio consenso sul fatto che l'introduzione e la diffusione di specie alloctone rappresentino uno dei più importanti fattori di minaccia alla biodiversità e la seconda causa di estinzione di specie animali a livello globale (MEA, 2005; Seebens *et al.*, 2017). Tali impatti sul biota sono più evidenti negli ambienti acquatici rispetto a quelli terrestri, a causa dell'esteso rilascio di organismi sia intenzionale (es.: semine), sia involontario (ad esempio attraverso le acque di zavorra delle navi) (Sala *et al.*, 2000; Beeton, 2002; Havel *et al.*, 2015).

Le acque interne rappresentano il 3% delle acque del pianeta, di cui solo un sesto disponibile per la vita, ma la fauna ittica dulciacquicola rappresenta il 40% della diversità ittica e il 25% della fauna vertebrata (Costa *et al.*, 2021). L'alta biodiversità è dovuta al grado di isolamento naturale degli habitat di acqua dolce, in quanto ogni bacino idrografico può essere considerato, in termini ecologici, una "isola" separata da altre isole da barriere insormontabili per la fauna dulciacquicola.

A livello globale, il 23% delle specie ittiche native è considerato minacciato e sono state osservate, per que-

sta componente, notevoli variazioni nella biodiversità funzionale, tassonomica e filogenetica in più del 50% dei corsi d'acqua, che tendono conseguentemente ad essere sempre più omogenei. Tali cambiamenti derivano principalmente dall'introduzione di specie alloctone (Su *et al.*, 2021).

La Lista Rossa Europea dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN Red List) evidenzia come la fauna ittica delle acque interne in Europa sia uno dei gruppi faunistici maggiormente minacciati, con il 40% delle specie a rischio di estinzione. Fra le principali minacce sono comprese le introduzioni di specie alloctone, oltre alla presenza di dighe, alla gestione delle acque, ai periodi di siccità, all'inquinamento ed alla pesca (Costa *et al.*, 2021). Tra le principali vie di ingresso di specie alloctone di acqua dolce in Europa sono riconosciute l'acquacoltura, il commercio di animali da acquario e le semine a sostegno della pesca (Nunes *et al.*, 2015).

La Regione Biogeografica Centrale Peri-Mediterranea, che comprende l'Italia, è considerata l'area europea con il maggior numero di specie endemiche e, assieme alla Regione Ponto-Caspica, rappresenta un "hotspot di biodiversità" per la fauna ittica delle acque dolci (Reyjol *et al.*, 2007). A fronte di una situazione caratterizzata dalla presenza in Italia di numerose specie endemiche e sub-endemiche, che rappresentano il 49,1 % delle specie autoctone, si assiste ad un continuo aumento di quelle alloctone. Nel 2008 si segnalava la presenza di 44 specie esotiche (Gherardi *et al.*, 2008), numero decisamente accresciuto nelle più recenti rilevazioni: attualmente risultano segnalate sul nostro territorio 62 specie alloctone, oltre a 29 ulteriori specie non acclimatate (AIIAD, 2021). Tale incremento è almeno in parte riconducibile a revisioni della sistematica effettuate sulla base della caratterizzazione genetica e morfologica di alcune specie. Ad esempio, solo nel 2011 è stato riconosciuto come specie a sé stante, nativo delle acque italiane, il luccio italico o cisalpino *Esox cisalpinus* Bianco e Delmastro 2011 [sin. *Esox flaviae* Lucentini *et al.*, 2011] fino ad allora considerato conspecifico con il luccio europeo *Esox lucius* Linnaeus, 1758 (Gandolfi *et al.*, 1991; Zerunian, 2004), modificando di fatto lo status di quest'ultimo in alloctono per l'Italia. Analogamente, solo di recente il temolo adriatico o temolo italico è stato riabilitato come specie *Thymallus aeliani* Valenciennes, 1848 (Bianco, 2014; Dyldin *et al.*, 2017), distinguendolo così dal temolo europeo *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758), e ridefinendo pertanto lo status di quest'ultimo in specie alloctona per l'Italia.

