



LE SOSTANZE UMICHE NEL BIOTOPO DEL SYMPHYSODON SPP.

di PierLuigi Monticini

Il bacino del Rio delle Amazzoni ricopre un'area di distribuzione molto vasta, circa 7,5 milioni di Km², interessa numerosi stati: Bolivia, Brasile, Colombia, Ecuador, Guyana Francese, Suriname, Perù e Venezuela (molti di questi sono esportatori netti di pesci ornamentali). È il fiume più grande del mondo e riversa circa il 20% di tutta l'acqua dolce del pianeta nell'Oceano Atlantico.

*I suoi affluenti hanno la loro origine nelle Ande, in Guyana e nelle montagne brasiliane. La prima classificazione delle acque dolci del bacino del Rio delle Amazzoni è sicuramente basata su di un'analisi visiva del colore dei vari tipi di acqua rilevati (Sioli, 1950). Generalmente il colore varia in base al substrato di scorrimento e delle sostanze organiche e chimiche disciolte; tre tipi di acqua sono presenti in Amazzonia: acqua bianca (**agua branca**), acqua chiara (**agua clara**) e acqua nera (**agua preta**), (Sioli 1984); Sono anche osservabili pattern intermedi, ipotizzando che una maggiore concentrazione di specie ittiche sia rilevata proprio in questi biotopi (Bleher, 1992).*



Biotopi
lungo
il Rio delle Amazzoni

I DIFFERENTI TIPI DI ACQUA:


I **"AGUA BRANCA"** (acqua bianca) torbida, ricca di sedimenti, di origine andina, per la sua densità paragonabile a quella del latte, con visibilità 0.1 - 0.5 metri, colore giallo ocra. L'aspetto torbido dell'acqua deriva dall'enorme quantità di argilla, laterite e detriti in sospensione insieme al fango che la forte corrente dilava continuamente dall'alveo del fiume. I valori chimici dell'acqua sono i seguenti: pH tra 6,2 e 7,2, KH (KH durezza carbonatica in gradi tedeschi) tra 0,2 e 0,4 °dH, GH (GH durezza totale in gradi tedeschi) non superiore a 1 °dH. Ne sono esempio il Rio Solimoes-Amazon ed il Rio Madeira. La várzea è il tipico ecosistema ad acqua bianca comprendente laghi, piccoli corsi d'acqua e canali.

"AGUA CLARA" (acqua chiara) trasparente, diffusa soprattutto nei piccoli corsi d'acqua che poi formano i più grossi come il Rio Tapajos. Lo Xingu' ed il Tapajos sono i maggiori esempi di fiumi ad Agua Clara. Inoltre si possono definire ad Agua Clara anche piccoli igarapes (indica in termini scientifici i corsi d'acqua amazzonici

di primo e secondo ordine, componenti primari fondamentali di piccoli medi e grandi fiumi - forest stream) durante la stagione delle piogge (mentre diventano ad acqua preta durante la stagione secca) Caratteristica è la sua limpidezza che rimane in tutte le stagioni, anche durante i periodi di fioritura planctonica, bassa velocità di scorrimento, terreni ghiaiosi o sabbiosi con sabbia chiara e scura e gneiss (particolare tipo di roccia sedimentaria come l'arenaria, o di tipo magmatico come il granito). La visibilità è buona fino a 4,5 metri di profondità, ma mai inferiore al metro.

I valori chimici dell'acqua sono i seguenti: pH tra 4,5 e 7,8, KH inferiore a 0,3 °dH e GH è compreso tra 0,3 e 0,8 °dH.

"AGUA PRETA" (acqua nera), È trasparente con caratteristico colore marrone "coca-cola" dovuto all'alto contenuto di acidi umici e fulvici e altri composti del metabolismo secondario di vegetali, conseguenza del grosso quantitativo di materiale organico in decomposizione, come foglie e tronchi di albero sommersi.



Da studi fatti risulta che in una superficie di un ettaro di bacino amazzonico cadono in media 15 tonnellate di foglie l'anno (Mayland, 1994). Abbiamo una visibilità in situ compresa tra 1,30 e 2,90 metri di profondità.

