

PRESENZA ACCERTATA DI UNA SPECIE DEL GRUPPO *AZOLLA CAROLINIANA/A. CRISTATA* (SALVINIACEAE, PTERIDOPHYTA) RECENTEMENTE TROVATA SPONTANEIZZATA IN ITALIA

GUIDO BRUSA¹ & ENZO BONA²

Parola chiave – Idrofite, neofite, piante esotiche.

Key words – Alien plants, hydrophytes, neophytes.

Riassunto – In Italia sono attualmente accertate almeno due specie del genere *Azolla* in ambienti naturali: *A. filiculoides*, di cui si conosceva già la presenza; e una specie del gruppo *A. caroliniana/A. cristata*, la cui presenza è stata più volte messa in dubbio oppure è stata considerata come estinta, ma ora viene definitivamente annoverata nella flora esotica italiana tramite le popolazioni accertate sul Lago di Varese. Non è stato però possibile determinare la specie tra *A. caroliniana/A. cristata*, in quanto non sono stati osservati sporocarpi. Sono inoltre riportate considerazioni sulle modalità di introduzione e sullo stato di neofita naturalizzata/invasiva.

Abstract – Occurrence of a species in the group *Azolla caroliniana/A. cristata* (Salviniaceae, Pteridophyta) recently discovered to be spontaneous in Italy. At least two species of the genus *Azolla* are currently found in natural environments of Italy: *A. filiculoides*, whose presence was already known, and a species of the group *A. caroliniana/A. cristata*, whose occurrence was repeatedly questioned or it was believed as extinct, but it is now definitely included in the Italian alien flora for the populations found in Lake Varese. However, it was not possible to establish the species between *A. caroliniana/A. cristata*, because sporocarps were not collected. Considerations about the way of introduction and the status of naturalized/invasive neophyte are also reported.

INTRODUZIONE

Le vicende riguardanti la presenza in Europa delle specie del genere esotico *Azolla* Lam. (Salviniaceae, Pteridophyta), costituito da piccole felci eterosporee, pleustofitiche, azoto-fissatrici e distribuite in climi temperato-caldi o tropicali (LUMPKIN & PLUCKNETT, 1980), sono piuttosto articolate. In Italia appaiono oltremodo controverse. Le motivazioni alla base di queste complicazioni di natura strettamente tassonomica sono dovute alla difficoltà nel discernere i caratteri necessari per distinguere le diverse specie (LUMPKIN, 1993; MADEIRA *et al.*, 2013; PIETERSE *et al.*, 1977):

- i caratteri vegetativi sono spesso molto plastici;
- le piante sono in genere sterili, mancando in particolare degli sporocarpi;
- e soprattutto i caratteri sono osservabili soltanto ad elevato ingrandimento (ca. 100x per i caratteri fogliari, mentre è richiesto l'utilizzo del microscopio elettronico per i caratteri del perisporio).

Le analisi genetiche hanno soltanto in parte contribuito a dirimere le questioni tassonomiche (MADEIRA *et al.*, 2013, 2016; PEREIRA *et al.*, 2011; REID *et al.*, 2006). Inoltre, l'attuale sopravvivenza negli ambienti naturali delle popolazioni italiane è considerata minacciata dalle attività umane e corrisponde solo in parte alle segnalazioni storicamente riportate (MARCHETTI, 2004), così da rendere difficili, in mancanza di *exsiccata*, le indagini comparative.

La presente indagine ha lo scopo di contribuire a delucidare la presenza delle specie del genere *Azolla* in Italia, anche alla luce di una popolazione recentemente accertata in Lombardia.

STATO DELLE CONOSCENZE

In Italia, è riportata la presenza delle seguenti specie del genere *Azolla* (MARCHETTI, 2004; PIGNATTI, 2017), che tradizionalmente si differenziano per alcuni caratteri microscopici così descritti nella flora americana (LUMPKIN, 1993), continente in cui si trova il loro areale originario (REID *et al.*, 2006):

- *A. filiculoides* Lam.: papille unicellulari sul lato adassiale delle foglie; megaspore con perisporio verrucoso;
- *A. caroliniana* Willd. e *A. mexicana* C.Presl.: papille bicellulari sul lato adassiale delle foglie; megaspore con perisporio non verrucoso. Queste due specie si separano unicamente per le caratteristiche del perisporio: nella prima specie, è privo di depressioni, ma densamente ricoperto di filamenti; nella seconda presenta invece depressioni, ma ha pochi filamenti.