Nel corso della storia evolutiva di una specie, qualora differenti popolazioni rimangano isolate le une dalle altre (ad esempio a seguito di modifiche naturali dell'idrografia che ne impediscano la migrazione impedendo quindi il mantenimento di un flusso genico) si possono

originare significative differenziazioni genetiche tra popolazioni, a seguito di effetti casuali o di adattamenti locali all'ambiente. È quindi importante preservare, per quanto possibile, tali differenziazioni, evitando di rimescolare e omogeneizzare in modo artificiale quanto nel corso dell'evoluzione si è separato e differenziato. Per tale motivo, anche a livello legislativo, le popolazioni e non solo le specie sono indicate come oggetto delle attività di conservazione. Le differenti popolazioni sono definite, in Biologia della Conservazione o più in generale in Ecologia, Unità di Conservazione o Unità Gestionali.

LA CONSERVAZIONE DEGLI ECOSISTEMI, DELLE SPECIE E DELLE POPOLAZIONI

In Italia, circa il 60% delle introduzioni si è verificato negli ultimi tre decenni, con importanti modifiche delle comunità ittiche. Bacini idrografici già ricchi di specie hanno visto accrescere la diversità ittica a seguito della stabilizzazione di specie introdotte. Oltre a ciò, si rileva un trend di omogeneizzazione biotica tra gli ecosistemi anche a scala locale, dovuta ad una aumentata diffusione di specie generaliste, mediata dall'uomo (Nocita *et al.*, 2017). Allo stato attuale, delle 152 specie di pesci che popolano le acque interne, 91 sono da considerarsi alloctone (59,9%) (AIIAD, 2021).

Il recentissimo aggiornamento delle liste rosse italiane dei vertebrati certifica il peggioramento dello stato di conservazione dei pesci e dei ciclostomi, a dimostrazione della critica situazione che vivono, ormai da decenni, gli ambienti lotici e lentici in Italia. Notevole e preoccupante è, in particolare, il numero delle specie considerate come non appartenenti alla fauna autoctona italiana e, per questo, valutate come "NA" (Not Applicable). Si tratta di 52 specie (nella precedente analisi se ne contavano 47) considerate tutte alloctone e presenti in Italia solo a causa di immissioni operate dall'uomo, in gran parte legate a esigenze ludiche e "sportive" (Rondinini *et al.*, 2022).

Anche su scala globale, la conservazione della diversità ittica d'acqua dolce nei fiumi meno impattati (che rappresentano solo il 13,4% del totale dei fiumi del pianeta) ricade al di sotto dell'obiettivo di proteggere almeno il 30% della superficie terrestre entro il 2030, come proposto dalla comunità scientifica nel Global Deal for Nature (GDN) (Dinerstein *et al.*, 2019).

È chiaro che ecologi, idrobiologi o biologi della conservazione non possono che condividere la preoccupazione sul crescente numero e sull'abbondanza di alloctoni nei nostri ecosistemi, per i possibili impatti sulle specie e sulle popolazioni autoctone (es.: estinzione, ibridazione, competizione alimentare e competizione per gli habitat) e sugli ecosistemi. Qualora l'autoctonia di una specie o di una popolazione in un determinato

bacino non sia dimostrata e sia pertanto dubbia (specie e popolazioni criptogeniche), è ragionevole applicare un principio di precauzione, evitando di introdurre nuovi potenziali alloctoni o di incrementare la presenza di quelli già presenti.

Altri aspetti legati alla presenza degli alloctoni, quali quelli sociali, culturali, economici, non sono di competenza di ecologi, idrobiologi o biologi della conservazione; la mediazione tra tutti gli interessi in campo è un ruolo affidato alla politica.

Nel mondo della pesca sportiva è ancora aperto il dibattito sulla possibilità di immettere (seminare) specie considerate alloctone (o assimilabili alle autoctone), per le importanti ricadute sociali ed economiche che ne derivano. Nel presente lavoro verranno ribaditi concetti e definizioni che stanno alla base del dibattito e verranno richiamate le principali norme nazionali ed europee che stanno alla base della regolamentazione per i divieti di immissione di specie alloctone.

DEFINIZIONI

Le specie e le popolazioni sono di norma suddivise in due “categorie”:

- autoctone, ovvero native o indigene;
- alloctone, ovvero aliene, non native, esotiche o non indigene.

Questa distinzione è ormai accettata sia in ambito scientifico che dalla legislazione ambientale. Partiamo quindi dalle due definizioni fondamentali, per poi vederne altre, utili a comprendere il quadro nel quale ci stiamo muovendo.