I valori chimici sono: pH tra 3,8 e 4,7 il KH non è misurabile dato la scarsità di carbonati presenti il GH è intorno a 0,1 °dH. In questi ecosistemi prevale la foresta sommersa, anche le attività di tipo agricolo sono marginali.

Le differenze maggiori riscontrabili tra Agua preta e Agua clara sono causate principalmente al tipo di terreno, al letto di scorrimento dei corsi d'acqua e dalla vegetazione circostante rilevata. Altro fattore ambientale fondamentale, è il periodo di oscillazione annua del livello delle acque in conseguenza della stagione delle piogge. Il tipico ecosistema ad acqua nera è chiamato igapò, (definito come porzione di foresta inondata, più spesso si riferisce a zone di foresta allagata dalle acque del Rio Negro) il quale può essere classificato in diverse varianti, dalle caratteristiche principali che seguono (riferito al lower igapò): bassa biodiversità ittica, terreno perennemente sommerso, fondali di sabbia bianca al quarzo, scarsità di elementi nutritivi.

Rispetto al valore pH possiamo riassumere per tipi di acqua i differenti valori di pH (Sioli, 1984):

- Fiumi ad acqua nera valore di pH 3.8 - 4.9.
- Fiumi ad acqua bianca valore pH 6.2 - 7.2.
- Fiumi ad acqua chiara valore pH 4.5 - 7.8.



Il Rio Negro: Il Rio Negro e molti dei suoi numerosi affluenti sono ad acqua nera, ha una portata annua molto elevata e contribuisce per circa il 15% al Rio delle Amazzoni. Alla sua confluenza con il Rio Solimoes (a valle di Manaus) forma nominalmente il Rio Amazonas. Si tratta di un fiume stagionale vista la fluttuazione del livello delle acque durante le diverse stagioni. Il livello delle acque può variare anche di 10-12 metri, (la media rilevata intorno a Manaus è di circa 10 metri). Dal punto di vista morfologico, vista il Rio Negro presenta una notevole variazione di habitat acquatici, possiamo classificare come segue: canali, foresta inondata, arcipelago, spiagge, cascate e substrati rocciosi, terra ferma e laghi.

Dal punto di vista chimico il Rio Negro è uno dei fiumi con il più basso contenuto di sali minerali disciolti del mondo, (in passato era definito dai nativi, fiume dalle acque della "fame"). La penuria di macro elementi primari come calcio fosforo e potassio ha un impatto diretto sulla produzione primaria. Le sue spiagge bianche caratterizzano un terreno povero ed un ambiente oligotrofico con carenza di sostanze nutritive. Oltre al colore delle acque, il valore pH è di importanza fondamentale, il quale può oscillare tra pH 3.5 e pH 5.7, quindi elevata acidità. Naturalmente il valore pH varia verso l'alto alla confluenza con fiumi ad acqua chiara. Scarsa la visibilità: massimo 1,5 metri, la penetrazione della luce è impedita

principalmente dai composti organici vegetali presenti in acqua, i quali gli conferiscono il caratteristico colore bruno.

La temperatura è uno dei parametri fisici importanti, variabile, a seconda delle profondità, della stagione e della zona di rilevamento. Influisce sulla saturazione dell'ossigeno disciolto, varia normalmente tra i 28 e 31 gradi centigradi.

La concentrazione di ossigeno è normalmente scarsa a causa delle alte temperature (si attesta intorno a una saturazione inferiore al 50%), vira drasticamente verso l'anossia in corrispondenza del fondo dei laghi (a scarso ricambio idrico) e della foresta inondata (ricchi di materiale vegetale in decomposizione). Le acque del Rio Negro, a causa delle caratteristiche fisico e chimiche, non supportano un'adeguata crescita algale e quindi una adeguata produzione primaria (Goulding, 1988).

