

## LE PIANTE NELL'ACQUARIO DI ACQUA DOLCE

Delle belle piante in un acquario di acqua dolce sono una delle cose che sicuramente ogni acquariofilo desidera. Come però tanti di noi hanno verificato, non è sempre facile e immediato raggiungere questo scopo.

Le alghe, ad esempio, sono uno dei nostri "nemici" contro le quali sono nate e sviluppate le teorie più disparate.

L'equilibrio alghe-piante è quindi uno dei più importanti e difficili da mantenere in acquario.

In questo articolo non ho la pretesa e la capacità di dare ricette miracolose per una corretta coltivazione delle piante in acquario, ma voglio fare una sintesi generale dello stato dell'arte attuale, raccogliendo esperienze e conoscenze non solo mie.

### 1 L'IMPORTANZA DELLE PIANTE

Le piante in un acquario di acqua dolce svolgono un'azione molto importante che va ben al di là della sola funzione estetica.

Essendo un sistema chiuso creato artificialmente dall'uomo, e anche relativamente piccolo, l'acquario non può essere un sistema autonomo in cui l'intervento umano non sia previsto. Esse infatti contribuiscono a mantenere un corretto equilibrio dell'acquario.

Tutto quello che possiamo fare è quindi avvicinarsi a questo ideale organizzando l'acquario e facendo in modo che il nostro piccolo ecosistema funzioni il meglio possibile.

Le piante quindi hanno un grande ruolo in questo ambiente in quanto permettono attraverso il loro metabolismo il consumo di diverse sostanze "dannose" quali ammonio/ammoniaca, nitriti, nitrati, fosfati... Contemporaneamente, permettono attraverso la fotosintesi alla eliminazione di CO<sub>2</sub> e alla produzione di ossigeno, elemento basilare per la vita dei nostri pesci.

Per avere un corretto sviluppo e crescita delle piante i fattori fondamentali sono 4:

1. l'equilibrio dei nutrienti
2. il fondo
3. la luce
4. il filtraggio.

L'importante è quindi che questi quattro fattori siano ben bilanciati e proporzionati tra loro. Non avrebbe infatti nessun senso avere ad esempio una concimazione pesante con un fondo molto attivo e contemporaneamente poca luce che non permetta alle piante di consumare tutti questi nutrienti.

In questo caso si darebbe solo tanto nutrimento alle alghe.

### 2 I NUTRIENTI

I nutrienti e il loro equilibrio sono forse uno dei punti più importanti nella crescita delle piante.

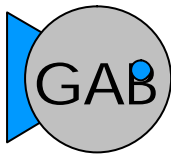
In base al principio del "minimo di Liebig" infatti la crescita di un organismo vegetale è direttamente proporzionale all'elemento più scarso. Come elemento si considerano sia fattori quali la luce o la CO<sub>2</sub>, ma anche elementi chimici veri e propri.

Da questo si vede l'importanza che devono avere i nutrienti ed in particolare il loro equilibrio, in modo da evitare che la carenza di un solo elemento limiti fortemente la crescita della pianta.

Gli elementi chimici necessari alle piante si suddividono in due categorie a seconda della quantità necessaria alle piante, macroelementi e microelementi.

I macroelementi e la loro concentrazione in una pianta risultano essere:

<b>Carbonio (C)</b>	43
<b>Azoto (N)</b>	1-3
<b>Potassio (K)</b>	0.3-6
<b>Fosforo (P)</b>	0.05-1
<b>Magnesio (Mg)</b>	0.05-0.7



<b>Zolfo (S)</b>	0.05-1.5
<b>Calcio (Ca)</b>	0.1-3.5
Concentrazione % rispetto al peso secco della pianta.	

I microelementi e la loro concentrazione consigliata risultano essere in ppm:

<b>Ferro (Fe)</b>	10-1500
<b>Cloro (Cl)</b>	100-300
<b>Manganese (Mn)</b>	5-1500
<b>Zinco (Zn)</b>	3-150
<b>Rame (Cu)</b>	2-75
<b>Boro (B)</b>	2-75
<b>Molibdeno (Mo)</b>	Tracce
Concentrazioni consigliate da avere in soluzione in ppm.	