Occorre sottolineare che secondo MADEIRA *et al.* (2013) *A. caroliniana* sarebbe un ibrido tra *A. mexicana* e una specie sudamericana non ancora descritta. Tutte queste specie appartengono comunque alla sezione *Azolla*, come circoscritta recentemente da PEREIRA *et al.* (2011).

¹ Via Corridoni, 21100 Varese - ✉ guido.brusa@libero.it

² Centro Studi Naturalistici Bresciani c/o Museo Civico di Scienze Naturali, via Ozanam 4, 25128 Brescia

La presenza in Italia di specie del gruppo *A. caroliniana*/*mexicana* è però messa in dubbio da autorevoli fonti, anche se altre invece la confermano:

- MARCHETTI (2004) cita FIORI (1943), secondo cui “*A. caroliniana* sarebbe stata introdotta già nel 1886 mentre di *A. filiculoides* ci sarebbero attestazioni solo dal 1900, ma poi quest’ultima avrebbe sostituito l’altra in molte località, tanto da far pensare talora ad iniziali determinazioni errate della prima”. In definitiva, MARCHETTI (2004) non esclude un errore di attribuzione e pertanto conferma la presenza della sola *A. filiculoides* in Italia;
- BONA *et al.* (2005) citano la presenza avventizia di *A. caroliniana* (rev. F. Prosser, TR) per il Lago di Garda tra Torbole e Riva (G. Buffa in DALLA FIOR, 1969). Inoltre, “l’esame del materiale conservato in FI (Prosser) sembrerebbe confermare l’originaria compresenza delle due specie così come riportato da FIORI (1943), mentre la revisione di reperti recenti ha portato al riscontro della sola *A. filiculoides*”;
- ASSINI *et al.* (2010) riportano che *A. caroliniana* è segnalata per errore in Lombardia, in quanto “le segnalazioni lombarde per questa specie, a partire dalla prima di BOZZI (1888), sono erronee e da ricondurre tutte (o quasi tutte) ad *A. filiculoides*”;
- la nuova flora d’Italia (PIGNATTI, 2017) indica la sola presenza di *A. filiculoides*, “benché forse si possa confermare l’esistenza di *A. mexicana* almeno nel Pisano, durante il XIX sec. (PAL!)”;
- la recente *check-list* sulla flora esotica italiana riporta unicamente *A. filiculoides* (GALASSO *et al.*, 2018);
- infine, un recentissimo studio (LASTRUCCI *et al.*, 2019) ha confermato la presenza in Italia di *A. filiculoides* e di *A. caroliniana/mexicana*, quest’ultima non più rinvenuta con certezza da oltre un secolo.

Oltre alle difficoltà di riconoscimento tra *A. filiculoides* e *A. caroliniana/mexicana*, sussistono dubbi anche su quale entità del gruppo *A. caroliniana/mexicana* era presente in Italia. Di fatto, la maggior parte degli Autori sopra citati indicano si tratti di *A. mexicana* e che quindi le segnalazioni di *A. caroliniana* siano da intendersi come “Auct.”. Tuttavia, questa conclusione sembra basata esclusivamente sulle revisioni effettate in Olanda da PIETERSE *et al.* (1997) e in Francia e Germania da PRELLI (2001).

A complicare ulteriormente il quadro, è sopravvenuta la revisione tassonomica di EVRARD & VAN HOVE (2004), che era già stata supposta anche da altri (ZIMMERMAN *et al.*, 1989, 1991), secondo i quali in America esistono soltanto due specie: *A. filiculoides* e *A. cristata* Kaulf. Sulla base di questa trattazione, in *A. filiculoides* viene inclusa anche *A. caroliniana* Willd., in quanto il *typus* di quest’ultima presenta papille unicellulari. *A. cristata* è invece il binomio che ha priorità su *A. mexicana*. Sempre secondo EVRARD & VAN HOVE (2004) le caratteristiche

del perisporio non sono sufficienti a giustificare la presenza di più entità tassonomiche caratterizzate da papille bicellulari e pertanto *A. caroliniana* non Willd. è da includersi in *A. cristata*.