Origine del colore delle acque: Il naturalista Inglese Alfred Russell Wallace nei suoi libri "A narrative of Travels on Amazon and Rio Negro" del 1853 e "My life" del 1895, descrisse tra i primi, il colore delle acque del Rio Negro fornendo ipotesi sulle sue origini; Anche autori e ricercatori contemporanei come Michael Goulding hanno confermato le teorie del Wallace attraverso numerosi scritti tra cui possiamo ricordare "Rio Negro, rich life in poor Water". Le sue acque sono povere di sostanze nutritive dissolte a causa della geologia del terreno e a causa del grande quantitativo di sostanze organiche in decomposizione presenti. Rispetto alle varie teorie l'acqua nera, si sviluppa nella foresta soggetta ad inondazioni stagionali annue (flooded forest), come sostanza umica colloidale, in presenza di terreni ed acqua a basso valore di calcio. Una delle conclusioni ipotizzate indica che l'acqua nera può essere generata sia sotto il livello delle acque sia in terra emersa su materiale organico in decomposizione, per varie ragioni è fondamentale per il processo biologico, la presenza massiccia di batteri, saprofiti ed animali superiori. La funzione batterica è associata all'elevata acidità, a condizioni anaerobiche e a incompleti processi di ossidazione del materiale organico sommerso. Altro fattore concomitante è la scarsità di ossigeno libero a causa di elevate temperature e a una notevole stabilità atmosferica.

Dal punto di vista del substrato abbiamo la presenza di un particolare tipo di terreno zonale tipico di ambienti acidi chiamato podzol, si tratta di un substrato multilivello formato, partendo dall'alto in basso: da un letto di foglie, da un livello minerale non alterato di colore biancastro, da humus di colore bruno, da un livello basale molto colorato di scuro con presenza di ossidi di alluminio e ferro. Il processo, attraverso la rimozione di alluminio e ferro, contribuisce all'accumulo di silice. La modificazione di queste sostanze minerali è promossa da un'elevata quantità di sostanza



Incontro delle Acque Tra i Negro e Solimões Rivers, vicino a Manaus.

organica presente a reazione acida non ancora completamente umificata formata dal letto di foglie superiore. I chelati formati, sono attraverso l'acqua, trasmessi nelle parti basse del podzol. Qui sono ossidati e successivamente decomposti. Il ferro è modificato a idrossido. Tutto il procedimento si instaura soltanto in terreni a forte reazione acida o poveri di sostanze tampone (Wikipedia.org). La presenza di podzol è sempre associata all'acqua nera mentre non è rilevata in fiumi ad acqua bianca e chiara (Sioli, 1984). Un'altra associazione, per capire la complessità dell'ecosistema amazzonico ad acqua nera, è la presenza costante di alcuni tipi di piante che hanno una crescita sostenuta in terreni molto sabbiosi: Amazon caatingas e campinas, tipiche del bioma amazzonico.

Schematizzando sulle origini dell'acqua nera:

- Grande quantità di vegetali soggette a inondazioni cicliche anche di durata molto lunga.
- Presenza di substrato tipo podzol
- Incompleta decomposizione del materiale organico.
- Presenza di batteri.
- Presenza di saprofiti.
- Elevata acidità.
- Elevata temperatura.
- Ambiente anaerobico.
- Presenza di piante tipiche di terreni molto sabbiosi.



L'acqua del Rio Negro è quindi composta per metà da sostanze umiche solubili per il restante da acidi organici incolore, questo indica che le sostanze umiche in soluzione sono il risultato di un processo di umificazione.

Le sostanze umiche (HS): Come detto, la maggior parte delle sostanze umiche del Rio Negro, derivano da ecosistemi con presenza di terreni di tipo podzol. Anche se i meccanismi biologici che ne portano alla loro formazione non sono del tutto noti possiamo definirle come un gruppo eterogeneo di composti dalla differente composizione chimica, di colore giallo, marrone o nero con alto o moderato peso molecolare. La caratteristica è quella di essere ubiquitari, di essere il risultato di differenti processi chimici microbici, e di essere soggetti ad una degradazione incompleta. La lignina risulta essere il precursore per la formazione dell'humus acquatico. L'humus è formato, da

differenti materiali organici quali piante, terriccio ed altro materiale organico in decomposizione. Negli ecosistemi acquatici le sostanze umiche sono un miscuglio di materiali di differente età biologica le quali variano in funzione delle dinamiche stagionale e degli ecosistemi presi in esame (Hessen, 1998). Principalmente si tratta di acidi fulvici e acidi umici (una terza sostanza è considerata, l'umina la quale risulta insolubile a qualsiasi valore di pH) con una forte presenza di lignina di origine alloctona, cioè che si trova in un luogo differente da quello in cui si è formata con preponderanza per quanto riguarda gli acidi umici. Essi rappresentano circa il 60% del carbonio organico disponibile disciolto (DOC) La caratteristica acida è data loro da gruppi funzionali la loro proporzione in natura risulta essere **FA:HA circa 5:1**.

