

Francesco Cavraro, Riccardo Fiorin, Federico Riccato,
Matteo Zucchetta, Piero Franzoi, Patrizia Torricelli, Stefano Malavasi

DISTRIBUZIONE E HABITAT DI *APHANIUS FASCIATUS* (VALENCIENNES, 1821)
IN LAGUNA DI VENEZIA

Riassunto. Distribuzione e preferenza di habitat di *Aphanius fasciatus* (Actinopterygii, Cyprinodontidae) in laguna di Venezia sono analizzate sulla base di dati raccolti nel corso di dieci anni di indagini (2002-2011) in 172 siti di campionamento, dislocati sui quattro bacini lagunari e stratificati per tipologia di habitat. La specie appare prediligere i vasti e complessi sistemi di barene naturali, mentre sono meno preferite dell'atteso le praterie a fanerogame e gli ambienti aperti. Le canalizzazioni artificiali presenti sulle isole lagunari e le valli da pesca possono svolgere la funzione importante di habitat "rifugio" per la specie. I dati sono discussi alla luce delle loro implicazioni per la conservazione, in accordo con la Direttiva Habitat (92/43/CEE).

Summary. *Distribution and habitat of Aphanius fasciatus (Valenciennes, 1821) in the Venice lagoon.*

Distribution and habitat selection of *Aphanius fasciatus* (Actinopterygii, Cyprinodontidae) in the Venice lagoon are reported here, based on data collected during surveys spanning 10 years (2002-2011) in 172 sampling localities. Sites are located across the four main lagoon basins and were clustered by habitat typology. The species appears to prefer the wide and complex systems of natural salt marshes, whereas "negative" selection is evident for seagrass meadows and open shallow waters. Internal artificial canals located within lagoon islands and in the "valli da pesca" (semi-natural fish farms) may also function as important "refuge" habitats for the species. Results are discussed in the light of their implications for conservation, according to the Habitat Directive (92/43/EEC).

Keywords: *Aphanius fasciatus*, Venice lagoon, salt marsh creeks, habitat preference, spatial distribution.

INTRODUZIONE

La Direttiva Habitat (92/43/CEE) segnala una lista di "Priority Habitats", ovvero habitat a rischio di contrazione, per i quali la Comunità Europea reclama una speciale attenzione circa la loro distribuzione naturale all'interno dei territori comunitari. Ogni habitat prioritario deve essere valutato in termini di "stato di conservazione", inteso come l'insieme di tutti i fattori che potrebbero contribuire all'alterazione della loro distribuzione, struttura e funzione sul lungo termine.

Gli habitat prioritari sono elencati nell'allegato 1 della Direttiva e, all'interno della categoria designata come "Habitat costieri e vegetazione alofitica", vengono segnalati come precisi habitat prioritari le lagune costiere. La laguna di Venezia rappresenta quindi, in qualità di laguna costiera, un habitat prioritario fra quelli designati dalla Direttiva.

Agli "habitat prioritari" sono associate, nell'ottica della Direttiva, "specie di interesse comunitario" e "specie prioritarie", che vengono elencate nell'allegato 2 della stessa.

All'interno della laguna di Venezia, sono quattro le specie di Teleostei che rientrano, sulla base delle attuali conoscenze (FRANCO et al., 2004, 2006; MALAVASI et al., 2004; FRANZOI et al., 2010), nella lista delle specie di interesse comunitario elencate nell'allegato 2 della Direttiva. Si tratta del ciprinodontide *Aphanius fasciatus*, delle due specie di piccoli gobidi, *Pomatoschistus canestrinii* e *Knipowitschia panizzae*, e della cheppia, *Alosa fallax* (clupeidi). Poiché la Direttiva indica come principale misura di conservazione e protezione delle specie

di interesse comunitario quella del ripristino di “stati di conservazione favorevoli”, e dal momento che lo stato di conservazione favorevole coincide con la vitalità delle popolazioni delle specie considerate, l’analisi della bio-ecologia delle specie in considerazione diviene uno strumento conoscitivo fondamentale in tale contesto.

Le due specie di piccoli gobidi e il ciprinodontide appartengono alla guild ecologica-funzionale dei residenti estuarini (ER, estuarine residents) in accordo con quanto proposto da MALAVASI et al. (2004) e FRANCO et al. (2006). Si tratta di specie che svolgono l’intero ciclo vitale all’interno dell’ambiente lagunare, e la cui bio-ecologia presenta uno stretto legame con gli habitat tipici degli ambienti acquatici di transizione. *A. fasciatus*, chiamato comunemente nono, è, fra le tre specie citate, quella che appare maggiormente adattata ad ambienti salmastri caratterizzati da ridottissima profondità, elevata instabilità e marcate fluttuazioni spazio-temporali dei parametri ambientali. Nel contesto lagunare, precedenti indagini di comunità ittica hanno evidenziato il legame della specie con gli habitat di barena (FRANCO et al., 2004, 2006).