Nel presente contributo si segue una trattazione cautelativa rispetto a EVRARD & VAN HOVE (2004), tenendo quindi conto delle più recenti indagini genetiche (MADEIRA *et al.*, 2013, 2016; PEREIRA *et al.*, 2011):

- *A. cristata* è il binomio corretto per *A. mexicana*;
- il binomio *A. caroliniana* è da intendersi *sensu* Auct. non Willd.

In definitiva, sono attualmente riconosciute *A. filiculoides* Lam. con papille unicellulari, mentre con papille bicellulari sono *A. cristata* Kaulf e *A. caroliniana* Auct. non Willd., con queste due ultime distinguibili unicamente in base alle caratteristiche del perisporio.

DATI SULLE POPOLAZIONI ACCERTATE

Descrizione del rinvenimento

Durante un monitoraggio sulla presenza della neofita invasiva *Ludwigia hexapetala* sul Lago di Varese (Provincia di Varese, Lombardia) nel settembre 2017, uno degli Autori del presente contributo (Brusa G.) ha osservato una specie del genere *Azolla* crescere lungo le rive settentrionali del lago, poco a ovest della foce del Torrente Valleluna (UTM32 482332-5072559). Un’altra popolazione è stata osservata da un’imbarcazione in “acque aperte”, più a ovest di un centinaio di metri rispetto a quella riscontrata nei pressi della foce, verso la località “Volo-avela” (UTM32 482269-5072634). Entrambe le popolazioni non erano state rilevate durante i sopralluoghi di luglio 2017, né tantomeno nel precedente anno. Le piante di *Azolla* crescevano in “acque aperte” tra i fusti di *Ludwigia hexapetala*, dove questa era più rada. Nei pressi delle rive, le piante di *Azolla* si rinvenivano in insenature assieme ad altre pleustofite (*Lemna minuta* e *Spirodela polyrhiza*).

Ulteriori ricerche sono state demandate agli anni successivi, con l’intento di verificare la stabilità delle popolazioni e soprattutto la capacità di superare la stagione invernale. Quest’ultima è stata alternante rispetto alla temperatura (stazione meteorologica di Varese; fonte dei dati: sito web del Centro Geofisico Prealpino, www.astrogeo.va.it), con un dicembre poco più freddo di 0.7°C rispetto alla media nel periodo 1967-1986 (3.6°C), un gennaio più caldo di 2.7°C (media 2.5°C) e di nuovo più freddo di 0.6°C (media 3.6°C) nel febbraio. L’inverno è stato nel complesso piuttosto mite.

Nell’agosto 2018 si è riosservata la popolazione nei pressi della foce del Torrente Valleluna. Questa popolazione presentava una maggior copertura in acqua rispetto all’anno precedente e lungo la sponda colonizzava anche i canaletti e le rive sabbiose, dove formava tappeti quasi monospecifici.

Immagini delle popolazioni *in situ* sono disponibili sul sito web di uno degli Autori del presente contributo (Brusa G.: <http://www.guidobrusa.info/>). *Exsiccata* sono depositati presso l'erbario del Museo Civico di Scienze Naturali del Comune di Brescia (HbBS).

Considerazioni tassonomiche

Sin dal momento della prima osservazione, l'Autore (Brusa G.) aveva immediatamente riconosciuto che non si trattava di *A. filiculoides*, in quanto macroscopicamente le piante erano di dimensioni minori rispetto a quelle di questa specie e con una colorazione nettamente verde e non verde glauco (Fig. 1). Queste caratteristiche si mantengono anche in coltivazione *ex situ* (Fig. 2). Questo a dispetto di quanto riportato da altri Autori (LUMPKIN, 1993; PEREIRA *et al.*, 2011) che sottolineano come sia praticamente impossibile riconoscere macroscopicamente *A. caroliniana/A. cristata* da *A. filiculoides*.



Fig. 1 – Comparazione tra una pianta di *A. filiculoides* (a sinistra; provenienza Ispra, Provincia di Varese) e di *A. caroliniana/A. cristata* (popolazione accertata sul Lago di Varese).