Gli acidi fulvici (FA) sono acidi deboli prodotti dal decadimento del materiale organico presente



(Wikipedia), solubili in acqua (acid-soluble) con differenti valori di pH, Hanno un più basso peso molecolare rispetto agli acidi umici ed una maggiore concentrazione di ossigeno. Hanno una minore concentrazione di lignina. Rappresentano una frazione del materiale organico disciolto (DOM) per circa 40-60% .

Gli acidi umici (HA) sono sempre sostanze naturali formatesi in conseguenza della degradazione delle sostanze vegetali, sono una miscela omogenea di acidi presenti anche nel suolo a certi gradi di umidità. Sono solubili soltanto con valori di pH superiori a 2 (acid-insoluble). Hanno un maggiore tenore di azoto e carbonio rispetto agli acidi fulvici.

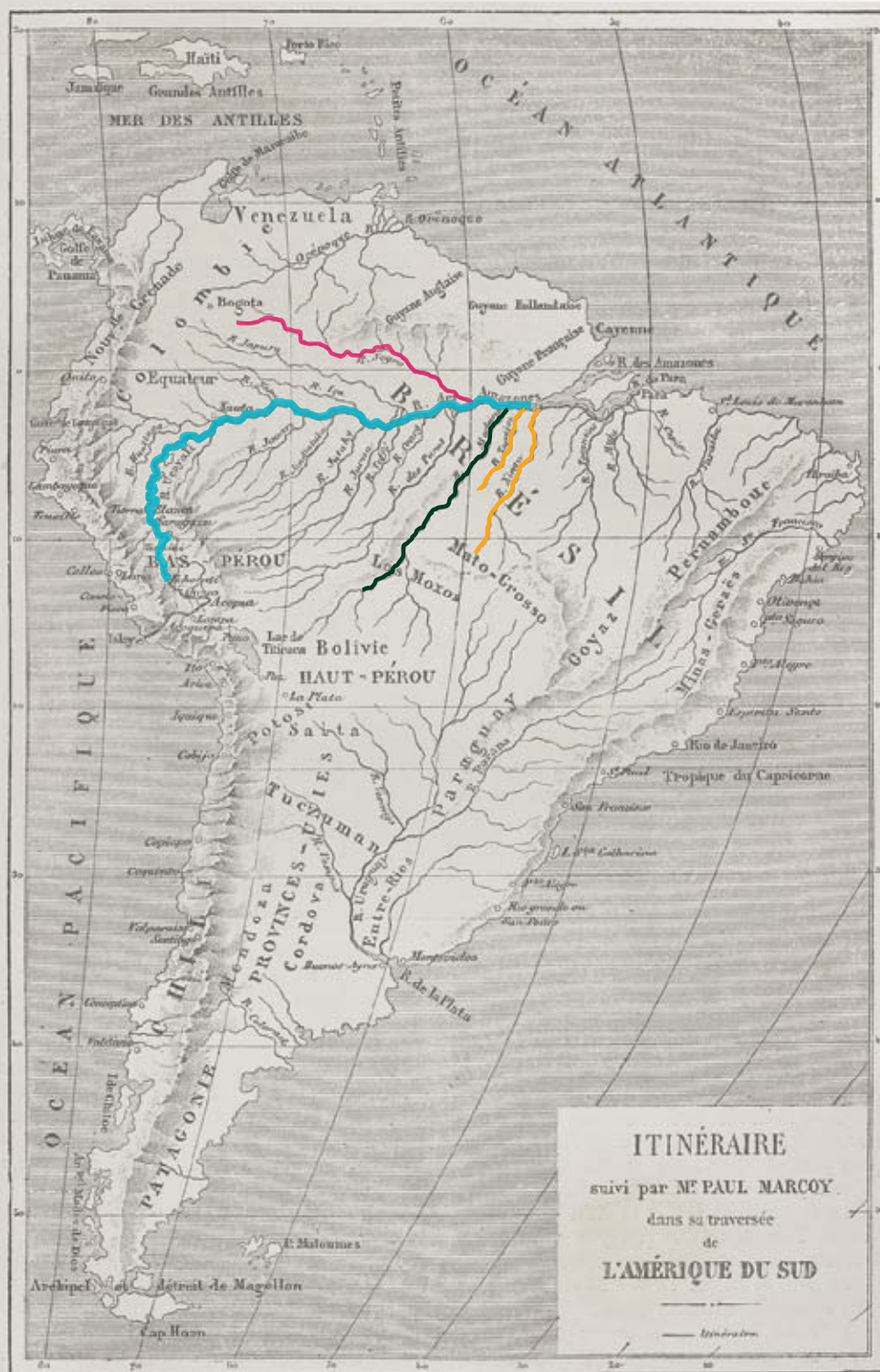
La biodiversità acquatica nel Rio Negro:

ricordiamo la definizione di biodiversità come un insieme di organismi viventi e gli ecosistemi ad essi correlati; ancora: la vita in ogni sua forma a tutti i livelli di organizzazione. Valutarla quindi, in un ecosistema, e' sempre complicato, dobbiamo o possiamo utilizzare due sistemi: rifarci ai testi antichi e affidarci a viaggiatori che hanno fatto molti viaggi nei luoghi d'origine, oppure utilizzare dei testi di rilevanza scientifica, magari pubblicati in tempi differenti, ed incrociare i dati. Già viaggiatori del XIX secolo come A.R. Wallace, H.W. Bates ed altri avevano iniziato a catalogare le varie specie di pesci pescati nel Rio Negro. Ricordiamo inoltre che Johann Jacob Heckel non si recò mai in Amazonia, si limitò soltanto a classificare una collezione di animali prelevati da una spedizione durata 18 anni e portata in Austria nel 1836 da Natterer – La collezione comprendeva anche molte specie di pesci, Heckel impiegò quattro anni per classificarli, finalmente nel 1840 pubblicò il suo lavoro sui pesci del Rio Negro e sul *Symphysodon discus*, a cui diede il nome; [Heckel J.1840. Johann Natterer's neue Flussfische Brasilien's nach den Beobachtungen und Mittheilungen des Entdeckers beschrieben. Annln wien. Mus. Natges. 2: 327-470]. La leggenda dice che la specie non e' stata vista viva in Europa fino al 1958 e fino al 1965 e che il numero di esemplari importati era molto limitato.

Attraverso i testi "moderni" possiamo dire che le maggiori specie ittiche amazzoniche appartengono principalmente a due Ordini: Characiformes e Siluriformes (si parla di più di 1000 specie ittiche per ogni ordine, con una notevole oscillazione in aumento per quanto riguarda la stima di eventuali sottospecie o specie ancora non scoperte o non esattamente classificate). La famiglia dei Cichlidae (Ordine dei Perciformes), è la terza come rilevanza. Dobbiamo quindi desumere che anche nel Rio Negro sia rispettata questa proporzione. L'itiofauna amazzonica è rappresentata quindi da tutti i maggiori gruppi di pesci di acqua dolce i quali hanno colonizzato tutti i tipi di habitat, inclusi quelli a più basso contenuto di ossigeno e quelli ad acqua nera come il Rio Negro (con