Specie o popolazione autoctona

(*sinonimi: nativa o indigena*)

Definizione: *specie o popolazione naturalmente presente in una data area geografica nella quale si è originata o è giunta senza l'intervento dell'uomo (intenzionale o accidentale)* (AA.VV., 2007).

La parola chiave della definizione è “naturalmente”. Affinché una specie sia considerata autoctona per una determinata area geografica, questa deve ricadere entro l'originale areale di distribuzione della specie (definito su base storica, paleontologica, filogeografica, ecologica, ...).

Per area geografica si possono intendere contesti ambientali di dimensioni molto diverse in funzione delle capacità di dispersione delle specie e delle possibili barriere ecologiche che ne determinano l'isolamento. Questa precisazione è particolarmente rilevante per la fauna ittica italiana di acqua dolce, la cui ripartizione in numerosi distretti zoologici geograficamente distinti e in numerosissimi bacini idrografici ha dato luogo a una notevole biodiversità (espressa a vari livelli: pool genici, metapopolazioni, sottospecie e specie). Non si deve fare riferimento, pertanto, a confini nazionali o

amministrativi, ma ad areali naturali, che abbiano un significato ecologico, in particolare in relazione alle capacità di dispersione e migrazione delle differenti specie; ad esempio, uno stesso areale naturale può avere rilevanza completamente differente per un pesce o per un uccello.

Sono esempi di specie autoctone la trota marmorata *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829 (nativa entro il distretto padano veneto sul versante alpino del bacino del Po), il luccio italoico *E. cisalpinus* (nativo entro i distretti padano veneto e toscano laziale), il temolo adriatico *T. aeliani* (nativo entro il distretto padano veneto); il carpione del Garda *Salmo carpio* Linnaeus, 1758 e il carpione del Fibreno *Salmo fibreni* Zerunian e Gandolfi, 1990 sono riconosciuti come specie autoctone e rispettivamente endemiche (ovvero con distribuzione limitata ad un ambiente circoscritto) dei soli Lago di Garda e del Lago di Posta Fibreno.

Specie alloctona

(*sinonimi: aliena, non nativa, esotica, non indigena*)

Definizione: *qualsiasi esemplare vivo di specie, sottospecie o taxon inferiore di animali, piante, funghi o microrganismi spostato al di fuori del suo areale naturale; sono compresi le parti, i gameti, i semi, le uova o i propaguli di tale specie, nonché gli ibridi, le varietà o le razze che potrebbero sopravvivere e successivamente riprodursi* (Regolamento UE 1143/14).

Le specie alloctone possono diffondersi oltre al proprio areale naturale per azione diretta dell'uomo (trasporto volontario o involontario, o mediante la creazione di corridoi di connessione come, ad esempio, il Canale di Suez) e non si deve fare riferimento – anche in questo caso – a confini nazionali, ma ad areali naturali.

Sono considerate alloctone anche le specie che arrivano in un determinato territorio per espansione naturale, ma a partire da un'area di alloctonia. Possono colonizzare un ambiente ma poi estinguersi, oppure stabilizzarsi (naturalizzarsi), senza necessariamente diventare invasive, oppure diventare invasive e produrre impatti significativi sugli ecosistemi. Si osserva che il termine “stabilizzato” è sinonimo di “naturalizzato”, ma fa sempre riferimento ad una specie introdotta e quindi aliena. Naturalizzato non vuol dire quindi nativo.

Sono esempi di specie alloctone in Italia il siluro *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 (areale originario: Europa centro-orientale), la trota iridea *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (areale originario: costa pacifica di tutto il continente nordamericano, espandendosi lungo lo stretto di Bering, talvolta fino alle coste siberiane, giapponesi e cinesi); la trota fario *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 (areale originario: Europa continentale; la linea mitocondriale danubiana di questa specie deve considerarsi autoctona solo per i corsi d'acqua che appartengono al bacino idrografico del Danubio - es.

fiume Slizza in Friuli, bacino dell'Inn e della Drava in Alto Adige) (AIAD, 2021); il luccio europeo *E. lucius* e il temolo europeo *T. thymallus* (entrambi originari dell'Europa continentale).

