

Le verdi naiadi delle nostre acque

La vegetazione delle acque del cremasco viene spesso considerata un fastidioso ingombro al defluire delle acque. Si è cercato di descrivere alcune funzioni eco-fisiologiche che dimostrano gli aspetti altamente positivi delle macrofite acquatiche tanto da permettere, con la loro presenza, la continua depurazione delle nostre acque.

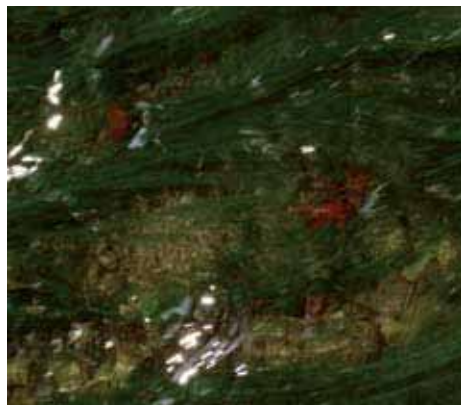
Qualche premessa

Il nostro territorio è percorso, da nord verso sud, da un gran numero di corsi d'acqua. La maggior parte, se non tutti, sono di origine antropica, scavati a fatica dall'uomo in tempi che non v'erano ruspe o escavatrici di sorta. È molto probabile che la prima ragione della costruzione di questi artefatti sia stata la necessità di convogliare l'acqua per "bonificare" aree inondate e renderle in qualche modo accessibili, abitabili e coltivabili e, credo da non sottovalutare, per avere sul territorio un maggior controllo politico e militare. Aree, rese paludose da una serie di risorgive naturali, successivamente imbrigliate con lo scavo dei frontalini, che tuttora formano una fascia parallela a sud delle Alpi, detta appunto dei fontanili, che va dall'estremo oriente della piana padana alla Dora Baltea segnando il passaggio tra l'alta e la bassa pianura e di cui il Cremasco è un punto centrale. Solo in un secondo tempo si è intuiva la possibilità di utilizzare l'acqua delle rogge per l'irrigazione estiva regolata da precisi orari: "la ruota". Ciò ha comportato ulteriori scavi che dalle rogge principali derivavano l'acqua a fossi e fossatelli con un preciso sistema di chiuse per convogliare l'acqua ora per ora all'appezzamento che ne aveva diritto secondo "la ruota". Si è dovuti arrivare alla seconda metà del XVI secolo per vedere affermarsi in buona parte della piana padana, e quindi anche nel Cremasco, quei capolavori di gestione idrica ed agronomica che furono le "marcite" (Soresi 1914). Il nome deriva probabilmente dall'abitudine di lasciar "marcire" durante i mesi invernali l'erba autunnale il che, probabilmente, favoriva a primavera una rigogliosa ripresa della vegetazione. L'acqua relativamente calda dei fontanili, 11 °C di media, rispetto al freddo invernale, veniva fatta scorrere in modo perfettamente uniforme sulle "ali" della marcita impedendo al suolo di gelare e dando la possibilità di uno sfalcio di erba fresca già nel mese di marzo. Se per secoli l'acqua fu un elemento ostile e ogni sforzo volgeva ad incanalarla per prosciugare e "bonificare", cioè "far buone", le terre inondate, inabitabili e portatrici di miseria, con il passar del tempo fu proprio l'acqua l'elemento che fece del Cremasco, e non solo, uno dei territori più fertili d'Europa, tanto che le "palate" costruite ad arte sul Serio e Adda aumentarono la portata di molte rogge.

Il risultato dopo più di mille anni è quello che abbiamo oggi sotto i nostri occhi: un reticolo di corsi d'acqua che permette tutt'ora l'irrigazione estiva della gran parte degli appezzamenti coltivati il che significa quasi tutto il territorio agricolo. Le rogge e parte dei fossi che ne derivano portano acqua per tutto l'anno creando l'ambiente ideale per la crescita delle macrofite acquatiche. Il fondo si presenta ghiaioso, sabbioso o limoso soprattutto in rapporto alla velocità della corrente: sono principalmente questi due fattori a creare l'ambiente adatto per ospitare le varie specie di questi vegetali.

