

# Invasioni biologiche: il caso del Lago di Garda

Francesca Ciutti\*, Cristina Cappelletti

Fondazione Edmund Mach, Centro di Trasferimento Tecnologico, Via Edmund Mach, 1 – 38010 San Michele all'Adige (TN)

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

Pervenuto il 24.2.2017; accettato il 17.3.2017

## Riassunto

È ormai riconosciuto a livello mondiale che le specie non indigene invasive rappresentano una delle principali cause di minaccia della biodiversità, assieme ai cambiamenti climatici ed agli impatti antropici. Il fenomeno è particolarmente evidente negli ambienti acquatici. Per i laghi in particolare si rilevano importanti processi di colonizzazione da parte di specie non indigene, che possono manifestare carattere di invasività.

Il Lago di Garda è il più grande lago italiano ed è incluso nella rete LTER Italia (Long Term Ecological Research). Nel 2011 è stata effettuata una review della letteratura scientifica e letteratura grigia inerente la comparsa di specie acquatiche alloctone nel lago, che in questa sede è stata aggiornata con l'inclusione di 5 specie. Allo stato attuale sono censite per il Lago di Garda le segnalazioni inerenti la presenza di 15 specie di invertebrati, 23 di pesci, 3 di macrofite e una di macroalghe alloctone per un totale di 42 specie. Fra queste, alcune manifestano carattere di invasività, come ad esempio il lavarello *Coregonus lavaretus*, i bivalvi *Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea* e *Corbicula fluminalis*, l'anfipode *Dikerogammarus villosus* e il decapode *Orconectes limosus*.

Le specie non indigene possono rappresentare una minaccia per le specie autoctone presenti nel lago per numerosi fattori, fra i quali i meccanismi di competizione alimentare, l'habitat e la predazione, e possono interferire sui servizi ecosistemici.

PAROLE CHIAVE: specie non indigene / specie invasive / *Salmo carpio* / *Corbicula* / *Dikerogammarus*

## Biological invasions: Lake Garda (Northern Italy)

Invasive non-indigenous species are one of the most important direct drivers of biodiversity loss and change in ecosystem services. Referring to inland waters, lakes in particular are involved in relevant colonization processes by non-indigenous species, that can show invasive behavior. A review of the observations of non-indigenous species in Lake Garda was made in 2011, and an update is here presented. Results show the record of 15 species of invertebrates, 23 of fish, three of macrophytes and one of macroalgae, for a total of 42 species. Among them, some have invasive behavior, i.e. *Coregonus lavaretus*, *Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea*, *Corbicula fluminalis*, *Dikerogammarus villosus* and *Orconectes limosus*.

The presence of non-indigenous invasive species can produce impact on biota of the lake and reduce ecosystem services.

KEY WORDS: non-indigenous species / invasive species / *Salmo carpio* / *Corbicula* / *Dikerogammarus*

## INTRODUZIONE

È ormai riconosciuto a livello mondiale che le specie non indigene invasive rappresentano una delle principali cause di minaccia della biodiversità, assieme ai cambiamenti climatici ed agli impatti antropici (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Il fenomeno è evidente negli ambienti delle acque interne che, con particolare riferimento all'Europa, sono stati colonizzati almeno fino al 2009 da 296 specie aliene animali. Le cause di

tale fenomeno sono varie e comprendono l'intrinseca maggiore capacità di dispersione degli organismi acquatici rispetto a quelli terrestri e il forte impatto del disturbo antropico e delle alterazioni dei regimi termici (Gherardi, 2007).

I laghi sono particolarmente vulnerabili alle invasioni biologiche, a causa dei fattori di disturbo antropico che possono in molti casi trasformare tali ambienti disturbati

in punti caldi di invasione, che agiscono da “attrattori” nei confronti di altre specie aliene (Gherardi *et al.*, 2013).