A. fasciatus è l’unica specie italiana rappresentante dell’ordine Cyprinodontiformes (GANDOLFI et al., 1991), i cosiddetti killifish. Si tratta di pesci caratterizzati da piccola taglia e breve ciclo vitale. Il termine “kill”, letteralmente “fossi” dall’olandese antico, designa corpi idrici di modeste dimensioni, quali piccoli fiumi o piccoli estuari, che sono habitat d’elezione per questi pesci. In relazione alla loro peculiare ecologia, e unitamente alla relativa comodità sperimentale legata alla piccola taglia e al breve ciclo vitale, alcune specie, appartenenti alle famiglie Cyprinodontidae e Fundulidae, vengono utilizzate nel monitoraggio ambientale e negli studi concernenti gli adattamenti alle pressioni ambientali caratterizzanti particolari sistemi acquatici (ZHOU & WEIS, 1998; WEIS et al., 2001; BACANSKAS et al., 2004; WASSENBERG & DI GIULIO, 2004; SHAUGHNESSY et al., 2007).

Nel presente lavoro, la distribuzione e la preferenza di habitat di *Aphanius fasciatus* vengono indagate sull’intera scala lagunare, utilizzando i dati provenienti da campagne di campionamento effettuate nel periodo 2002-2011, nell’ambito di ricerche svolte dal Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica dell’Università Ca’ Foscari di Venezia e di progetti finanziati dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (FRANZOI et al., 2005), dal Co.Ri.La. (MAINARDI et al., 2004, 2005) e dal Magistrato alle Acque di Venezia (MAGISTRATO ALLE ACQUE & DSA-UNIVE, 2007, 2008). Oltre alla distribuzione spaziale della specie, basata su dati di presenza/assenza in un cospicuo numero di stazioni dislocate nei quattro bacini lagunari, la stratificazione del campionamento per tipologia di habitat ha permesso di individuare gli habitat utilizzati dalla specie e la frequenza di rinvenimento rispetto al totale degli habitat campionati, così da ottenere indicazioni sulla preferenza di habitat della specie stessa.

MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati effettuati nel periodo 2002-2011, nell’ambito di dieci campagne (mensili, stagionali o anche solo occasionali) che hanno previsto il campionamento di un numero complessivo di 172 stazioni, distribuite all’interno della laguna di Venezia. Gli esemplari sono stati raccolti utilizzando sciabiche di differenti dimensioni (8, 10, 20 metri), a maglia fitta con distanza internodo 2 mm, tirate da due operatori in condizioni di semi-immersione.

Le differenti strategie di campionamento adottate nel corso degli anni rendono difficile il confronto tra le abbondanze o le frequenze di rinvenimento di *A. fasciatus* nelle diverse campagne. Per questi motivi, in questa sede verranno riportati i risultati delle analisi effettuate sulla base dei dati di presenza/assenza.

Allo scopo di definire la distribuzione di *A. fasciatus*, gli habitat presenti in laguna di Venezia sono stati ricondotti a sei categorie (tab. 1).

Per ogni habitat è stato quindi registrato il numero di stazioni caratterizzate dalla presenza di *A. fasciatus* rispetto al totale delle stazioni indagate.

I risultati sono stati analizzati con il software ArcGis allo scopo di produrre mappe di distribuzione della specie in laguna di Venezia.

Tab. 1. Elenco e descrizione delle sei tipologie di habitat lagunari considerate nel presente lavoro, con indicato per ciascuno il numero di siti di campionamento indagati.

Habitat	Descrizione	N° stazioni
Barene naturali	Tipiche strutture tabulari ramificate suddivisibili nelle caratteristiche unità di piana fangosa/velma, ghebo, chiaro. Soggette ad escursione mareale che porta a forti fluttuazioni del livello dell’acqua, con emersione parziale o totale di alcune unità.	58
Bassi fondi	Piane fangose o sabbiose prospicienti o meno ad habitat barenicoli, con substrato nudo o caratterizzato da una variabile copertura algale.	40
Praterie di fanerogame	Letti di praterie di fanerogame, monospecifici o misti, caratterizzati dalle specie <i>Zostera marina</i> , <i>Nanozostera noltii</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Ruppia</i> spp.	59
Barene artificiali	Strutture barenicole ricostruite da recenti interventi antropici, nel contesto dei piani morfologici di gestione dell’ambiente lagunare. Le unità barenicole tipiche sono meno riconoscibili e la complessità strutturale dell’habitat appare inferiore rispetto alla barena naturale.	10
Canalizzazioni artificiali	Ex peschiere, canali artificiali di origine antropica destinati al più diverso uso, di solito rinvenibili all’interno di isole lagunari, direttamente comunicanti con l’ambiente lagunare o regolate da sistemi di chiuse.	3
Valli da pesca	Invasi interni, chiaviche e canali delle valli da pesca tradizionalmente utilizzate in laguna di Venezia per l’allevamento semi-intensivo di specie ittiche migratrici.	2