Penso valga la pena di ricordare anche un ambiente assai diverso che è, e soprattutto era, costituito dalle lanche o "morte" la cui genesi era il taglio naturale durante le piene dei più o meno ampi meandri dei due fiumi che interessano il

1.
Si possono distinguere alcuni ciottoli completamente ricoperti da *Hildebrandia rivularis* un'alga rossa molto rara tuttavia presente nella roggia "acqua rossa"



2.
Callitriche optusangola con un individuo, al centro, a foglie totalmente immerse e un individuo, in alto, con foglie sommerse e altre galleggianti.



3.
Una popolazione praticamente pura di *Groenlandia densa*.



4.
Groenlandia densa e *Elodea canadensis* (al centro)



Cremaasco, Adda e Serio. Il meandro, abbandonato dal principale corso del fiume che si era aperta una nuova via, ospitava, anno dopo anno una vegetazione acquatica che diveniva sempre più complessa sino a ricoprire totalmente l'antico tratto di fiume. Le tracce delle antiche lanche parallele agli attuali meandri sono ben visibili osservando le foto da satellite del nostro territorio disponibili su internet. I continui lavori di canalizzazione dei fiumi hanno impedito, e tutt'ora impediscono, le scorribande del fiume e le conseguenti formazioni di nuove lanche, e la creazione dei più preziosi ambienti di pianura ad altissima diversità e complessità biologica.

Alghe e muschi

Spesso nel parlar comune tutti i vegetali che vivono nell'acqua più o meno sommersi vengono chiamati "alghe". In realtà le alghe sono, almeno nelle nostre rogge, una piccola minoranza. È relativamente facile riconoscere le piante "superiori" (cioè le non-alghe) perché organizzate in tre organi distinti foglie, fusto e radici. E a proposito di alghe, vorrei citarne almeno due appartenenti alla classe delle alghe rosse (Rhodophytes) molto diffuse nelle acque marine, ma relativamente rare nelle acque dolci (P.Bourrelly 1970). La prima è *Batrachospermum moniliformis*. Il nome del genere per il suo aspetto si riferisce alle uova delle rane, ma il nome della specie – a forma di un monile- la dice lunga sulla delicatezza con cui quest'alga disegna alcuni piccoli angoli delle nostre rogge. La seconda è *Hildebrandia rivularis* è un'alga microscopica che riunendosi in colonie ricopre, incrostandoli, i ciottoli

esposti alla luce che appaiono come smaltati di bel color rosso vinaceo. È assai diffusa, per quanto ne so, in un'unica roggia del cremaasco, l'Acqua Rossa. È forse questa la ragione del suo nome e non il fatto, come qualcuno vuole, che dopo la battaglia di Agnadello (14-maggio-1509 dove il re francese Luigi XII sconfisse i Veneziani) le sue acque si arrossarono per il sangue dei morti e dei feriti della battaglia. Con tutto il rispetto per i morti di 500 anni orsono preferisco la prima interpretazione della etimologia del nome della roggia. (Foto 1)

Altre alghe popolano le acque dei corsi cremaaschi. Si tratta per lo più di alghe verdi filamentose mi limiterò a citare *Chetophora* sp, *Spyrogira* sp e *Zygnema* sp (P.Bourrelly 1970). che formano a volte filamenti lunghi anche qualche metro là dove la corrente è calma o quasi assente. Si possono riconoscere al tatto: la prima si presenta leggermente ruvida al contrario delle altre due che sono viscidie.

Anche due specie di Briofite sono reperibili nelle nostre acque: *Fontinalis antipiretica* un muschio molto comune sempre totalmente sommerso che ricopre manufatti o tronchi sommersi; la seconda è *Riccia fluitans* un'epatica galleggiante piuttosto rara e generalmente associata alle popolazioni di *Lemna* spp o di *Spirodela polyrrhiza*

Le tipologie delle fanerogame acquatiche - Si possono distinguere diverse tipologie, o se si vuole diverse strategie di crescita, tra le macrofite acquatiche a seconda del modo con cui esse hanno rapporti diretti od indiretti con il mezzo acquatico. (Foto 2, 3, 4).