valori di pH tra 3.8 e 4.9, bassa conducibilità.). Non sembra quindi, che i valori chimici del Rio Negro siano un fattore limitante per quanto riguarda la biodiversità acquatica relativa alle famiglie ai generi e alle specie amazzoniche (Goulding, 1988). L'utilizzo di numerosi habitat e di molteplici differenti micro ecosistemi acquatici, in ragione delle fluttuazioni del livello delle acque durante l'anno, le specie (simpatriche) non hanno delle associazioni predefinite ma sono distribuite in modo casuale tra di loro. Sicuramente il *Cheirodon axelrodi*, e' il pesce più catturato per scopi ornamentali, mentre la specie più catturata a fini di ricerca nei dintorni di Barcelos risulta essere il *Carnegiella marthae* (appartengono entrambi ai Characiformes). Il *Discus Heckel* si è adattato a questi ecosistemi dai valori limite. Dai vari testi comunque si desume che l'Heckel non risulta essere reperto comune, anche numericamente le catture risultano sempre modeste, nel già citato testo di Goulding non si fa menzione di catture a scopo di ricerca di Heckel nelle tabelle in appendice relative agli habitat analizzati, agli esemplari catturati ed alla loro taglia. Anche i report del Projeto Piaba (vedi testo in bibliografia di N.L. Chao) sembrano confermare i dati sopra esposti con un numero di Acara disco Heckel spediti, via fluviale, da Barcelos verso Manaus, molto limitato, con catture effettuate nei mesi di Maggio ed Ottobre. Viste queste informazioni, possiamo affermare che l'Heckel e' una "specie" intesa come popolazione costituita da individui che nel proprio habitat naturale possono riprodursi liberamente dando luogo ad una discendenza fertile. In questo caso il *discus Heckel* soddisfa i due attributi fondamentali di ogni specie – vivere in un ecosistema isolato, avere la prole fertile.

Le sostanze umiche in acquario: molte specie ittiche vendute a scopo ornamentale, purchè riprodotte in cattività, sono originarie di biotopi ad elevato contenuto di acidi umici e da acque caratterizzate dal colore scuro delle acque. Tutti le specie amazzoniche (*Cheirodon axelrodi*, *Symphysodon discus*, *Mesonauta* ecc), le specie asiatiche come i *barbus* e le *rasbore*, i pesci africani non dei grandi laghi richiedono acque con degli acidi umici. Gli effetti positivi espletati da queste sostanze sono molteplici, sia dal punto di visto dell'equilibrio biologico del sistema acquario, sia dal punto di vista del benessere animale. Si ritiene quindi doveroso cercare di ricreare delle condizioni di cattività il più possibile in linea con quello dei luoghi di origine. Negli anni sono stati utilizzati i più svariati materiali e sostanze, possiamo quindi fare una classificazione empirica di queste sostanze. Dal punto di vista del loro impiego, le possiamo dividere in prodotti specifici per uso acquariologico oppure prodotti destinati ad agricoltura e giardinaggio quindi adattati allo scopo. Sicuramente i primi sono di derivazione dei secondi. Rispetto allo stato fisico in cui si presentano, possiamo dire che sono disponibili sostanze umiche allo stato liquido e prodotti



Rio delle Amazzoni



Rio Negro

Rio Topajos

Rio Xingù

Rio Madeira

Il Rio delle Amazzoni scorre attraverso la Bolivia, Brasile, Colombia, Ecuador, Guyana Francese, Suriname, Perù e Venezuela sfociando, con una foce ad estuario, nell'oceano Atlantico, dopo aver attraversato da ovest a est una vasta area geografica definita bacino dell'Amazzonia comprendente la foresta amazzonica. Il fiume nasce nel Nevado Mismi a 5600 metri sul livello del mare.

dalla consistenza solida, semi-solida o fibrosa. Chimicamente possono essere sostanze naturali oppure preparati di sintesi con acidi deboli o forti.

La torba: può essere di sfagno di tipo "Floratorf" prodotto utilizzato in agricoltura, si presenta con aspetto fibroso di colore bruno, a reazione acida con un valore pH 2,5 - 3,5, composta per il 90% di sostanza organica, con basso valore di azoto. Si tratta di sostanza organica che si è formata in condizioni di sommersione prolungata, quindi con scarsa concentrazione di ossigeno. La fase di umificazione è lenta e parziale e la

fase di mineralizzazione scarsa. Tanti anni fa questa tipologia di torba era utilizzata con la mitica "bomba di torba" sicuramente molto efficace ma poco pratica. Per uso specifico in acquariofilia, è disponibile una "torba in granuli" di facile utilizzo in calzette da mettere dentro i filtri degli acquari. Per i puristi degli acquari con piante, ci sono anche delle controindicazioni all'utilizzo di torba: la torba colora l'acqua e quindi impedisce la penetrazione della luce, la torba quindi i tannini e gli acidi umici che ne derivano hanno un effetto inibente sulla crescita delle piante, infine una durezza carbonati inferiore e 3,5 dKH potrebbe far precipitare

Foglia di katapang



Pigne di Ontano



Estratti di Torba

il pH verso valori letali per i pesci. Per quanto riguarda invece gli acquari biotopi come per esempio quelli di tipo amazzonico, utilizzo di torba nelle sue forme è indispensabile e quindi altamente raccomandata. Molti anni fa esisteva anche una torba fibrosa per uso in acquario, spesso utilizzata dagli appassionati di pesci annuali come *Aphyosemion* e *Nothobranchius* (organismi che vivono sempre in acque torbose).