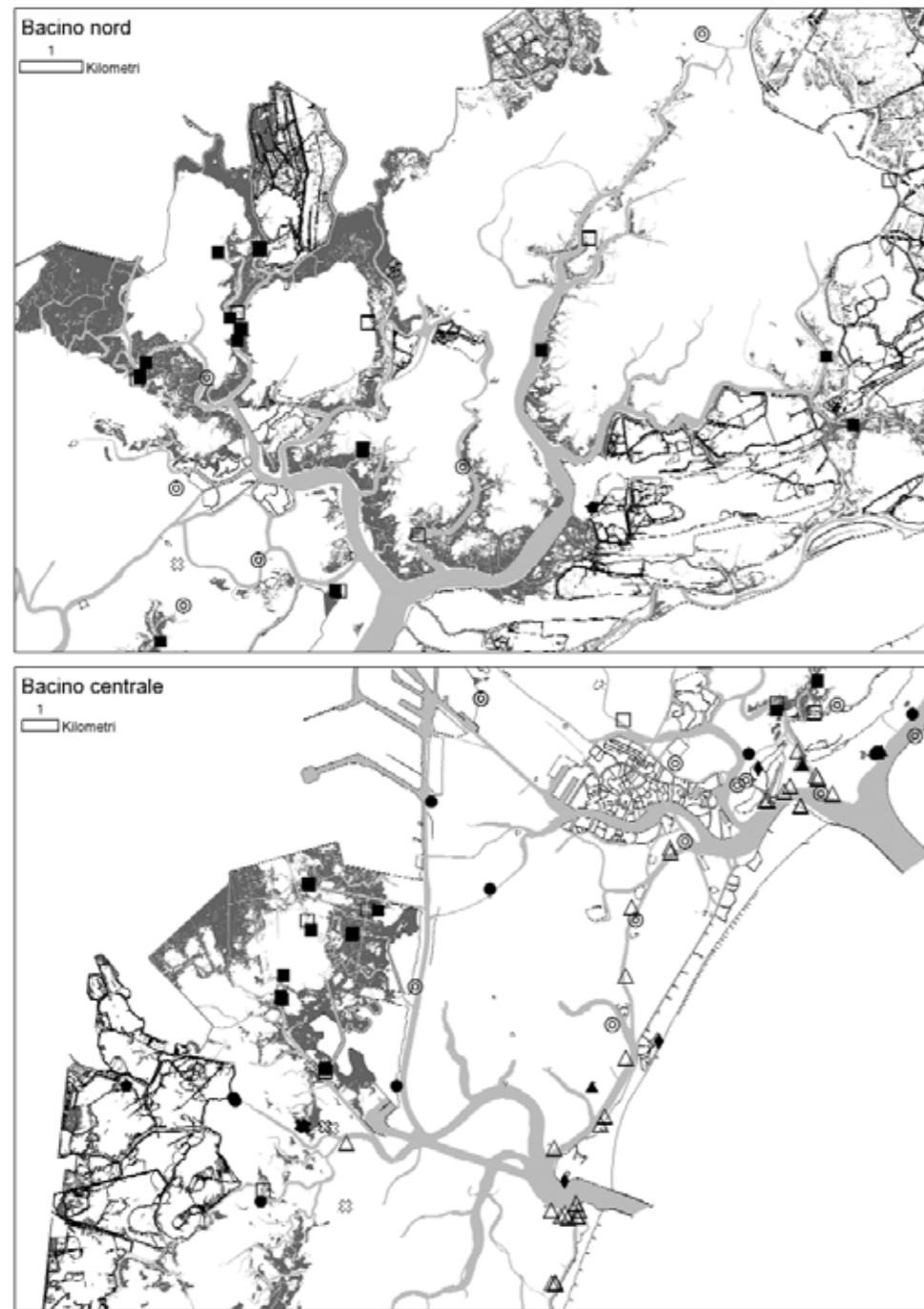