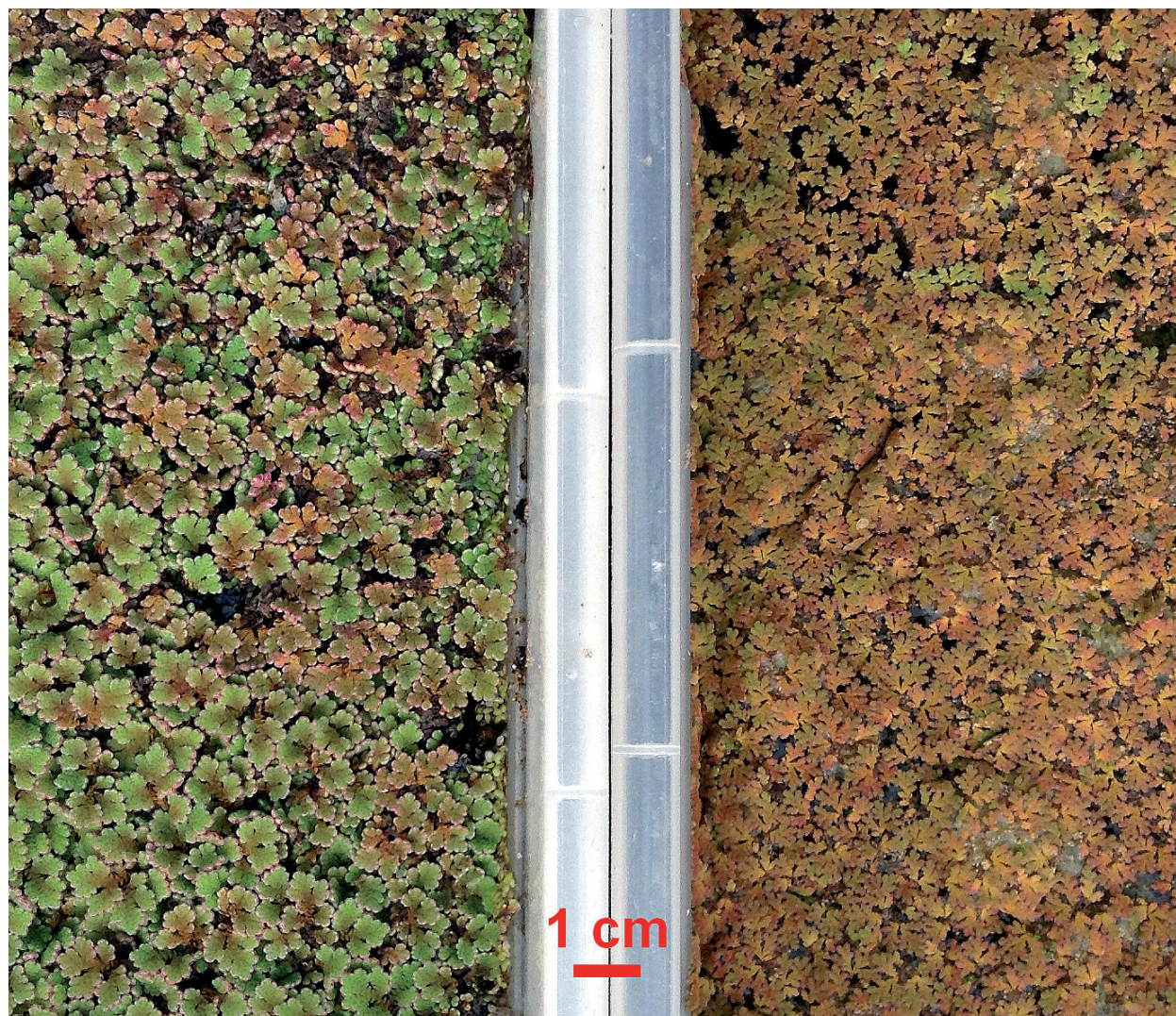


Fig. 2 – Aspetto delle piante mantenute nelle stesse condizioni di crescita *ex situ* (inizio primavera): *A. filiculoides* (a sinistra; provenienza Ispra, Provincia di Varese) e *A. caroliniana/A. cristata* (a destra; popolazione accertata sul Lago di Varese).