Gli acidi umici: si presentano in forma liquida, o comunque molto densa, sono estratti ad azione specifica per agricoltura come ammendanti nei terreni, sono estratti da Leonardite (sostanza naturale fossile, formatasi a seguito di un processo di umificazione naturale di vegetali, si presenta anche in forma di palline o in polvere, ricca di acidi umici i quali una volta liberati favoriscono sia la disponibilità di sostanze nutritive come potassio (K), fosforo (P) e ferro (Fe), sia la proliferazione di microrganismi attraverso un miglioramento equilibrio biologico. Questi sono per circa il 90% di origine organica con basso tenore di azoto intorno al 3 - 4%. La sostanza estraente (nei prodotti analizzati) è una base, l'idrossido di potassio KOH (composto nocivo e corrosivo ma dai molteplici utilizzi). La reazione di questi acidi umici è debolmente acida o neutra, pH 6,5 - 7.

Ad uso esclusivamente acquariologico vengono offerti sul mercato, dalle varie aziende, numerosi prodotti dalla composizione non sempre nota, sono definiti come bio-condizionatori o tropicalizzanti. Alcuni di questi colorano l'acqua lasciando inalterata la composizione chimica, altri hanno un colore neutro ma diminuiscono il valore pH agendo sulla durezza carbonatica, questo fa pensare che la loro formulazione avvenga con acidi deboli o forti come l'acido cloridrico HCL. Altri, sembra che rilascino importanti sostanze umiche e microelementi fondamentali per l'equilibrio biologico.

Non esiste una formula per utilizzare in cattività il miglior prodotto per ottenere estratti di torba ed acidi umici, dipende sempre dalle finalità con cui queste si utilizzano, sicuramente per volumi di acqua modesti è meglio orientarsi su prodotti commerciali, fare delle prove e scegliere il prodotto a noi più utile. Per grossi volumi è

opportuno utilizzare prodotti adattati come quelli di uso agricolo, che dopo un po' di pratica possono essere tranquillamente usati anche in acquario.

Da tenere comunque sempre in considerazione il valore di pH, di solito in acqua povere di sali minerali, come quelle usate per i Discus selvatici, questo valore tende sempre ed inesorabilmente a scendere verso valore molto acidi e quindi pericolosi per i pesci. Anche filtri molto maturi che lavorano parzialmente in assenza di ossigeno e in vasche molto popolate tendono ad abbassare il pH.

Si auspica molta cautela, se possibile, l'utilizzo di sostanze tampone in grado di far arrestare la discesa del valore pH, anche con l'utilizzo di acqua tenera associata a estratti umici liquidi oppure a torba granulare nei filtri biologici. Per esperienza personale in vasche densamente popolate con Discus Heckel con acqua molto nera e pH intorno a 4.0 - 4.5 si utilizzava un sacchetto di sabbia corallina in modo da tamponare (nella dose di circa 1 Kg ogni 1000 litri di acqua).

Foglie di katapang (*Terminalia catappa*) & pigne di ontano (*Alnus glutinosa*), si tratta di substrati naturali utilizzati direttamente in acquario, hanno un provato effetto benefico sui pesci allevati, sono in grado sul medio periodo di abbassare sia la durezza carbonatica sia il valore pH rilasciando, contemporaneamente, sostanze umiche, colloidi e microelementi in grado di apportare beneficio all'ecosistema acquario. Si utilizzano spesso dagli appassionati anche in vasche prive di arredamento. Essendo comunque sostanze naturali, a parità di condizioni di utilizzo, le risultanze non sono sempre uniformi. La foglia di Catappa o mandorlo indiano (di origine delle Isole Andamane) è sicuramente quella più conosciuta ed utilizzata, si tratta di una pianta di origine tropicale appartenente alla famiglia delle Combretacee (Wikipedia). Allo scopo si utilizzano le foglie essiccate le quali solitamente raggiungono una lunghezza massima di circa 30 cm, Da notare che non soltanto le foglie hanno una proprietà di rilascio di acidi umici, ma anche i semi posseggono un 50% in tannini.