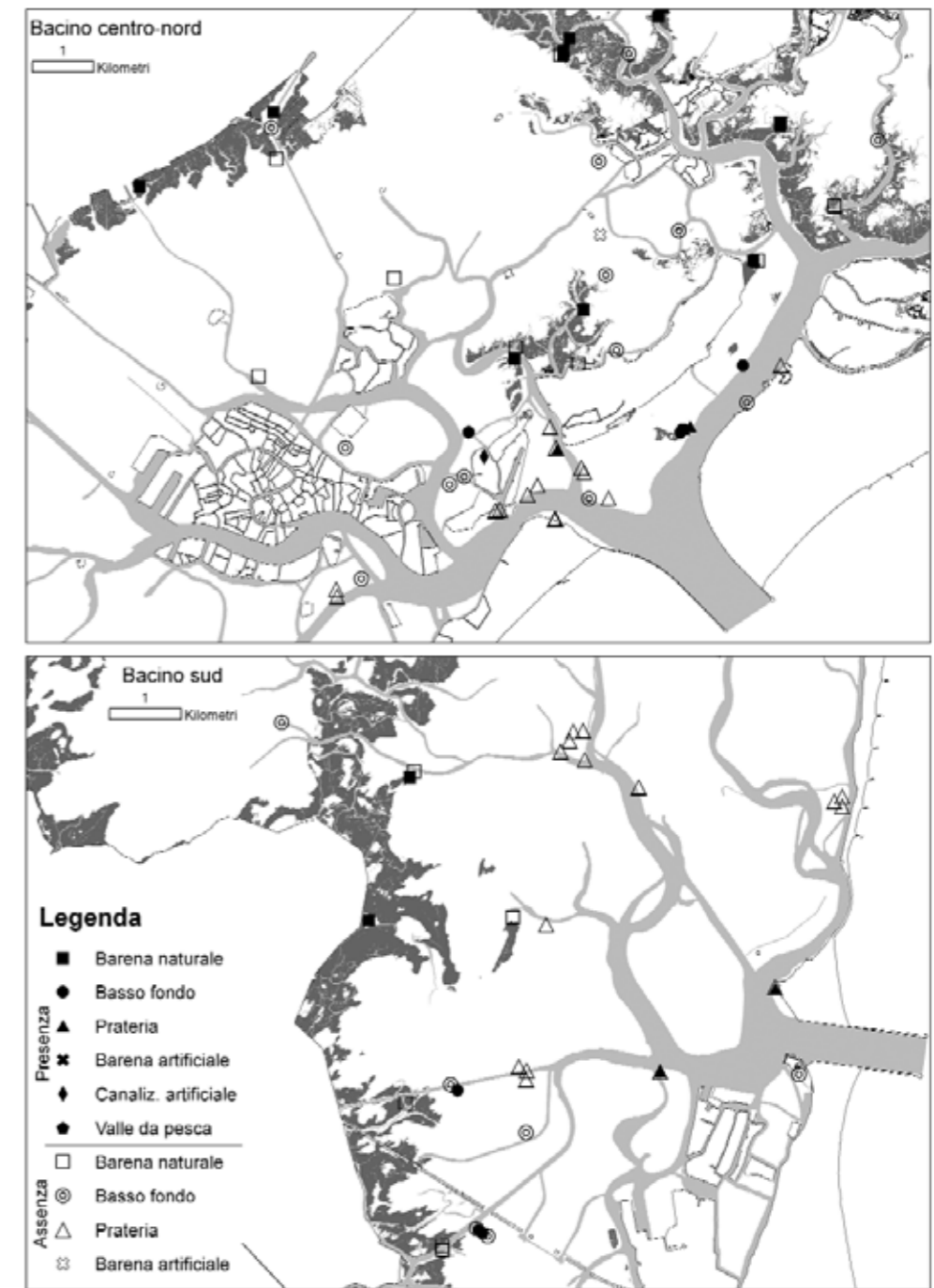