L'arrossamento delle foglie è invece dovuto alle basse temperature a cui le piante sono sottoposte, in quanto le specie di *Azolla* assumono questa colorazione se sono soggette a condizioni di stress di varia origine (LUMPKIN, 1993). L'arrossamento è rosso cremisi in *A. filiculoides*, mentre in *A. caroliniana*/*A. cristata* è rosso brunastro, coerentemente alla prevalenza di un diverso tipo di pigmenti antocianici (PIETERSE *et al.*, 1977). In coltivazione, si è potuto osservare come il colore rosso cremisi risulti ben visibile in *A. filiculoides*, soprattutto sul margine e nella parte inferiore delle fronde.

Un altro carattere utile per il riconoscimento, riportato da PIETERSE *et al.* (1977), sarebbe quello dell'ampiezza del margine ialino nelle foglie, che si manterrebbe anche in coltivazione stante alle osservazioni effettuate: 3-4 file di cellule in *A. filiculoides*, contro 1-2 file in *A. caroliniana*/*A. cristata*. In effetti questi caratteri si osservano bene anche nei campioni analizzati nel presente studio, tanto che macroscopicamente il margine ialino è chiaramente più visibile in *A. filiculoides* (Fig. 1). Sulla base dei risultati di PIETERSE *et al.* (1977), questo carattere non sembra però essere sempre consistente per distinguere alcune forme di *A. filiculoides* da *A. caroliniana*/*A. cristata*.

È tuttavia la forma delle papille sulla parte adassiale delle foglie a rappresentare il carattere vegetativo relativamente più facile da osservare e soprattutto affidabile (LASTRUCCI *et al.*, 2019; LUMPKIN, 1993; PIETERSE *et al.*, 1977): le piante del Lago di Varese presentano papille bicellulari e pertanto appartengono univocamente al gruppo di specie *A. caroliniana*/*A. cristata* (Fig. 3). Questo carattere può essere osservato unicamente ad un ingrandimento di almeno 90x.

La distinzione tra *A. caroliniana* e *A. cristata* è invece basata sulla morfologia delle megaspore (LUMPKIN, 1993). Nelle popolazioni del Lago di Varese non sono state sinora individuate piante fertili con sporocarpi e in coltivazione *ex situ* sono stati osservati unicamente microsporocarpi. Secondo SVENSON (1944), in *A. caroliniana* la produzione di microsporocarpi appare più frequente rispetto a quella dei megasporocarpi. Questa condizione è confermata anche da LUMPKIN (1993): *A. caroliniana* viene raramente raccolta con sporocarpi, differentemente da *A. cristata* che è spesso fertile.

Allo stato attuale delle conoscenze, non si è quindi in grado di determinare con certezza il tipo di perisporio nelle popolazioni lombarde, sebbene l'osservata mancanza nella produzione di megasporocarpi possa far supporre che si tratti di *A. caroliniana*.

Ipotesi sull'introduzione

L'introduzione in Italia del genere *Azolla* sembra sia avvenuto inizialmente negli orti botanici, da dove è stata quindi deliberatamente introdotta in natura, come documentato per la Lombardia (ASSINI *et al.*, 2010).

Una popolazione di *A. filiculoides* era stata osservata

(Brusa G.) per alcuni anni (ca. nel periodo 2008-2010) sulla sponda occidentale del Lago di Varese (Biandronno). La specie era stata deliberatamente introdotta come pianta ornamentale in uno stagno artificiale, da cui era entrata nel canneto prospiciente il lago tramite un fosso di scolo. In seguito la specie era scomparsa, anche dal canneto.