A) Specie totalmente immerse e radicate al fondo. Tra quelle più diffuse nelle nostre acque si può citare: *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersus*, *Ranunculus fluitans*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton perfoliatum*, *P. crispus*, *Groenlandia densa*

In altre, appartenenti allo stesso gruppo, le foglie possono essere sia sommerse che galleggianti al pelo dell'acqua, anche se le prime costituiscono la maggioranza; in alcuni casi si manifesta una certa eterofillia, cioè le foglie galleggianti assumono forma e dimensioni diversa da quelle sommerse. A questo gruppo appartengono ad esempio: *Callitriche optusangola*, *Potamogeton nodosus*.

B) Specie galleggianti non radicate al fondo. Sono tutte specie che galleggiano alla superficie senza avere alcun rapporto con il fondo. Le radici, sono corte e fluttuanti. Prediligono acque ferme dove possono svilupparsi tanto da ricoprire totalmente la superficie libera dell'acqua. Ne sono tipiche rappresentanti: *Lemna minor*, *Lemna minuta*, *Lemna gibba*, *Spirodela polyrrhiza*.

C) Specie radicate sul fondo con fusto e foglie parzialmente immerse. Prediligono acque ferme o lente anche se alcune specie sono presenti in acque correnti. Solo alcune presentano eterofillia. Molti individui possono vivere anche totalmente immersi. Tra le numerose specie che presentano questo habitus si ricorda: *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Apium nodiflorus*, *Mentha aquatica*, *Veronica anagallis-aquatica*, *V. beccabunga*, *Myosotis scorpiodes*.

E) Specie con foglie subaeree, fusti parzialmente subacquei e radicate sul fondo. Prediligono acque calme e fondi fangosi. Possono formare grandi comunità. Tipici esempi sono: *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Sparganium* spp, *Glyceria natans*, *Butomus umbellatus* diverse specie appartenenti ai generi *Juncus*, *Echinocloe*, *Cyperus*, *Scirpus*, *Carex*.

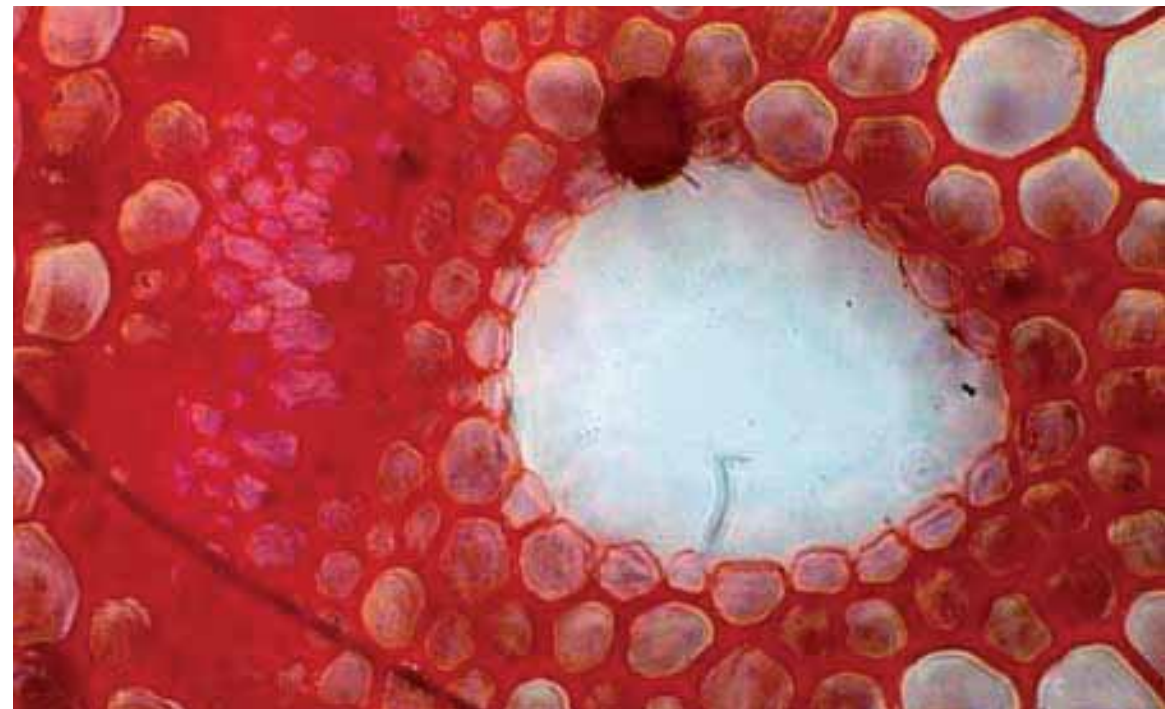
Alcuni aspetti fisiologici delle piante acquatiche