Fig. 1. Distribuzione all'interno della laguna di Venezia delle stazioni di campionamento investigate nel corso del periodo 2002-2011, con indicate la tipologia di habitat di appartenenza e la presenza/assenza di *A. fasciatus*.



RISULTATI

In 63 delle 172 stazioni campionate nel periodo 2002-2011 sono stati catturati, almeno una volta, esemplari di *A. fasciatus* (fig. 1).

In figura 2 è riportata la percentuale di stazioni in cui è stata rinvenuta la specie rispetto al totale dei siti indagati. Si può notare una maggiore presenza della specie in alcuni habitat, come valli da pesca, canalizzazioni artificiali e barene naturali, anche se va sottolineato come in alcuni casi sia stato visitato un numero esiguo di stazioni. L'habitat con la presenza più bassa di *A. fasciatus* è invece quello delle praterie di fanerogame marine.

In particolare, solo due valli da pesca sono state visitate e in entrambe la specie è stata rilevata. Lo stesso dicasi per le tre canalizzazioni artificiali all'interno di isole (canali interni delle Vignole, canale del forte degli Alberoni e canali di Malamocco), dove abbondanti popolazioni della specie sono state rinvenute nel contesto di recenti indagini. Delle dieci stazioni di barene artificiali indagate, in quattro la specie è stata rilevata (fig. 1).

Nel caso invece delle barene naturali, su 58 stazioni indagate 33 (56,8%, fig. 2) sono risultate essere utilizzate, almeno in qualche momento dell'anno, dalla specie. Per quel che riguarda le praterie di fanerogame e i bassi fondi, la specie è stata rilevata nel 35% (14 di 40) e nel 13% (7 di 52) rispettivamente delle stazioni (fig. 2). La frequenza di segnalazione della specie in queste tre tipologie di habitat è significativamente maggiore (nel caso delle barene naturali) o minore (nel caso di praterie e bassi fondi) dell'atteso (test del chi quadrato: $X^2 = 19.5$, $df = 2$, $p < 0.01$), e tale risultato suggerisce l'esistenza di una selezione positiva di habitat, nel caso delle barene naturali, e negativa nel caso di praterie e bassi fondi.

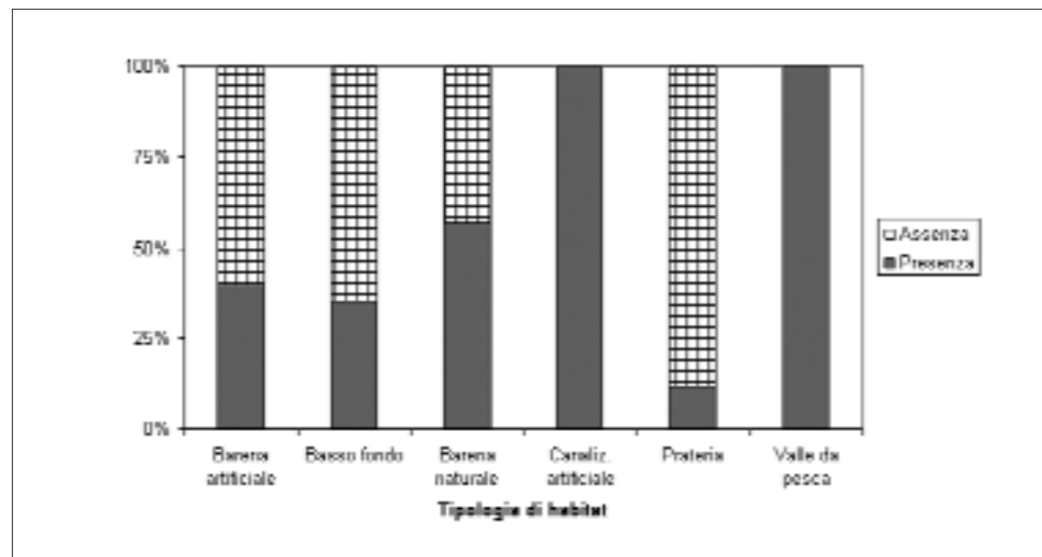


Fig. 2. Istogramma della frequenza percentuale di rinvenimento di *A. fasciatus* rispetto al totale delle stazioni indagate per ciascuna tipologia di habitat considerata.

In figura 3 è riportata una mappa della probabilità di presenza di *A. fasciatus* in laguna di Venezia ottenuta dall'interpolazione mediante kriging dei dati di presenza/assenza per le singole stazioni. Si può notare come le aree con la più alta probabilità di rinvenimento della specie siano quelle a ovest delle casse di colmata, caratterizzate da un vasto e complesso sistema barenicolo adiacente alle valli da pesca. Anche i sistemi barenicoli della laguna nord presentano discrete probabilità di rinvenimento di *A. fasciatus*. Di contro, negli specchi d'acqua aperti e nelle praterie di fanerogame sommerse della laguna centro-meridionale la probabilità di presenza della specie è più bassa. La bontà della predizione è confermata dalla mappa dell'errore standard delle predizioni, che risulta basso per gran parte della superficie lagunare, ad esclusione delle aree all'estremo nord e sud-ovest. La mancanza di siti di campionamento in queste aree impedisce infatti un'accurata stima della probabilità di presenza della specie.