Il Garda è il più grande lago italiano (volume: 49 km<sup>3</sup>, superficie: 368 km<sup>2</sup>, profondità massima: 350 m). È incluso nella rete LTER Italia (Long Term Ecological Research) e ha uno stato trofico compreso tra l'oligotrofia e la mesotrofia (Salmaso *et al.*, 2009). Dal 2008 la Fondazione Edmund Mach effettua il monitoraggio sulla presenza di specie alloctone nel Lago di Garda con particolare riferimento ai molluschi ed ai crostacei (Decapoda).

A seguito dell'avvio di tale monitoraggio è stata promossa una raccolta bibliografica di articoli scientifici e di letteratura grigia inerenti le segnalazioni di organismi non indigeni nel lago.

Le liste di riferimento bibliografiche per le specie animali e vegetali alloctone per l'Italia sono state rispettivamente quelle di Gherardi *et al.* (2008) e Celesti-Grapow *et al.* (2009). Le osservazioni in campo degli esperti della Fondazione hanno permesso di rilevare due specie di bivalvi non indigeni, *Corbicula fluminalis* (O. F. Müller, 1774) nel 2008 e *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) nel 2009 (Ciutti e Cappelletti, 2009; Cappelletti *et al.*, 2009).

L'attività ha portato alla compilazione di una prima lista di specie acquatiche non indigene riferite a invertebrati, pesci e macrofite (Ciutti *et al.*, 2011).

Nel 2016 è stato effettuato un aggiornamento delle segnalazioni, con l'inclusione di 5 specie.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Per quanto concerne il Lago di Garda, il primo elenco di specie non indigene relativo a invertebrati, pesci e macrofite ha evidenziato l'esistenza di segnalazioni di presenza di 37 specie alloctone, per le quali la data della prima segnalazione e l'autore della stessa sono riportati in Ciutti *et al.* (2011).

In riferimento alla fauna ittica, l'elenco è stato integrato con la segnalazione di alcune specie che sulla base di studi di caratterizzazione genetica sono considerate non indigene da Bianco (2014). In particolare, per il persico reale *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 e la tinca *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), l'alloctonia è confermata dall'osservazione di una corrispondenza genetica con le popolazioni del Centro Europa. Anche il luccio *Esox lucius* Linnaeus, 1758 è stato inserito nell'elenco delle specie non indigene in quanto, secondo recenti studi, i lucci europei (transalpini – *E. lucius*) e quelli italiani (cisalpini) vengono distinti in due specie separate. Per l'Italia sono state descritte due nuove specie, *Esox cisalpinus* Bianco & Delmastro, 2011 su base morfometrica (Bianco e Delmastro, 2011) ed *Esox flaviae* Lucentini *et al.*, 2011 su base genetica (Lucentini *et al.*, 2011), che sono probabilmente da considerarsi come sinonimi (Rondinini *et al.*, 2013). Nel Lago di Garda è stato os-

servato un incremento nelle catture di esemplari di *E. lucius*, derivato probabilmente dalle semine da parte di associazioni di pesca e amministrazioni locali effettuate negli ultimi decenni (Gandolfi *et al.*, 2017).

La bottatrice *Lota lota* Linnaeus, 1758, considerata probabilmente non indigena per l'Italia da Bianco (2014) e criptogenica da Gherardi *et al.* (2008), era sicuramente assente nel Lago di Garda ed è stata oggetto di traslocazione a partire dal 1858 (Confortini, 1997).

Altra specie che è stata inserita in elenco è la macroalga *Jaoa bullata* (C.-C. Jao) K. C. Fan, Chlorophyta in seguito rinominata *Ulvella bullata* (C.-C. Jao) H. Zhu & G. Liu (Zhu *et al.*, 2015), specie esotica originaria della Cina, la cui prima osservazione nel Lago di Garda risale al 2008. *U. bullata* è risultata dominante sui substrati rocciosi della zona litorale del lago, a profondità compresa tra 30 e 120 cm (Mares *et al.*, 2014).

Allo stato attuale sono pertanto censite per il Lago di Garda le segnalazioni inerenti la presenza di 15 specie di macroinvertebrati, 23 di pesci, 3 di macrofite e una di macroalghe alloctone per un totale di 42 specie (Tab. I).