Altri elementi, come il Sodio (Na), sono presenti nelle piante, ma attualmente non ci sono quantità minime definite e quindi non sono considerati come minerali essenziali.

Come si vede dalle tabelle precedenti, le concentrazioni dei micro e macroelementi possono variare anche di diverse ordini di grandezza. Questo dipende ovviamente dalle piante considerate, però causa una difficoltà sia nell'identificare le carenze e soprattutto nel definire l'entità di questa carenza.

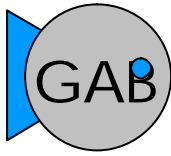
Un aiuto nel riconoscere le carenze può essere la tabella successiva, in cui si riportano gli effetti sulle foglie della carenza di ogni elemento [1][2].

ELEMENTO	FOGLIE CHE MOSTRANO LA CARENZA	SINTOMI EVIDENTI -
<b>Azoto</b>	Vecchie	Ingiallimento delle foglie. Alcune rossastre.
<b>Fosforo</b>	Vecchie	Caduta prematura. Simile alla carenza di azoto.
<b>Calcio</b>	Giovani	Danni e morte del punto di crescita. Ingiallimento dei margini.
<b>Magnesio</b>	Vecchie	Macchie gialle. Alcune diventano rossastre.
<b>Potassio</b>	Vecchie	Zone gialle, poi avvizzimento dei bordi e dell'estremità.
<b>Zolfo</b>	Giovani	Simili alla carenza di azoto.
<b>Ferro</b>	Giovani	Foglie gialle. Nervature verdastre. Le piante a crescita rapida risentono prima della carenza.
<b>Manganese</b>	Giovani e vecchie	Aree gialle e morte tra le nervature.
<b>Rame</b>	Giovani e vecchie	Morte delle estremità e avvizzimento dei margini.
<b>Zinco</b>	Vecchie	Ingiallimento tra le nervature, che inizia dai margini e dall'estremità.
<b>Boro</b>	Giovani	Estremità con aree morte.
<b>Molibdeno</b>	Vecchie	Macchie gialle tra le nervature, poi zone marroni lungo i margini. Inibizione della fioritura.

Gli effetti delle carenze sulla crescita generale delle piante sono riassunte successivamente [1][2].

#### **Azoto:**

In carenza di azoto, l'intera pianta tende al giallo-verde, e le foglie più vecchie tendono ad ingiallire più di quelle giovani. Le foglie più vecchie possono anche morire in caso di forte deficienza (quasi mai osservata in acquario). In caso di forte illuminazione, si assiste ad un viraggio delle foglie verso il rosso, dovuto alla produzione di antocianine. Un eccesso di azoto, sotto forma di nitrati, produce una crescita abnorme di alghe.

**Fosforo:**

Una carenza provoca sintomi simili a quelli della carenza di azoto, con aggiunta di aree morte sulle foglie più vecchie e perdita di foglie. La crescita si arresta e il colore verde scurisce. Alcune specie possono diventare violacee per la produzione di antocianine. In vasche con pesci è molto improbabile che si possa manifestare una carenza di fosforo, più frequente, invece, negli acquari olandesi. Un eccesso di fosfati è alla base di una crescita incontrollata di alghe.

**Potassio:**

Una mancanza di questo elemento produce macchie gialle che, lentamente, crescono sulle foglie più vecchie. Le foglie giovani restano molto piccole. In alcune specie, tutta la foglia ingiallisce, comprese le nervature, al contrario della carenza di magnesio che lascia verdi le nervature principali. Non sono noti effetti negativi in caso di eccesso di potassio. Questo è anche un bene, dato che il potassio non è facilmente determinabile, non esistendo alcun kit per la sua misurazione.

**Calcio:**

Una carenza di questo elemento può insorgere solo in acque con bassissima durezza totale (GH inferiore a 2). In altri casi è molto difficile che si manifestino i sintomi tipici di una sua deficienza, quali ingiallimento dei margini delle foglie più giovani e crescita difforme delle nuove foglie. Solo in caso di grave carenza avremo foglie nuove interamente bianche e deformate, con morte delle radici della pianta.

**Magnesio:**

Una carenza di Mg provoca un ingiallimento delle foglie, a partire dai margini per poi continuare verso l'interno. Le nervature principali restano verdi. In acque non eccessivamente tenere (cioè con un GH almeno di 2) è difficile che si possa manifestare tale carenza.