Il fenomeno di introduzione di specie animali native di una data area di una nazione in un'altra della stessa nazione, dove non sono native, si chiama “transfaunazione”. In genere, il concetto si applica ai pesci d'acqua dolce il cui limite ecologico è dato dal bacino idrografico in cui è originario. Le specie transfaunate in una determinata area sono pertanto per quel territorio specie alloctone. La definizione fa riferimento al concetto ormai superato di limite geografico continentale o nazionale. Ne sono un esempio il luccio *E. cisalpinus*, introdotto in numerose regioni italiane ed il carpine del Garda introdotto senza successo nel lago d'Iseo.

Il divieto di immissioni di specie alloctone è normato sia a livello comunitario (Direttiva 92/43/CEE, direttiva “Habitat”) che nazionale (D.P.R. 357/97 e ss.mm.ii.). Una recente modifica normativa del D.P.R. 357/97, pur confermando il divieto di immissione, ha aperto alla possibilità di autorizzare immissioni in natura di specie alloctone, solo su richiesta di Regioni, Province autonome o Enti gestori di aree protette nazionali, “per motivate ragioni di rilevante interesse pubblico e comunque in modo che non sia arrecato alcun pregiudizio agli habitat e alle specie autoctone”. L'autorizzazione è rilasciata dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica sulla base di un'accurata analisi del rischio.

Oltre alle norme appena riportate, è utile citare il Regolamento UE 1143/14 che definisce, tra l'altro, un elenco di specie esotiche invasive “di rilevanza unionale” in quanto ritenute particolarmente invasive nell'Unione europea, a cui è applicata una serie di divieti stringenti (tra cui il rilascio in natura, il commercio, la detenzione, la riproduzione...) e obblighi (tra cui quello di eradicazione rapida o di gestione). L'elenco, aggiornato periodicamente, al momento comprende 88 specie animali e vegetali. I pesci di acque dolci presenti nell'elenco attualmente sono: il persico sole *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758), la pseudorasbora *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846), il pesce gatto *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), le due specie di gambusia *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) e *G. holbrooki* Girard, 1859, *Percottus glenii* Dybowski, 1877, *Morone americana* (Gmelin, 1789), *Channa argus* Cantor, 1842 (questi ultimi 3 non segnalati in Italia).

L'Italia con il D. Lgs. 230/17 ha adeguato la normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento europeo, indicando ruoli e compiti a livello nazionale per l'applicazione dello stesso. Il decreto prevede tra l'altro sanzioni penali e amministrative in caso di violazioni dei divieti.

Tutta la documentazione (linee guida, Piani d'azione

ecc.) elaborata per dare attuazione al Reg. UE 1143/14 e al D. Lgs. 230/17, nonché la lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale, sono consultabili e scaricabili dal sito www.specieinvasive.it.

Le norme, seppur fondamentali, non sono sufficienti per contrastare adeguatamente l'introduzione in natura delle specie alloctone: è indispensabile aumentare la consapevolezza del grande pubblico, ma anche dei vari gruppi di interesse sul problema e promuovere quanto più possibile comportamenti responsabili da parte di tutti. Da questa consapevolezza è nato il progetto Life ASAP, un progetto di comunicazione focalizzato sulla corretta informazione, formazione e condivisione di buone pratiche volontarie, finalizzate a ridurre l'introduzione volontaria ed involontaria di specie aliene in ambiente naturale. Sul sito <https://www.lifeasap.eu/index.php/it/> è disponibile una serie di materiali utili per affrontare la problematica da diversi punti di vista, come, ad esempio, i codici di condotta sulla pesca ricreativa e specie aliene invasive, che intendono affiancare i divieti introdotti dalle norme comunitarie e nazionali, promuovendo buone pratiche volontarie e incoraggiando il coinvolgimento delle associazioni di categoria italiane su questa materia.

Specie criptogenica

Definizione: *specie la cui origine geografica è incerta; si applica a specie per le quali non è possibile definire lo status di aliena o nativa* (Carlton, 1996).

Sono spesso definite criptogeniche le specie di piccole dimensioni, poco studiate o di difficile riconoscimento, per le quali risulta problematico definire l'originale areale di distribuzione (alghe e microorganismi).

Specie neonativa

Definizione: *specie che si espande al di fuori dell'originale areale di distribuzione senza specifico intervento dell'uomo (effetto indiretto di attività umane)* (Essl *et al.*, 2019).