Un confronto con l'elenco delle specie animali alloctone per le acque interne italiane di Gherardi *et al.* (2008), solo per i gruppi tassonomici osservati nel Lago di Garda, evidenzia come nel lago siano presenti ben 34 delle 64 specie censite per l'Italia (Tab. II).

Nell'elenco di riferimento non sono inclusi il luccio, la bottatrice, il persico reale e la tinca. Oltre a ciò è da sottolineare come per 3 specie, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Dikergammarus villosus* (Sowinsky, 1894) e *U. bullata*, la prima segnalazione per il Lago di Garda coincida anche con la prima segnalazione per l'Italia. Per *C. fluminalis* la segnalazione nel lago risulta la seconda per l'Italia, dopo quella rilevata in un piccolo lago alpino in provincia di Trento (Lori *et al.*, 2005; Ciutti e Cappelletti, 2009).

**Tab. II.** Numero di specie animali non indigene in Italia e nel Lago di Garda.

Phylum/Division	Italia*	Lago di Garda
Cnidaria	1	1
Platyhelminthes Turbellaria	1	1
Nematoda/Secernentea	1	1
Anellida/Oligochaeta	4	1
Anellida/Hirudinea	2	1
Mollusca/Gastropoda	7	3
Mollusca/Bivalvia	4	4
Crustacea/Decapoda	4	2
Crustacea/Amphipoda	2	1
Osteichthyes	38	19
<b>TOTALE</b>	<b>64</b>	<b>34</b>

\* Per la lista italiana il riferimento è Gherardi *et al.* (2008).

**Tab. I.** Elenco delle specie di invertebrati, pesci, macrofite e macroalghe non indigene segnalate nel Lago di Garda.

Phylum (Divisione)/Classe	Famiglia	Specie
<b>INVERTEBRATI</b>		
Cnidaria	Olindiidae	<i>Craspedacusta sowerbyi</i> Lankester, 1880
Platyhelminthes/Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia tigrina</i> (Giard, 1985)
Nematoda/Secernentea	Anguillicolae	<i>Anguillicola crassus</i> Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1794
Anellida/Oligochaeta	Tubificidae	<i>Branchiura sowerbyi</i> Bebbard, 1892
Anellida/Hirudinea	Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758)
Mollusca/Gastropoda	Ancyliidae	<i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863)
Mollusca/Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J.E. Gray, 1843)
Mollusca/Gastropoda	Physidae	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)
Mollusca/Bivalvia	Dreissenidae	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)
Mollusca/Bivalvia	Unionidae	<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)
Mollusca/Bivalvia	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminalis</i> (O. F. Müller, 1774)
Mollusca/Bivalvia	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774)
Arthropoda/Crustacea/Amphipoda	Gammaridae	<i>Dikergammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)
Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)
Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)
<b>VERTEBRATI</b>		
Chordata/Osteichthyes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)
Chordata/Osteichthyes	Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes, 1844)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)*
Chordata/Osteichthyes	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)
Chordata/Osteichthyes	Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758*
Chordata/Osteichthyes	Percidae	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859
Chordata/Osteichthyes	Salmonidae	<i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata/Osteichthyes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)
Chordata/Osteichthyes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus kisutch</i> (Walbaum, 1792)
Chordata/Osteichthyes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1814)
Chordata/Osteichthyes	Salmonidae	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758
Chordata/Osteichthyes	Siluridae	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758
Chordata/Osteichthyes	Esocidae	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758*
Chordata/Osteichthyes	Gadidae	<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)*
<b>MACROFITE</b>		
Magnoliophyta/Liliopsida	Hydrocharitaceae	<i>Elodea canadensis</i> Michx.
Magnoliophyta/Liliopsida	Hydrocharitaceae	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St. John
Magnoliophyta/Liliopsida	Hydrocharitaceae	<i>Lagarosiphon major</i> (Ridley) Moss
<b>ALGHE (MACROALGHE)</b>		
Chlorophyta/Ulvophyceae	Ulvellaceae	<i>Ulvella bullata</i> (C.-C. Jao) H. Zhu & G. Liu*

\* specie ad integrazione dell'elenco di Ciutti *et al.* (2011).