Nel caso delle popolazioni di *A. caroliniana*/*A. cristata* del Lago di Varese un'introduzione deliberata appare poco plausibile, data la lontananza da aree antropizzate e la difficoltà di raggiungimento dei luoghi, che può avvenire soltanto tramite imbarcazione o percorrendo il greto del Torrente Valleluna per ca. mezzo chilometro. Una via di accesso più facile, sarebbe dall'aeroporto in località "Voloavela", ma si tratta di una zona ad accesso controllato. Un'introduzione involontaria appare in maggior misura credibile. La zona è frequentata da pescatori, soprattutto dilettanti, e sono presenti anche alcune attività florovivaistiche nelle vicinanze. Non si può nemmeno escludere che le piante di *A. caroliniana*/*A. cristata* siano state "involontariamente" immesse con lo svuotamento di un acquario, in quanto piante del genere *Azolla* sono comuni in acquariofilia e perciò vendute ordinariamente, spesso con nomi delle specie che appaiono discutibili.

Stato di neofita

Secondo LUMPKIN (1993), *A. caroliniana* sopravvive comunemente nei climi temperati con forte gelo e prolungata copertura di ghiaccio, differentemente da *A. cristata* che è meno tollerante al freddo.

In coltivazione *ex situ* in serra fredda (Brusa G., a Varese), sia *A. filiculoides* che *A. caroliniana*/*A. cristata* si comportano come specie perenni. Questo contraddice l'opinione diffusa degli Autori italiani (MARCHETTI, 2004; PIGNATTI, 2017) che considerano queste piante avere un ciclo annuale. Pertanto in condizioni climatiche miti (JANES, 1998), le specie sopravvivono anche *in situ*, con ovvi riflessi sulle capacità di persistere delle popolazioni e quindi sull'essere specie in maggior misura invasive.

In Europa la sopravvivenza a lungo termine delle specie del genere *Azolla* sembra essere limitata da una combinazione tra la morte in inverno e la mancanza di riproduzione sessuale (JANES, 1998). Pur essendo state rinvenute di seguito per due anni sul Lago di Varese, non si conosce la stabilità delle popolazioni di *A. caroliniana*/*A. cristata* nel medio-lungo periodo. La popolazione di *A. filiculoides* osservata per alcuni anni al Lago di Varese è scomparsa piuttosto rapidamente. Sarà quindi da verificare se questo è il destino anche di *A. caroliniana*/*A. cristata*.

Quando le popolazioni di *Azolla* divengono stabili e si formano estese coperture, sono noti numerosi effetti negativi sugli ecosistemi invasivi (BAARS & CAFFREY, 2010; MCCONNACHIE *et al.*, 2003; GRATWICKE & MARSHALL, 2001; HASHEMLOIAN & AZIMI, 2009; JANES, 1998): ostruiscono sbarramenti, dighe e prese d'acqua, impediscono il deflusso delle acque, l'irrigazione, la navigazione, la