Tale termine è stato proposto di recente. Comprende specie non spostate volontariamente o involontariamente, ma diffuse per effetto indiretto delle attività umane, in relazione ai cambiamenti climatici (riscaldamento globale). Il loro numero è destinato a crescere numericamente in futuro. Viene definito il 1950 d.C. come data di riferimento (Essl *et al.*, 2019) (Fig. 1).

È bene sottolineare che i termini neonativo e naturalizzato non sono sinonimi.

Specie parautoctona

Definizione: *specie animale o vegetale che, pur non essendo originaria di una determinata area geografica, vi sia giunta per intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo e quindi naturalizzata anteriormente al 1500 d.C. Vanno altresì considerate*

parautoctone le specie introdotte e naturalizzate in altre aree geografiche prima del 1500 d.C. e successivamente diffuse attraverso fenomeni naturali di diffusione e dispersione (D.M. 19 gennaio 2015).

Ed ecco il termine che ad oggi suscita più curiosità e aspettative: parautoctono, che è un termine solo italiano (la comunità scientifica internazionale usa il termine Archeobiota, come si può vedere dallo schema in figura 1), introdotto per cercare di chiarire e integrare la definizione di specie autoctona contenuta nel D.P.R. 357/97 riportata di seguito. Quest'ultimo (come modificato dal D.P.R. 120/2003) definisce infatti autoctona una popolazione o una specie che per motivi storico-ecologici è indigena del territorio italiano.

Il documento "Linee guida per le immissioni di specie faunistiche" (AA. VV., 2007) introduce per la prima volta il termine "parautoctono" con la seguente definizione: "Si ritiene altresì che possano essere considerate autoctone ai sensi del D.P.R. 120/03 le specie parautoctone, ossia quelle specie animali e vegetali che, pur non essendo originarie del territorio italiano, vi siano giunte – per intervento diretto intenzionale o involontario dell'uomo – e quindi naturalizzate in un periodo storico antico (anteriormente al 1500 d.C.)".

La definizione proposta nelle Linee Guida è ripor-

tata, a livello legislativo, nel D.M. 19 gennaio 2015 (Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2-bis, della Legge n. 157/1992).

Ma perché proprio il 1500 d.C.? La collocazione del limite temporale al 1500 d.C. coincide con la scoperta dell'America e con l'inizio di un periodo di cambiamenti radicali (compresi gli scambi commerciali). Tale limite per distinguere specie alloctone antiche e recenti è ampiamente accettato in ambito scientifico (i botanici utilizzano da tempo i termini di Archeofite e Neofite); in particolare in Europa e nelle Americhe si è dimostrata una distinzione particolarmente utile (Essl *et al.*, 2019).

Le specie alloctone si distinguono in "Archeobiota" (organismi animali e vegetali "antichi") e "Neobiota" (organismi "nuovi"), a seconda che siano state introdotte rispettivamente prima o dopo il 1492 (Fig. 1). Le specie parautoctone (o archeobiota) sono quindi a tutti gli effetti specie alloctone, ma, considerata la loro introduzione in tempi storici, ai sensi del D.P.R. 357/97 e ss.mm., possono essere equiparate per quanto concerne la loro gestione a delle specie autoctone.

Poche sono le specie dell'ittiofauna italiana considerate parautoctone secondo la comunità scientifica: la carpa *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Italia), il