Da un punto di vista dell'anatomia e dell'ecologia della fotosintesi le foglie delle specie perennemente sommerse presentano caratteristiche a dir poco singolari. Si presentano del tutto prive di epidermide ed il tessuto clorofilliano si affaccia direttamente sul mezzo acquatico che continuamente le accarezza. Ciò comporta che l'assunzione di CO_2 può avvenire solo per diffusione dal mezzo acquatico attraverso lo spazio libero (parete cellulare) e ciò può essere problematico quando il pH dell'acqua è molto alto. A pH 8, acidità media delle nostre rogge, meno del 10% del carbonio inorganico disponibile per la fotosintesi è sotto forma di CO_2 , il rimanente si trova sotto forma di carbonato HCO_3^- . La concentrazione del carbonio inorganico costituisce quasi sempre il maggior fattore limitante per la fotosintesi: in queste condizioni sembrerebbe praticamente impossibile la fotosintesi e quindi la loro stessa vita. Tutte queste specie durante le ore di illuminazione "pompano" protoni (vale a dire H^+) nel mezzo esterno ed a maggior ragione

5.

Sezione trasversale di fusto *Phragmites communis*. È chiaramente individuabile la sezione di un canale aerifero assai più ampio delle cellule che lo circondano. Il canale essendo un'ampia lacuna intercellulare è

privo di parete cellulare mentre sono ben identificabili le pareti cellulari di tutte le altre cellule messe in particolare evidenza da un colorante specifico. L'ingrandimento della foto originale è 100 x.



nello spazio libero. Questa attività di estrusione ha, come immediata conseguenza un forte abbassamento del pH del velo d'acqua a diretto contatto con la superficie fogliare spostando l'equilibrio chimico $\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ fortemente o totalmente verso sinistra, favorendo in questo modo l'assunzione per diffusione dell'anidride carbonica. (MT.Marrè, et al. 1989).

Tutte le piante acquatiche presentano dei "canali aeriferi" che, come suggerisce il termine, sono occupati da aria in leggera pressione. Dalle foglie comunicano, attraverso il fusto, direttamente con le radici. Se si prova a sezionare, con una semplice lametta da barba, un fusto di una qualsiasi pianta acquatica, sono quasi sempre ben visibili ampie lacune (i canali aeriferi) diverse decine di volte più grandi delle cellule che, ad occhio nudo, non sono visibili. Il diametro medio di una cellula vegetale è circa 50 micron mentre quello di un canale aerifero può raggiungere i 3 millimetri Foto 5. Le piante acquatiche, vivono in un ambiente assai

povero di ossigeno. La solubilità dell'ossigeno in acqua, a 20°C e alla saturazione raggiunge, raramente, 9 parti per milione mentre in atmosfera è di ben 209.000 parti per milione. Tutte le cellule vegetali necessitano di ossigeno e quelle delle radici in modo particolare si sviluppano dove l'ossigeno è praticamente o assolutamente assente. Nelle foglie, nelle ore di luce, con la fotosintesi, la produzione di ossigeno è molto elevata tanto che la sua concentrazione può raggiungere il 40% (rispetto al 20,9% di quella atmosferica). In atmosfera, e quindi anche nei canali aeriferi, la velocità di flusso di ossigeno da un punto a maggior concentrazione ad uno a minore è relativamente rapida, al contrario di quanto avviene in acqua dove la diffusione dei gas è circa mille volte più lenta. Le radici di tutte le piante, e quindi anche di quelle acquatiche, hanno uno sviluppo che è circa uguale o maggiore della chioma, tanto che la somma della lunghezza delle radici di una pianta di zucca raggiunge i 55 chilometri. Nelle piante acquatiche si verifica quindi un continuo flusso di ossigeno dalle foglie alle più piccole radici. Ma non tutto l'ossigeno viene utilizzato per la respirazione radicale, una buona parte diffonde nel suolo che, come si è già accennato, ne è praticamente privo anche dove il letto di rogge e fossi è ciottoloso o sabbioso (Brix et al. 1996). Possiamo immaginare questo fenomeno come la continua formazione di microbolle pulsanti ricche di ossigeno in un ambiente totalmente asfittico. Ciò determina la possibilità di sviluppo di una microfauna aerobica che, al contrario di quella anaerobica presente in assenza di ossigeno, ha nel suo insieme una capacità di gran lunga maggiore nell'abbattere inquinanti tra cui metalli pesanti, nitrati, ammoniaca e fosfati (Comin et al. 1997).