Alcune specie sono incluse nei database internazionali delle specie aliene più pericolose: 8 specie sono comprese nell'elenco stilato da DAISIE (2009) [*Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1794, *D. polymorpha*, *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774), *D. villosus*, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1844), *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814) ed *Elodea canadensis* Michx.], mentre 3 specie sono incluse nella lista IUCN delle specie più invasive a livello mondiale [*D. polymorpha*, *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802) e *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758] (Lowe *et al.*, 2000).

La presenza di specie non indigene può rappresentare una minaccia per le specie autoctone, per una serie di meccanismi interspecifici, come ad esempio la competizione per l'habitat, per l'alimentazione e la predazione.

Il gamberetto killer *D. villosus*, presente nel lago dal 2003, è una specie predatrice che ha determinato in pochi anni la scomparsa dell'anfipode autoctono *Echinogammarus stammeri* (S. Karaman, 1931) dalla fascia litorale del basso e medio lago (Casellato *et al.*, 2006; Casellato *et al.*, 2008). Recentemente è stato osservato con densità elevate (fino a 1040 ind/m<sup>2</sup>) nella zona sud ovest del lago e ne è stata rilevata la presenza anche nella zona sublitorale e profonda (fino a 100 m di profondità) (Marchi *et al.*, 2014). Era già nota la sua influenza negativa sull'ittiofauna: indagini in laboratorio avevano evidenziato l'attività di predazione sulle uova di lavarello *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) (Casellato *et al.*, 2007). La sua presenza può avere un effetto negativo sulle specie ittiche autoctone a deposizione litofila presenti nel lago, come ad esempio l'alborella *Alburnus alburnus alborella* (De Filippi, 1844), che ha subito una drastica riduzione numerica negli ultimi anni. Al fine di contenere la diffusione di *D. villosus* in altri ambienti italiani e in numerosi laghi alpini è stato evidenziato come sia importante comprenderne i meccanismi di introduzione e dispersione (Tricarico *et al.*, 2010; Bacela-Spychalska *et al.*, 2013).

Il Lago di Garda è caratterizzato dalla presenza del carpione del Garda (*Salmo carpio* Linnaeus, 1758), salmoneide endemico la cui popolazione ha visto una forte riduzione negli ultimi decenni (Ciutti *et al.*, 2010). Fra le possibili cause della contrazione numerica sono indicate la competizione alimentare con altre specie planctofaghe e il degrado qualitativo del lago (Zerunian, 2002). La competizione alimentare è possibile con il lavarello *C. lavaretus*, specie esotica presente nel lago dal 1918, che rappresenta, assieme all'agone *Alosa fallax* (Lacépède, 1804), la principale risorsa della pesca professionale nel lago (Ciutti *et al.*, 2011).

Un recente studio relativo allo status delle aree di frega della specie, tipicamente poste a profondità elevate (fino a 200 m), ha evidenziato la disponibilità di zone ancora integre e funzionali alla riproduzione,

ma ha anche rilevato nelle stesse aree la presenza di numerosi esemplari di bottatrice *L. lota* (Lunelli, 2011). La predazione di uova dalle aree di frega da parte della bottatrice risulta un indubbio fattore di disturbo per la specie, e, alla luce delle recenti osservazioni, non va trascurata la presenza del gamberetto killer *D. villosus* fino ad elevate profondità.

Anche l'introduzione di patogeni veicolati dalle specie non autoctone può portare all'estinzione di una specie autoctona (Gherardi *et al.*, 2013). È il caso del Decapode *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), ormai scomparso dal lago probabilmente a causa della peste del gambero da *Aphanomyces astaci*, a seguito dell'introduzione dei Decapodi alloctoni *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) e *Orconectes limosus* (Rafinesque 1817).