Nota dell'autore: il presente articolo non vuole essere un trattato sugli acidi umici e sul Rio Negro, è soltanto inteso come stimolo per gli appassionati che vogliono approfondire la materia: attraverso una esaustiva bibliografia l'appassionato può trovare tutte le informazioni che necessitano, sono riportati infatti tutti i testi di riferimento.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Chao, N.L., Petry, P., Prang, G., Sonneschien, L. & Tilusty, M.** 2001. *Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brasil.* Manaus, Brazil, Editoria de Universidade do Amazonas.
- Gonzales, R.J., Wilson, R.W. & Wood, C.M.** 2006. Ionoregulation in tropical fishes from ion-poor, acid backwaters. In D.J. Randall *The physiology of tropical fishes*, Vol. 21. London, Academic Press, Elsevier.
- Goulding, M.** 2007. *An unexpected ecosystem: the Amazon as revealed by fisheries.* Amazon Conservation Association, USA, Missouri Botanical Garden Press.
- Goulding, M.** 2003. *The Smithsonian atlas of the Amazon*, British Library Catalogue.
- Goulding, M.** 1990. *Amazon the flooded forest.* New York, USA, Sterling Publishing Co.
- Goulding, M.** 1988. *Rio Negro, rich life in poor water.* The Hague, the Netherlands, SPB Academic Publishing.
- Goulding, M.** 1981. *Man and fisheries on an Amazon frontier.* The Hague-Boston-London, Dr. W. Junk Publisher.
- Goulding, M.** 1980. *The fishes and the forest, exploration in Amazonia and natural history.* USA, University of California Press.
- Goulding, M., Smith, N.J.H. & Mahar, D.J.** 1996. *Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon.* New York, USA, Columbia University Press.
- Mayland, H.J.** 1994. *Adventures with discus.* USA, Tropical Fish Hobbyist Publications Inc.
- Monticini P.** (2010). "The Ornamental Fish Trade, Products and Commerce of Ornamental Fish: technical, managerial and legislative aspects" GRP Globefish Research Programme Vol. 102. FAO Food Agriculture Organization of the United Nations. GLOBEFISH, Products, Trade and Marketing Service and Aquaculture Policy and Economic Division (FIPM), Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, ITALY www.globefish.org.
- Monticini, P.** 2009. *Production and commerce of ornamental fish: technical-managerial and legislative aspects.* Bologna, Italy, University of Bologna, Faculty of Veterinary Medicine. (Published thesis)
- Monticini, P.** 2008. *Liosomadoras oncinus*, the jaguar catfish in its natural habitat and in the aquarium. *Aquarium*, Feb. 2008: 46-50.
- Monticini, P.** 2005. Special discussion - *Amazonia: diary of a journey*. Faenza, Italy, Sesto Continente. p. 40, 66, 78.
- Wallace, A.R.** 2002. *Peixes do Rio Negro.* Brazil, University of São Paulo.
- Wallace, A.R.** 1853. *A narrative of travels on the Amazon and Rio Negro, with an account of the native tribes and observation of the climate, geology and natural history of the Amazon Valley.* London, Reeve & Co.
- Hessen, Dag, Tranvik, Lars (Eds.)** 1998. *Aquatic Humic Substances Ecology and Biogeochemistry Series: Ecological Studies*, Vol. 133 Springer ed.
- Helmut Wedekind,** 2006. Le sostanze umiche e il loro effetto sui pesci *AQUARIUM OGGI* 2/06, P. 47 Ed. Aquaristica.
- Michael E. McClain, Reynaldo Victoria, Jeffrey E. Richey.** 2001. *The Biogeochemistry of the Amazon Basin.* Oxford Univeristy Press.
- Sioli Harald.** 1984. *The Amazon, Limnology and Landscape ecology of a mighty tropical river and its basin,* DR W. Junk Publishers.
- A.L. de Almeida-Val** 1995. *Fishes of the Amazon and their Environment* Springer Verlag.