**Zolfo:**

Ingiallimento delle nuove foglie, seguito da colorazione rossastra dovuta alla produzione di antocianine con forte illuminazione.

**Ferro:**

Una carenza di ferro produce problemi alla produzione di clorofilla e le nuove foglie crescono gialle e si riducono di spessore, fino a diventare trasparenti e disintegrarsi. Saranno le piante a crescita più veloce a mostrare per prime i sintomi. L'Egeria densa diventa giallastra con foglie piccole e chiuse verso lo stelo. In caso di grave carenza, la pianta muore in breve tempo.

**Manganese:**

La carenza di Mn si manifesta con aree gialle tra le venature, che restano verdi. Il tessuto tra le vene poi muore, producendo fori allungati nelle foglie. Gli stessi sintomi, purtroppo, si possono manifestare anche in eccesso di ferro, il quale blocca l'assunzione di manganese.

**Rame:**

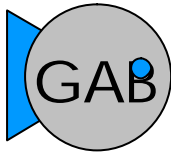
Una carenza di Cu si manifesta con la morte delle estremità. Una sua eccedenza può uccidere un gran numero di piante quali Vallisneria, Ludwigia, Sagittaria e altre.

**Zinco:**

L'ingiallimento di aree tra le vene, sui margini e sulla punta di foglie vecchie sono i sintomi tipici di una carenza di zinco.

**Boro:**

I sintomi di una carenza di boro sono analoghi a quelli che si manifestano in carenza di calcio. Le foglie ingialliscono partendo dalla punta, per poi morire rapidamente. In lieve carenza, le foglie delle Crypto assumono una forma concava e le radici sono corte e distorte.



### Molibdeno:

Una carenza provoca l'ingiallimento di zone tra le nervature, inizialmente delle foglie più vecchie, seguito dalla formazione di aree marroni lungo i bordi. La fioritura risulta inibita.

### CO<sub>2</sub>:

In carenza di CO<sub>2</sub>, le foglie restano piccole e la crescita rallenta; in alcuni casi si nota il deposito di polvere bianca sulle foglie, dovuto a decalcificazione biogenica.

## 2.1 L'importanza della CO<sub>2</sub>

Un breve accenno merita l'analisi del contributo della CO<sub>2</sub> negli acquari di piante.

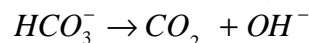
Rispetto all'aria, in cui la concentrazione di CO<sub>2</sub> è di circa 350ppm, nell'acqua la sua concentrazione naturale è molto più bassa, sotto 1ppm. Molto differente è inoltre la diffusione della CO<sub>2</sub> in acqua e aria, circa 10000 volte inferiore [3].

Questo fattore, forse più che la differente concentrazione, è un fattore molto limitante della crescita delle piante in acquario.

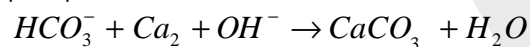
Nel caso la CO<sub>2</sub> sia disponibile in concentrazioni non sufficiente, diverse piante sono in grado di ricavarla

scindendo il bicarbonato  $HCO_3^-$ .

Le reazioni sono le seguenti:



La CO<sub>2</sub> viene quindi utilizzata dalle piante, mentre gli ioni OH<sup>-</sup> si legano al Calcio causando una precipitazione di carbonato di Calcio:



Il Carbonato di Calcio, essendo praticamente insolubile, si deposita sulle foglie delle piante.

E' quindi molto importante per il miglior sviluppo delle piante acquatiche una continua somministrazione di CO<sub>2</sub>.

Solitamente un buon dato di concentrazione di CO<sub>2</sub> in acquario è dato da 20-25 ppm. Questo permette inoltre un controllo molto preciso del PH in quanto è legato dal KH dell'acqua e dalla concentrazione di CO<sub>2</sub>.

Questo legame è determinato dalle note tabelle pH-KH-CO<sub>2</sub> oppure è calcolabile con la seguente formula [14]:

$$ppmCO_2 = KH \times 3 \times 10^{(1-pH)}$$

## 2.2 Ossigeno, ambiente riducente o ossidante?

Un fattore di cui si è discusso molto è l'influenza della concentrazione di Ossigeno nell'acquario e del relativo potenziale Redox.