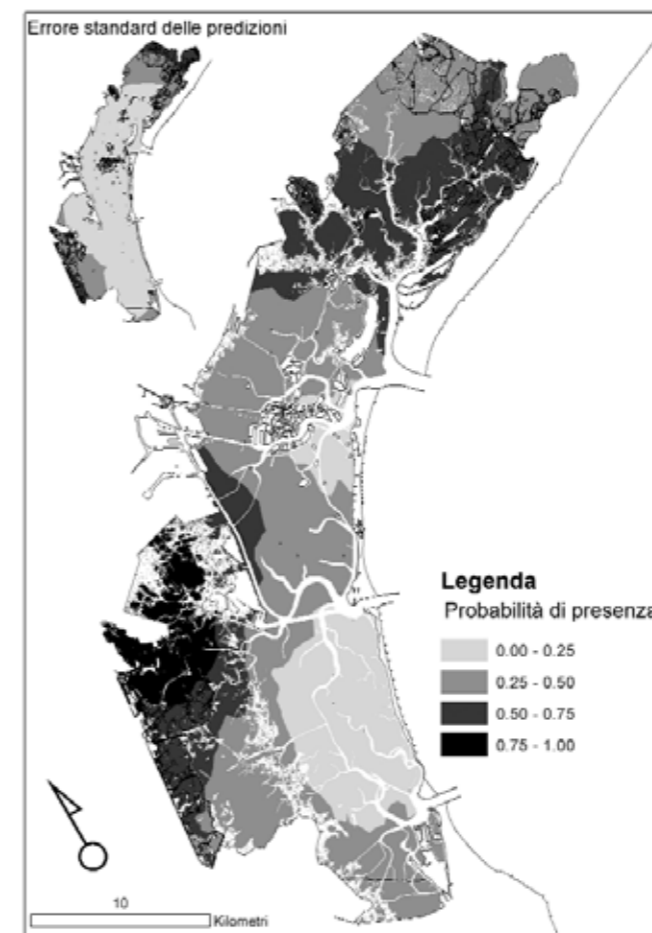


Fig. 3. Mappa della probabilità di presenza di *A. fasciatus* in laguna di Venezia ottenuta dall'interpolazione (kriging) dei dati di presenza/assenza riportati in figura 1. In alto a sinistra è riportata la mappa dell'errore standard delle predizioni.

DISCUSSIONE

A. fasciatus popola gli ambienti costieri del Mediterraneo centro-orientale. È diffuso in particolare nelle lagune costiere, nelle aree barenicole e in ambienti iperalini come le saline (BOUMAIZA et al., 1979; LEONARDOS et al., 1996; LEONARDOS & SINIS, 1999) ed è segnalato anche nelle acque dolci siciliane (LO DUCA & MARRONE, 2009). Lo spettro delle tipologie di habitat ai quali la specie si adatta appare dunque ampio e ciò potrebbe essere, in una certa misura, correlato alla sua grande tolleranza rispetto alle variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua.

La distribuzione rappresentata in figura 3 denota un incremento della probabilità di presenza della specie lungo un gradiente mare-gronda. Poiché la specie non sembra essere influenzata da parametri chimico-fisici dell'acqua (Cavrarò, ined.) quali ad esempio salinità, temperatura, torbidità, ossigeno disciolto, tale distribuzione risulta più probabilmente associata alla distribuzione delle differenti tipologie di habitat.

Assumendo dunque che non siano i parametri chimico-fisici dell'acqua i fattori salienti che definiscono la distribuzione di *A. fasciatus*, rimane aperta la domanda se esistano o meno fattori strutturali specifici che definiscano l'habitat di elezione della specie. Nel contesto lagunare, i risultati del presente lavoro confermano alcune indicazioni già presenti nella recente letteratura sulle comunità ittiche della laguna di Venezia (FRANCO et al., 2004, 2006) circa il forte legame della specie con i sistemi a barene naturali. Nonostante le stazioni di campionamento non risultino omogeneamente distribuite all'interno della superficie lagunare, il loro numero (172) e l'arco di tempo coperto dai campionamenti (10 anni) rendono comunque attendibili i risultati ottenuti. Tale lavoro supporta quindi quantitativamente questa conclusione, indicando nelle barene naturali l'habitat più utilizzato dalla specie in laguna.

Considerata l'importanza ecologica rivestita da questi ambienti per la specie, la riduzione della superficie di aree barenicole registrata negli ultimi due secoli (da 115 km² nel 1810 a circa 40 km² attuali. Fonte: Piano di Gestione laguna di Venezia, Documento per le consultazioni) sottolinea l'importanza, per la tutela della specie, della conservazione degli habitat a cui essa è strettamente connessa. Le barene naturali, con la loro ricca articolazione strutturale in ghebi, chiari e canalizzazioni a diametro variabile, e con il riparo fornito tanto dalla vegetazione emersa e ripariale alofitica, quanto dagli ammassi algali sommersi, offrono probabilmente opportunità importanti per la specie in termini di riproduzione e rifugio dai predatori (Cavrarò, oss. pers.).