Per quanto riguarda le macrofite, la massiccia espansione di *Lagarosiphon major* (Ridley) Mos ha verosimilmente determinato la scomparsa di *Ranunculus circinatus* Sibth., 1794 dall'unica stazione superstite in Trentino, presente nel porto di Riva del Garda fino al 1992 (Blasi *et al.*, 2010). *Elodea nuttallii* (Planch.) H.St. John non sembra avere così ampia diffusione nel lago, mentre per *Elodea canadensis* Michx. non vi sono dati che ne confermano la presenza (Ciutti *et al.*, 2011). Fra le macroalghe, la specie alloctona *U. bullata*, rinvenuta in associazione con la Chlorophyta *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützting e la Rhodophyta *Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C. Agardh, risulta dominante in termini di copertura (Mares *et al.*, 2014).

Infine, l'introduzione relativamente recente dei 3 bivalvi alloctoni *C. fluminea*, *C. fluminalis* e *S. woodiana*, che si va ad aggiungere alla presenza di *D. polymorpha*, andrebbe indagata nel dettaglio al fine di evidenziare eventuali impatti sulle popolazioni autoctone (Cappelletti e Ciutti, 2017).

## CONCLUSIONI

L'invasione e la diffusione di specie non indigene interessa sempre più gli ambiti della ricerca, sia per i possibili impatti sul biota, che per le implicazioni del fenomeno nei riguardi dei servizi ecosistemici.

In riferimento ad invertebrati, pesci, macrofite e macroalghe il presente studio fa il punto delle segnalazioni per il Lago di Garda per le specie non indigene. Il quadro che ne risulta è piuttosto preoccupante: nel complesso sono state segnalate 42 specie e il Lago di Garda può pertanto a buon titolo essere definito un "hotspot di specie non indigene".

Le segnalazioni di specie non indigene derivano da studi non continuativi sulle diverse componenti (macrobenthos, fauna ittica, macrofite e macroalghe), che in genere risultano privi di informazioni di tipo quantitativo. Nello stesso tempo, proprio la carenza di monitoraggi strutturati non permette di disporre di

elenchi organici di fauna e flora autoctona, rendendo pertanto impossibile la valutazione dell'incidenza delle specie esotiche rispetto a quelle autoctone. Un grande contributo per la comprensione della consistenza dei popolamenti alloctoni potrà derivare indubbiamente dai monitoraggi che in tempi recenti sono stati avviati dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'ambiente in espletamento alla Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), con particolare riferimento alle componenti del macrobenthos e delle macrofite.

Nonostante la carenza di informazioni di tipo quantitativo, è possibile evidenziare come alcune delle specie alloctone manifestino carattere di invasività, come ad esempio il lavarello *C. lavaretus*, i bivalvi *D. polymorpha*, *C. fluminea* e *C. fluminalis*, l'anfipode *D. villosus* e il decapode *O. limosus*. Sebbene siano evidenti alcune forme di impatto sulle specie autoctone, come in precedenza evidenziato, sarebbe necessario uno studio organico al fine di stabilire la reale consistenza del fenomeno nel più grande lago italiano.

Non sono ancora studiate nel dettaglio per il Lago di Garda le modalità e i vettori di introduzione delle specie non indigene, anche se per alcune di esse è presumibile un trasporto associato agli sport acquatici,

motivo di grande attrazione turistica. Per *D. villosus*, specie che ha ormai un'ampia diffusione nell'arco alpino, è stata evidenziata la sua capacità di attaccarsi alle corde utilizzate dai diportisti e alle mute dei subacquei e di sopravvivere fino a 3,5 giorni anche fuori dall'acqua (Bacela-Spychalska *et al.*, 2013). Per *D. polymorpha* l'ipotesi di arrivo nel lago tramite le imbarcazioni da diporto è stata confermata da indagini genetiche che hanno fatto risalire alla Germania gli esemplari del Lago di Garda (Giusti e Oppi, 1972; Quaglia *et al.*, 2008).

L'ipotesi di introduzione legata alle attività ricreative andrebbe pertanto approfondita, al fine di attuare eventuali tecniche di controllo. Nello stesso tempo, si è consapevoli che il forte conflitto fra lo sviluppo economico e la protezione per l'ambiente rendono difficile lo sviluppo di politiche in grado di contrastare la diffusione delle specie aliene o di attuare gli interventi di mitigazione che si renderebbero necessari (Gherardi, 2007).