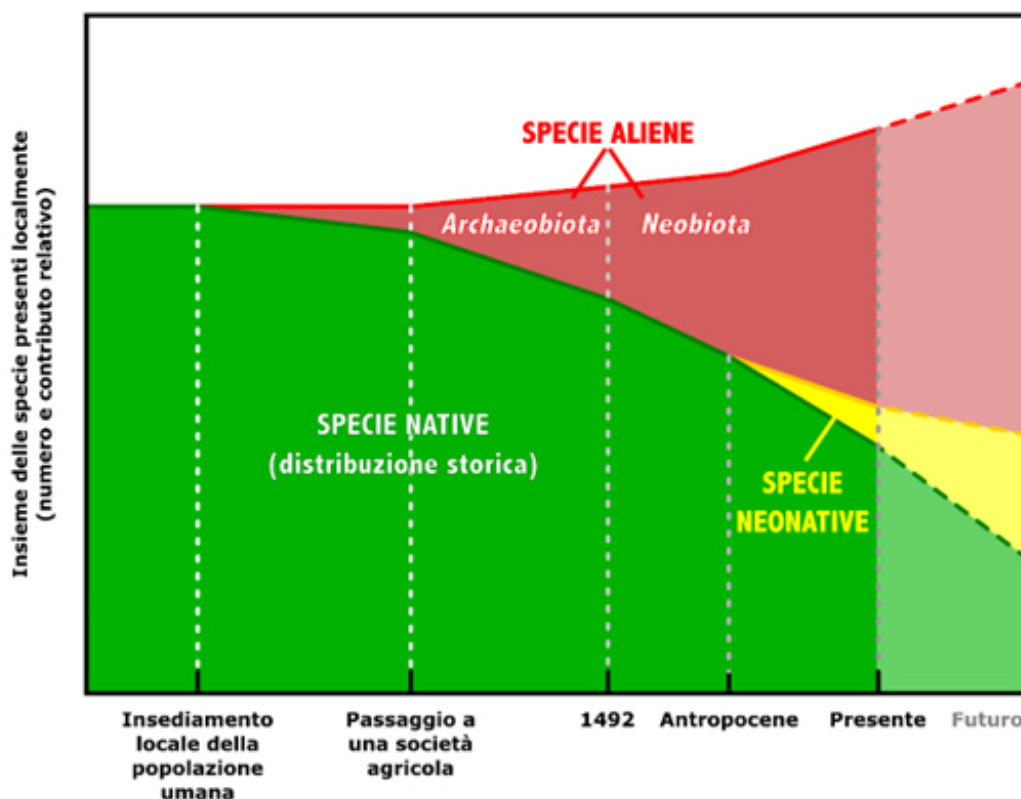


Fig. 1. Schema di specie autoctona, alloctona e neonativa (da Essl *et al.*, 2019 modificato). In futuro si prevede un aumento del numero di specie aliene e di specie che si espandono al di fuori del loro areale originario come conseguenza del cambiamento climatico indotto dall'uomo (specie neonative).

nono greco *Aphanius almiriensis* Kottelat, Barbieri e Stoumboudi, 2017 (solo per la Puglia), il persico reale *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 (per alcune regioni), il lavarello *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) (solo in provincia di Bolzano) (AIIAD 2021).

IMPLICAZIONI PER LA GESTIONE DELLA FAUNA ITTICA

L'introduzione e la diffusione di specie alloctone in natura è oggi riconosciuta come una delle principali minacce alla biodiversità, in particolare negli ambienti di acqua dolce; la strategia definita a livello mondiale, europeo e nazionale per contrastare gli effetti negativi di questo fenomeno ancora in crescita è basata sulla prevenzione delle introduzioni (in particolare di quelle intenzionali) in natura, sul controllo dei vettori di ingresso accidentali e su una gestione delle specie alloctone invasive già presenti in natura volta all'eradicazione o al controllo numerico.

In questo quadro, si ritiene indispensabile che le immissioni di specie ittiche alloctone a scopo alieutico siano attentamente programmate in modo da non causare

impatti negativi alla biodiversità, come previsto dalla normativa vigente, e, più in generale, che le amministrazioni pubbliche e il mondo della pesca collaborino per perseguire un modello di gestione alieutica sostenibile, svincolato dalle sistematiche immissioni di specie ittiche (sia autoctone che alloctone).

È infatti evidente che i delicati equilibri che regolano gli ecosistemi acquatici, fortemente alterati dall'introduzione delle specie alloctone, possano ugualmente risultare gravemente compromessi da significative alterazioni quantitative (derivanti da pratiche di semina massiva o di prelievo incontrollato) di alcune delle sue componenti, quali le specie autoctone oggetto di pesca.

In tal senso, l'Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci AIIAD considera come principio irrinunciabile che "Un'analisi del rischio dovrà essere eseguita per qualsiasi immissione che riguardi anche la fauna ittica autoctona e inserita nell'ambito della pianificazione per la gestione delle risorse ittiche", includendo pertanto nell'analisi sia le specie autoctone che le parautoctone (AIIAD 2021).