Il comportamento riproduttivo della specie implica un'intensa competizione fra i maschi per l'accesso e la monopolizzazione delle femmine, che vengono isolate e condotte da questi, attraverso elaborati corteggiamenti competitivi, ai siti di deposizione, spesso costituiti da materiale vegetale. Il dimorfismo sessuale e la cospicuità dei maschi, in termini di colorazione e caratteri sessuali, unitamente alla piccola taglia e alla spiccata tendenza al gregarismo, suggeriscono che la specie sia soggetta a una intensa pressione predatoria, tanto da parte di specie ittiche piscivore, quanto da parte di uccelli acquatici (GANDOLFI et al., 1991; MALAVASI et al., 2010).

Queste caratteristiche sono a supporto dell'importanza di habitat con complessità strutturale tale da fornire rifugio dai predatori e siti idonei per la riproduzione e la deposizione delle uova.

Sulla base dei presenti risultati, oltre alle barene naturali, altri habitat sembrano rivestire una notevole importanza per il nono in laguna di Venezia. Fra questi, spiccano le canalizzazioni artificiali presenti all'interno delle isole lagunari, come ad esempio Lido e Vignole. Lo sforzo di campionamento in questi habitat è ancora troppo limitato per poter avere un quadro conoscitivo di larga scala, ma ricerche in corso suggeriscono come questi habitat ospitino popolazioni numerose e ben strutturate della specie (Cavrarò, oss. pers.). In tali habitat, la comunità nectonica è fortemente ridotta in termini di numero di specie, e quasi interamente dominata da piccole specie di residenti estuarini (*K. panizzae* e la specie alloctona *Gambusia holbrooki*, oltre a *Palaemon* spp. tra i decapodi), e tra queste il nono risulta fra le più abbondanti. L'isolamento di questi habitat rispetto alla laguna aperta potrebbe inoltre ridurre la pressione predatoria da parte dei piscivori e pertanto avere una funzione di rifugio per la specie; tali habitat sono inoltre componenti di un paesaggio che discende dagli usi tradizionali dell'ambiente lagunare da parte dell'uomo (come nel caso delle peschiere di terra). Tali habitat meritano dunque un'attenzione, da un punto di vista conservazionistico, non dissimile da quella fino a ora accordata ai sistemi di barene naturali.

La presenza esigua o l'assenza della specie nelle praterie e nelle piane fangose e sabbiose può essere spiegata in termini di maggiore pressione della predazione e della competizione interspecifica, oltre che di mancanza delle caratteristiche strutturali che costituiscono i requisiti per la riproduzione e, nel contempo, risultano efficaci per le strategie antipredatorie.

Ulteriori e più approfonditi studi sono in corso per esplorare la possibilità di utilizzare *Aphanius fasciatus* quale "biomonitore" delle variazioni ambientali della laguna di Venezia, analizzando nel dettaglio le risposte adattative della specie a differenti livelli (struttura genetica, demografia delle popolazioni, pattern bioenergetici, risposte a stress ambientali).

RINGRAZIAMENTI

I dati qui analizzati sono stati raccolti grazie a ricerche coordinate e finanziate da Co.Ri.La (Consorzio Ricerche Laguna), Magistrato alle Acque di Venezia tramite il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MIPAF) e Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR).

Bibliografia

- BACANSKAS L.R., WHITAKER J., DI GIULIO R.T., 2004. Oxidative stress in two populations of killifish (*Fundulus heteroclitus*) with differing contaminant exposure histories. *Marine environmental research*, 58: 597-601.
- BOUMAIZA M., QUIGNARD J.P., KTARI M.H., 1979. Contribution à la biologie de la reproduction d'*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces, Cyprinodontidae) de Tunisie. *Bull. Off. Natn. Pech., Tunisie*, 3 (2): 221-240.
- FRANCO A., FRANZOI P., MALAVASI S., RICCATO F., TORRICELLI P., 2004. Fish assemblage in shallow water habitats of the Venice lagoon. *Hydrobiologia*, 555: 159-174.
- FRANCO A., FRANZOI P., MALAVASI S., RICCATO F., TORRICELLI P., MAINARDI D., 2006. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. *Estuarine Coastal Shelf and Science*, 66: 67-83.
- FRANZOI P., FRANCO A., TORRICELLI P., 2010. Fish assemblage diversity and dynamics in the Venice lagoon. *Rendiconti Lincei*, 21 (3): 269-281.
- FRANZOI P., MAIO G., PELLIZZATO M., ZUCCHETTA M., FRANCO A., GEORGALAS V., FIORIN R., RICCATO F.,