Infine, un aspetto sicuramente emergente e poco studiato nel Lago di Garda riguarda il processo di invasione da parte di organismi microscopici o di organismi criptogenici (Kaštovský *et al.*, 2011; Kokociński *et al.*, 2017).

## BIBLIOGRAFIA

- Bacela-Spychalska K., Grabowsky M., Rewicz T., Konopack A., Wattier R., 2013. The 'killer shrimp' *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invading Alpine lakes: overland transport by recreational boats and scuba-diving gear as potential entry vectors? *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **23**: 606-618.
- Bianco P.G., Delmastro G.B., 2011. Recenti novità tassonomiche riguardanti i pesci d'acqua dolce autoctoni in Italia e descrizione di una nuova specie di luccio. *Researches on Wildlife Conservation*, **2** (suppl.): 1-13.
- Bianco P.G., 2014. An update on the status of native and exotic freshwater fishes of Italy. *J. Appl. Ichthyol.*, **30**: 62-77.
- Blasi C., Carli E., Celesti Grapow L., 2010. *Flora alloctona e invasiva d'Italia*. Ed. Università La Sapienza, 208 pp.
- Cappelletti C., Ciutti F., 2017. Bivalvi alloctoni nel Lago di Garda. *Biologia Ambientale*, **31**: 169-173 (questo volume).
- Cappelletti C., Cianfanelli S., Beltrami M.E., Ciutti F., 2009. *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae): a new non-indigenous species in Lake Garda (Italy). *Aquatic Invasions*, **4** (4): 685-688.
- Casellato S., La Piana G., Latella L., Ruffo S., 2006. *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) for the first time in Italy. *Ital. J. Zool.* **73**: 97-104.
- Casellato S., Visentin A., La Piana G., 2007. The predatory impact of *Dikerogammarus villosus*, a danger for fish. In: Gherardi F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology 2, Springer, Dordrecht, The Netherlands: 495-506.
- Casellato S., Masiero L., La Piana G., Gigliotti F., 2008. The alien amphipod crustacean *Dikerogammarus villosus* in Lake Garda (N-Italy): the invasion continues. In: W. Rabitsch, Essl F., Klingenstein F. (eds.), *Biological Invasions - from Ecology to Conservation*. *Neobiota*, **7**: 115-122.
- Celesti-Grapow, L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M.R., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Villani M.C., Viegi L., Wilhelm T., Blasi C., 2009. Inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, **143**: 386-430.
- Ciutti F., Cappelletti C., 2009. First record of *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) in Lake Garda (Italy), living in sympatry with *Corbicula fluminea* (Müller, 1774). *J.*