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 2007. *Linee guida per l'immissione di specie faunistiche*. Quaderni di Conservazione della Natura 27, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, 51 pp.
- AIIAD, 2021. *Principi guida riguardanti le immissioni di fauna ittica nelle acque interne italiane*. http://www.aiiad.it/sito/images/docs/sistematica/AIIAD-Principi_guida_immissioni_fauna_ittica_05032021.pdf.
- Beeton A.M., 2002. Large freshwater lakes: present state, trends, and future. *Environmental Conservation*, **1**: 21-38.
- Bianco P.G., 2014. An update on the status of native and exotic freshwater fishes of Italy. *Journal of Applied Ichthyology*, **30**: 62-77.
- Carlton J.T., 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, **77**: 1653-1655.
- Costa M.J., Duarte G., Segurado P., Branco P., 2021. Major threats to European freshwater fish species. *Science of the Total Environment*, **797**. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149105>.
- Dinerstein E., Vynne C., Sala E., Joshi A.R., Fernando S., Lovejoy T.E., Mayorga J., Olson D., Asner G.P., Baillie J.E.M., Burgess N.D., Burkart K., Noss R.F., Zhang Y.P., Baccini A., Birch T., Hahn N., Joppa L.N., Wikramanayake E., 2019. A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, **5**: 1-17.
- Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DM 19 gennaio 2015. Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2 -bis, della legge n. 157/1992.
- DPR 357/97. Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DPR 120/03. Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- D. Lgs. 15 dicembre 2017, n. 230 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.
- Dyldin Y.V., Hanel L., Romanov V.I., Plesnik J., 2017. A review of the genus *Thymallus* (Pisces: Salmoniformes, Salmonidae, Thymallinae) with taxonomic notes. *Bullettin Lampetra*, **8**: 103-126.
- Essl F., Dullinger S., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Katsanevakis S., Kühn I., Lenzner B., Pauchard A., Pyšek P., Rabitsch W., Richardson D.M., Seebens H., Van Kleunen M., Van der Putten W.H., Vilà M., Bacher S., 2019. A Conceptual Framework for Range-Expanding Species that Track Human-Induced Environmental Change. *BioScience*, **69**: 908-919.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. *I Pesci delle acque interne italiane*. Ist. Poligr. e Zecca dello Stato, Roma, XVI + 617 pp.
- 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.
- Havel J.E., Kovalenko K.E., Thomaz S.M., Amalfitano S., Kats L.B., 2015. Aquatic invasive species: challenges for the future. *Hydrobiologia*, **750**: 147-170. doi: 10.1007/s10750-014-2166-0.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington DC, 155 pp.
- Nocita A., Tricarico E., Bertolino S., 2017. Fine-scale analysis of heavily invaded Italian freshwater fish assemblages. *Integrative Zoology*, **12**: 500-511.
- Nunes A.L., Tricarico E., Panov V., Katsanevakis S., Cardoso A.C., 2015. Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*, **10**: 359-370.
- Regolamento (UE) N. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.
- Reyjol Y., Hugueny B., Pont D., Bianco P.G., Beier U., Caiola N., Casals F., Cowx I., Economou A., Ferreira T., Haidvogel G., Noble R., de Sostoa A., Vigneron T., Virbickas T., 2007. Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish. *Global Ecology and Biogeography*, **16**: 65-75.
- Rondinini, C., Battistoni, A., Teofili, C. per il volume (compilatori), 2022. *Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma. 57 pp.
- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., LeRoy Poff N., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., Wall D.H., 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, **287**: 1770-1774.
- Seebens H., Blackburn T.M., Dyer E.E., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Pagad S., Pyšek P., Winter M., Arianooutsou M., Bacher S., Blasius B., Brundu G., Capinha C., Celesti-Grappo L., Dawson W., Dullinger S., Fuentes N., Jäger H., Kartes J., Kenis M., Kreft H., Kühn I., Lenzner B., Liebhold A., Mosena A., Moser D., Nishino M., Pearman D., Pergl J., Rabitsch W., Rojas-Sandoval J., Roques A., Rorke S., Rossinelli S., Roy H.E., Scalera R., Schindler S., Štajerová K., Tokarska-Guzik B., van Kleunen M., Walker K., Weigelt P., Yamanaka T., Essl F., 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* **8**, 14435. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>.
- Su G., Logez M., Xu J., Tao S., Villéger S., Brosse S., 2021. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*, **371**: 835-838.
- Zerunian S., 2004. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Quaderni di Conservazione della Natura, 20. Ministero dell'Ambiente – Istituto Nazionale Fauna Selvatica. 257 pp.