- BUSATTO T., ROSSI R., TORRICELLI P., 2005. Messa a punto di metodologie innovative applicabili alla valutazione del novellame da allevamento. Nuovi metodi ecologici per la valutazione del reclutamento e della distribuzione del novellame di orata, spigola e mugilidi ai fini della gestione sostenibile di ecosistemi lagunari. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali - Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura - VI Piano Triennale della pesca e dell'acquacoltura in acque marine e salmastre.
- GANDOLFI G., TORRICELLI P., ZERUNIAN S., MARCONATO A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. *Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato*, 597 pp. + IX tavv.
- LEONARDOS I., SINIS A., 1999. Age growth and mortality of *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (Western Greece). *Contributions to the Zoogeography and Ecology of the Eastern Mediterranean Region*, 1: 327-335.
- LEONARDOS I., SINIS A., PETRIDIS D., 1996. Influence of environmental factors on the population dynamics of *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) (Pisces: Cyprinodontidae) in the lagoons Mesolongi and Etolikon (W. Greece). *Israel Journal of Zoology*, 42: 231-249.
- LO DUCA R., MARRONE F., 2009. Conferma della presenza di *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) (Cyprinodontiformes Cyprinodontidae) nel bacino idrografico del fiume Imera meridionale (Sicilia). *Naturalista sicil.*, S. IV, XXXIII (1-2): 115-125.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, DSA - UNIVE, 2007. Studio B.12.3/III. La funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna. Relazione Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA, DSA - UNIVE, 2008. Studio B.12.3/IV. La funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna. Relazione Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- MAINARDI D., FIORIN R., FRANCO A., FRANZOI P., GRANZOTTO A., MALAVASI S., PRANOVI F., RICCATO F., ZUCCHETTA M., TORRICELLI P., 2004. Seasonal distribution of fish fauna in the Venice Lagoon shallow waters: preliminary results. In: Campostrini P. (ed.), Scientific research and safeguarding of Venice, Corila Research Program 2002 results. *Multigraf*, Venezia: 437-447.
- MAINARDI D., FIORIN R., FRANCO A., FRANZOI P., MALAVASI S., PRANOVI F., RICCATO F., ZUCCHETTA M., TORRICELLI P., 2005. Composition and distribution of fish assemblages in the shallow waters of the Venice lagoon. In: Campostrini P. (ed.), Scientific research and safeguarding of Venice, Corila Research Program 2003 results. *Multigraf*, Venezia: 405-419.
- MALAVASI S., FIORIN R., FRANCO A., FRANZOI P., GRANZOTTO A., RICCATO F., MAINARDI D., 2004. Fish assemblages of Venice Lagoon shallow waters: an analysis based on species, families and functional guilds. *Journal of Marine Systems*, 51: 19-31.
- MALAVASI S., GEORGALAS V., CAVRARO F., TORRICELLI P., 2010. Relationships between relative size of sexual trait and male mating success in the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 43: 157-167.
- SHAUGHNESSY K.S., BELKNAP A.M., HEWITT L.M., DUBÉ M.G., MACLATCHY D.L., 2007. Effects of kraft pulp mill condensates on plasma testosterone levels in mummichog (*Fundulus heteroclitus*). *Ecotoxicology and environmental safety*, 67: 140-148.
- ZHOU T., WEIS J.S., 1998. Swimming behavior and predator avoidance in three populations of *Fundulus heteroclitus* larvae after embryonic and/or larval exposure to methylmercury. *Aquatic Toxicology*, 43: 131-148.
- WASSENBERG D.M., DI GIULIO R.T., 2004. Teratogenesis in *Fundulus heteroclitus* embryos exposed to a creosote-contaminated sediment extract and CYP1A inhibitors. *Marine environmental research*, 58: 163-168.
- WEIS J.S., SAMSON J., ZHOU T., SKURNICK J., WEIS P., 2001. Prey capture ability of mummichogs (*Fundulus heteroclitus*) as a behavioral biomarker for contaminants in estuarine systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 1442-1452.

Indirizzi degli autori:

Francesco Cavraro, Matteo Zucchetta, Piero Franzoi, Patrizia Torricelli, Stefano Malavasi - Università Ca' Foscari di Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali Informatica e Statistica, Campo della Celestia, Castello 2737/B, I-30122 Venezia, Italia
 Riccardo Fiorin, Federico Riccato - Laguna Project s.n.c., Castello 6411, I-30122 Venezia, Italia