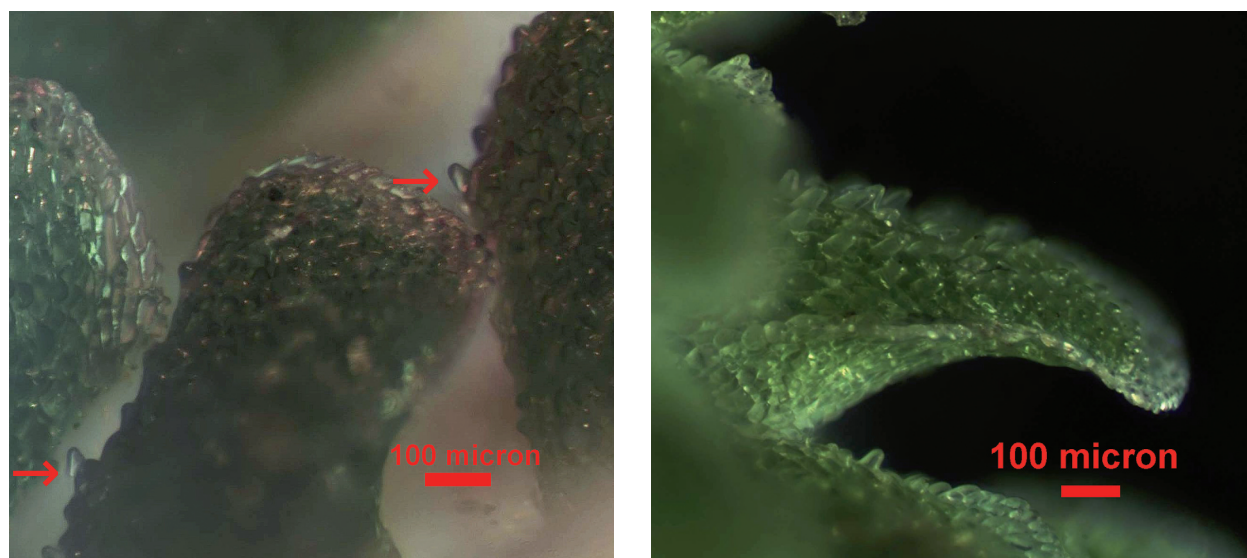


Fig. 3 – Particolari della parte adassiale delle foglie (immagini ottenute allo stereomicroscopio): a sinistra, popolazione di Ispra attribuita ad *A. filiculoides*, con papille unicellulari; a destra, popolazione del Lago di Varese attribuita ad *A. caroliniana/A. cristata*, in cui sono indicate (freccie) due papille che sono bicellulari (la cella basale è tronca, quella apicale a forma di goccia).

pesca e le attività ricreative, riducono i livelli di ossigeno nell'acqua e quindi la presenza delle specie animali. Tuttavia, *A. filiculoides* non appare così particolarmente dannosa in Lombardia (ASSINI *et al.*, 2010), come constatato anche dagli Autori del presente contributo. In relazione ai cambiamenti climatici in atto, specie originarie di climi caldi, come *A. caroliniana/A. cristata*, potrebbero divenire in maggior misura “aggressive”.

Non è quindi possibile ipotizzare quali potranno essere gli impatti di *A. caroliniana/A. cristata* sull'ecosistema del Lago di Varese. Lo stato come neofita, sulla base dei riscontri di estate 2018, è cautelativamente da indicare come possibile invasiva, anche se allo stato attuale delle conoscenze rimane quello di naturalizzata.

CONCLUSIONI

La presente indagine ha stabilito con certezza che in Italia sono attualmente presenti almeno due specie del genere *Azolla* allo stato spontaneo in ambienti naturali: *A. filiculoides*, di cui si conosceva già la presenza, e una specie del gruppo *A. caroliniana/A. cristata*, la cui

presenza è stata più volte messa in dubbio o comunque considerata da tempo estinta, ma ora viene definitivamente annoverata nella flora esotica italiana tramite le popolazioni accertate sul Lago di Varese. Sono comunque necessarie nuove indagini per determinarne la specie. Anche lo stato di neofita naturalizzata/invasiva e soprattutto gli effetti sugli ecosistemi acquatici dovranno essere oggetto di nuove ricerche. È comunque da valutare la fattibilità e soprattutto la sostenibilità, sia ambientale che economica, dell'eradicazione delle popolazioni conosciute, al fine di scongiurare una possibile dispersione in altri corpi idrici.

Ringraziamenti – La scoperta è avvenuta da parte di uno degli Autori (Brusa G.) nell'ambito del Progetto Rete Biodiversità, “La connessione ecologica per la biodiversità”, Fase 2 bis: Azione R 1.9 Monitoraggi post Life, supportato da Lipu BirdLife Italia, Provincia di Varese e Fondazione Cariplo. Le attività svolte rientrano anche all'interno del “Servizio per la stesura di un piano di gestione e sfalcio delle macrofite della Zona di Protezione Speciale Lago di Varese” della Provincia di Varese. Si ringrazia inoltre Gianfranco Zanetti per il sostegno logistico.

BIBLIOGRAFIA

- ASSINI S., BANFI E., BRUSA G., GALASSO G., GARIBOLDI L., GUIGGI A., 2010. In: Banfi E., Galasso G. (eds.). La flora esotica lombarda. Museo di Storia Naturale di Milano, Milano.
- BAARS J.-R., CAFFREY J. M., 2010. The Frond-feeding Weevil (*Stenopelmus rufinasus* Gyllenhal) (Coleoptera: Erihini-
dae) a natural enemy of *Azolla filiculoides* in Ireland. *Irish Nat. J.*, 30: 142-143.
- BONA E. (ED.), MARTINI F., NIKLFELD H., PROSSER F., 2005. Atlante corologico delle Pteridofite nell'Italia nordorientale. Museo Civico di Rovereto. Ed. Osiride.