- Limnol.*, **68** (1): 162-165.
- Ciutti F., Lunelli F., Merlo N., Confortini I., Gatti F., Gandolfi A., 2010. Problematiche di conservazione del Carpione del Garda (*Salmo carpio* L.). *Studi Trent. Sci. Nat.*, **87**: 175-177.
- Ciutti F., Beltrami M.E., Confortini I., Cianfanelli S., Cappelletti C., 2011. Non-indigenous invertebrates, fish and macrophytes in Lake Garda (Italy). *J. Limnol.*, **70** (2): 315-320.
- Confortini, I. 1997. *L'ittiofauna del lago di Garda*. Cierre Edizioni, Verona: 223 pp.
- DAISIE (European Invasive Alien Species Gateway), 2009. *Handbook of Alien Species in Europe*. Springer, 399 pp.
- Gandolfi A., Ferrari C., Crestanello B., Girardi M., Lucentini L., Meraner A., 2017. Population genetics of pike, genus *Esox* (Actinopterygii, Esocidae), in Northern Italy: evidence for mosaic distribution of native, exotic and introgressed populations. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-016-3083-1
- Gherardi F., 2007. Biological invasions in inland waters: an overview. In: Gherardi F. (ed), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution and threats*. Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology 2, Springer, Dordrecht, The Netherlands: 3-25.
- 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., Aquiloni L., Cianfanelli S., Tricarico E., 2013. Le specie aliene dei laghi italiani. In: Lencioni V., Boggero A., Marziali L., Rossaro B. (eds.), *I macroinvertebrati dei laghi-I tassonomia, ecologia e metodi di studio*. Museo delle scienze. Quaderni MTSN **6**: 65-110.
- Giusti F., Oppi E., 1972. *Dreissena polymorpha* (Pallas) nuovamente in Italia. (Bivalvia, Dreissenidae). *Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, **20**: 45-49.
- Kaštovský J., Hauer T., Mareš J., Krautová M., Bešta T., Komárek J., Desortová B., Heteša J., Hindáková A., Houk V., Janeček E., Kopp R., Marvan P., Pumann P., Skácelová O., Zapomělová E., 2011. A review of the alien and expansive species of freshwater cyanobacteria and algae in the Czech Republic. *Biological Invasions*, **12**: 3599-3625.
- Kokociński M., Akçaaan R., Salmaso N., Stoyneva-Gärtner M.P., Sukenik A., 2017. Expansion of Alien and Invasive Cyanobacteria. In: Meriluoto J., Spoof L., Codd G.A. (eds.), *Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*, First Edition. John Wiley&Sons: 28-40.
- Lori E., Bodon M., Cianfanelli S., 2005. Molluschi continentali alieni in Italia: presenza e distribuzione. *Notiziario S.I.M.*, **23**: 71.
- Lowe, S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). *Aliens*, **12**: 1-12.
- Lucentini L., Puletti M. E., Ricciolini C., Gigliarelli L., Fontaneto D., Lanfaloni L., Bilò F., Natali M., Panara F., 2011. Molecular and phenotypic evidence of a new species of genus *Esox* (Esocidae, Esociformes, Actinopterygii): the Southern pike, *Esox flaviae*. *PLoS ONE*, **6**: e25218.
- Lunelli F., 2011. Siti riproduttivi del Carpione del Garda: rilievi e stato di conservazione. Fondazione E. Mach, Centro Trasferimento Tecnologico. Rapporto 2010: 85-86.
- Marchi I., Bertoli M., Giacomazzi F., Zampieri C., Iannilli V., Lecce F., Latella L., 2014. Evolution of the *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) invasion in Lake Garda (Northern Italy). In: Biscarini C., Pierleoni A., Naselli-Flores L. (eds.), *Lakes: The Mirrors of the Earth. Balancing ecosystem integrity and human wellbeing*. Proceedings of 15TH World Lake Conference: 83-86.
- Mares J., Cantonati M., Guella G., Spitale D., 2014. The benthic chlorophyte genus *Jaoa* (Ulvales), a putative China Endemic, in Lake Garda, Italy: ecology, taxonomy, and molecular analyses. *Freshwater Science*, **33** (2): 593-605.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington DC, 155 pp.
- Quaglia F., Lattuada L., Mantecca P., Bacchetta R., 2008. Zebra mussels in Italy: where do they come from? *Biological Invasions*, **10**: 555-560.
- Rondinini C., Battistoni A., Peronace V., Teofili C., 2013. *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 54 pp.
- Salmaso, N., Boscaini A., Cappelletti C., Ciutti F., 2009. Le condizioni di salute del Lago di Garda: aggiornamento dello stato delle conoscenze su carichi di nutrienti algali e sulle componenti biologiche della zona pelagica e litorale. In: Bertin F., Bortoli A. (eds.), *Problematiche ambientali del Lago di Garda. Approfondimenti e proposte di risanamento*. Libro degli Atti: 49-88.
- Tricarico E., Mazza G., Orioli G., Rossano C., Scapini F., Gherardi F., 2010. The killer shrimp, *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), is spreading in Italy. *Aquatic Invasions*, **5** (2): 211-214.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna, 220 pp.
- Zhu H., Leliaert F., Zhao Z.J., Xia S., Hu Z.Y., Liu J.X., 2015. *Ulvella tongshanensis* (Ulvellaceae, Chlorophyta), a new freshwater species from China, and an emended morphological circumscription of the genus *Ulvella*. *Fototea*, **15** (1): 95.104.