Se l'ambiente radici-suolo presenta ancora molti interrogativi, più misterioso e quasi ignoto è certo quello occupato dall'intrico di apparati radicali delle macrofite acquatiche. Da diversi anni si sta studiando l'utilizzo razionale di queste piante nella depurazione delle acque che potrebbe portare ad interessanti applicazioni.

Qualche conclusione

Macrofite più o meno sommerse ed alghe formano, anche se in miniatura, una vera e propria foresta che ospita numerosi altri organismi. Microscopici infusori monocellulari, piccolissimi crostacei, vermi, larve di insetti o insetti adulti ecc... Tutti questi, ognuno occupando la propria nicchia, sono un ghiotto pasto per pesci, anfibi e non di rado uccelli acquatici con particolare riguardo ai rallidi, ma non di rado aironi o anatidi.

Queste foreste in miniatura, di cui ho cercato di illustrare un paio di aspetti ecologici, hanno un loro peculiare aspetto che è strettamente legato all'attività fotosintetica ed alla respirazione delle foglie sommerse. La chioma assume, dal punto di vista chimico e quindi ambientale, un cambiamento radicale dal giorno alla notte divenendo ricca di ossigeno nel primo caso, ricca di anidride carbonica nel secondo e divenendo quindi, con ritmo giornaliero, ospitale o inospitale per

molti organismi, primi fra tutti i pesci che, come è stato dimostrato da Cristiani e Tibaldi (1989), rifugiati tra le fronde sommerse durante il giorno, di notte compiono vere migrazioni alla ricerca di acque libere dalla vegetazione. Ma ancora una volta si deve sottolineare che non tutto l'ossigeno prodotto dalla fotosintesi diffonde nell'acqua che circonda le foglie delle piante acquatiche sommerse, anzi la gran parte attraverso i canali aeriferi viene "aspirato" dalle radici e raggiunge l'asfittico suolo subacqueo.

C'è un ultimo aspetto della vegetazione che popola le acque del nostro territorio. Si parla un gran tanto dello stress che pare affligga molte persone e a cui si fanno risalire molte malattie (mi permetto di credere per lo più non ben diagnosticate). Si suggeriscono cure di vario tipo farmaci, diete, fitofarmaci ecc.. Mi permetto di suggerire una semplice cura ottima anche per chi non è poi tanto soggetto allo stress. Provate a sedervi sulla riva di una roggia magari all'ombra di una quercia e lasciate scorrere lo sguardo sulla vegetazione che, come una mitologica Naiade, danza davanti a voi con grande eleganza. accarezzata dalla corrente.

Bibliografia

BOURRELLY P. *Les algues d'eau douce* Edition N. Boubée 1970

BRIX H., SORREL B.K: E SCIURUP H:H: *Gas flux achieved by in situ convective flow in Phragmites australis*; Aquatic Botany,54 1996 pp 151-163

E.A. COMIN *Nitrogenremoval and cycling in restored wetland used as filters of nutrients for agricultural runoff*; Water Science and Technology 35 (5). 1997 pp255-261

P. CRISTIANI E TIBALDI E. *Un economico "contapesci" per ricerche ecologiche* Atti Soc:ital. Sci. Natu. Mus. Civ.Stor.nat. Milano 130 (22) 1989 pp 676-722

MT.MARRÈ, ALBERGONI F.G., MORONI A., MARRÈ E..- *Light-induced activation of electrogenic H⁺ extrusion and K⁺ uptake in *Elodea densa* depends on photosynthesis and is mediated by the plasmamembrane H⁺ ATPase.*- Journ. Exp. Botany. 40: 1989 pp 343-352

G. SORESI *La marcita lombarda*. Hoepli Milano 1914