- BOZZI L., 1888. Sopra alcune piante americane naturalizzate nei dintorni di Pavia. *Atti Soc. it. Sci. nat., Milano*, 31: 281-288.
- DALLA FIOR G., 1969. La nostra flora (Terza edizione a cura di Luigi Fenaroli). Monauri, Trento.
- EVRRARD C., VAN HOVE C., 2004. Taxonomy of the American *Azolla* species (Azollaceae): a critical review. *Syst. Geogr. Plants*, 74: 301-318.
- FIORI A., 1943. Flora Italica Cryptogama. Pars V, Pteridophyta: Filicinae, Equisetinae, Lycopodinae. Tipografia Mariano Ricci, Firenze.
- GALASSO G., CONTI F., PERUZZI L., ARDENGHI N.M.G., BANFI E., CELESTI-GRAPPO L., ... & BANDINI MAZZANTI M., 2018. An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosyst.*, 152: 556-592.
- GRATWICKE B., MARSHALL B.E., 2001. The impact of *Azolla filiculoides* Lam. on animal biodiversity in streams in Zimbabwe. *Afr. J. Ecol.*, 39: 216-218.
- HASHEMLOIAN B.D., AZIMI A.A., 2009. Alien and exotic *Azolla* in northern Iran. *Afr. J. Biotech.*, 8: 187-190.
- JANES R., 1998. Growth and survival of *Azolla filiculoides* in Britain I. Vegetative production. *New Phytol.*, 138: 367-375.
- LASTRUCCI L., FIORINI G., LUNARDI L., VICIANI D., 2019. Herbarium survey on the genus *Azolla* (Salviniaceae) in Italy: distributive and taxonomic implications. *Plant Biosyst.*, 153: 710-719.
- LUMPKIN T.A., 1993. 25. Azollaceae Wettstein. In: Flora of North America North of Mexico. Flora of North America Editorial Committee (ed.). Oxford University Press, New York, Oxford, 2 (Pteridophytes and Gymnosperms): 338-342.
- LUMPKIN T.A., PLUCKNETT D.L., 1980. *Azolla*: botany, physiology, and use as a green manure. *Econ. Bot.*, 34: 111-153.
- MADEIRA P. T., CENTER T. D., COETZEE J.A., PEMBERTON R. W., PURCELL M. F., & HILL M. P., 2013. Identity and origins of introduced and native *Azolla* species in Florida. *Aq. Bot.*, 111: 9-15.
- MADEIRA, P. T., HILL, M. P., DRAY JR, F. A., COETZEE, J. A., PATTERSON, I. D., & TIPPING, P. W., 2016. Molecular identification of *Azolla* invasions in Africa: The *Azolla* specialist, *Stenopelmus rufinus* proves to be an excellent taxonomist. *South African Journal of Botany*, 105, 299-305.
- MARCHETTI D., 2004. Le pteridofite d'Italia. *Ann. Mus. civ. Rovereto*, 19 (2003): 71-231.
- MCCONNACHIE A.J., DE WIT M.P., HILL M.P., BYRNE M.J., 2003. Economic evaluation of the successful biological control of *Azolla filiculoides* in South Africa. *Biol. Control*, 28: 25-32.
- PEREIRA A.L., MARTINS M., OLIVEIRA M., CARRAPICO F., 2011. Morphological and genetic diversity of the family Azollaceae inferred from vegetative characters and RAPD markers. *Plant Syst. Evolut.*, 297: 213-226.
- PIETERSE A. H., DE LANGE L., VAN VLIET J.P., 1977. A comparative study of *Azolla* in the Netherlands. *Acta Bot. Neerl.*, 26: 433-449.
- PIGNATTI S., 2017. Flora d'Italia. Seconda Edizione. Volume I. Edagricole, Bologna.
- PRELLI R., 2001. Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin, Paris.
- REID J.D., PLUNKETT G.M., PETERS G.A., 2006. Phylogenetic relationships in the heterosporous fern genus *Azolla* (Azollaceae) based on DNA sequence data from three noncoding regions. *Int. J. Plant Sc.*, 167: 529-538.
- SVENSON H.K., 1944. The new world species of *Azolla*. *Am. Fern J.*, 34: 69-84.