Negli acquari fortemente illuminati e concimati possiamo avere una concentrazione di Ossigeno che a fine giornata può raggiungere i 12-14mg/l, quindi una percentuale del 50% oltre la saturazione che a 25° è di circa 8mg/l. Alla mattina si avrà una concentrazione che potrà essere di 4-5mg/l.

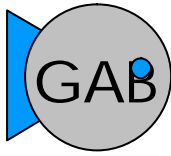
Un'elevata concentrazione di ossigeno porta l'acquario a trovarsi in una condizione di ambiente ossidante.

Questa situazione sicuramente crea un importante giovamento ai pesci, per quanto riguarda le piante invece la sua influenza è molto dibattuta.

L'inconveniente che principalmente può causare un ambiente ossidante è la capacità di ossidare molto rapidamente gli ioni di elementi chimici nutritivi per le piante. Questo processo non li rende assimilabili dalle piante e li fa depositare. Gli elementi chimici a cui mi riferisco sono ad esempio il Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup> che si ossida

in  $Fe_2O_3$  e si deposita sul fondo.

Se si ricrea un ambiente riducente, o se il composto penetra nel fondo, in cui sono prevalenti le situazioni riducenti, il Ferro rompe il legame e si riporta in forma ionica in soluzione.



Alcuni anni fa sono state presentate dal Krause [3][4] alcuni risultati sull'influenza di un sistema ossidante nell'acquario. Dalle sue ricerche si evidenziava il fatto che una elevata intensità luminosa, in particolare nel campo dello spettro blu, sia in grado di rompere legami chimici e portare in soluzione in forma ionica anche il Ferro introdotto in forma chelata.

In presenza di un ambiente fortemente ossidante, come sono gli acquari fortemente illuminati, si ossidano rapidamente tanti nutrienti. Lui consigliava quindi di evitare di arrivare alla saturazione della concentrazione di Ossigeno.

Per fare questo le soluzioni possono essere due, e sono anche alla base (non dichiaratamente) di due sistemi proprietari, Dennerle e ADA.

In contrasto con questa teoria vi è l'opinione della Kasselmann[5], in cui si rigettano questi risultati ribadendo punto per punto alle teorie di Krause.

La soluzione quindi non mi risulta che sia ancora ben definita e chiarita.

Vediamo ora più in dettaglio alcune filosofie di gestione dell'acquario delle tre case più importanti a livello mondiale per la coltivazione delle piante in acquario.

### **2.3 Sistema Dennerle**

Il sistema Dennerle si basa sulla presenza di un fondo fertilizzato con un cavetto riscaldato a bassa potenza. Questo dovrebbe permettere una minima corrente di ricambio nel fondo.

In questo sistema viene inoltre consigliato la presenza di un ambiente fortemente riducente attraverso due strade. Bassa velocità del filtro, e interruzione del periodo luminoso.

La bassa velocità e portata dei filtri in questo sistema causano un ambiente riducente e uno scarso lavoro dei batteri del filtro, che richiedendo fortemente ossigeno per compiere il ciclo dell'azoto, si trovano in carenza di ossigeno e quindi in un ambiente riducente.

Attraverso la pausa nel periodo di illuminazione, es. 5 ore di luce + 4 ore buio + 5 ore di luce, si evita che la concentrazione di Ossigeno raggiunga la saturazione o comunque elevati valori.

### **2.4 Sistema ADA**

Questa "filosofia", si basa sulla presenza di forte illuminazione e concimazione, ma per mantenere la concentrazione di ossigeno bassa adotta due strategie, l'utilizzo dell'areatore notturno e la lunghezza differenziata dei periodi di luminosità. Riguardo l'areatore, il suo utilizzo notturno permette di abbassare la concentrazione di ossigeno attraverso un forte movimento dell'acqua, fino a riportarlo alla mattina a valori anche di 2-3mg/l.

Per il periodo di illuminazione, ADA consiglia di avere un'accensione separata delle lampade, in modo da avere il picco dell'intensità luminosa solo nelle 4-5 ore centrali del giorno, riducendo quindi la possibilità di avere una soprassaturazione di Ossigeno la sera.

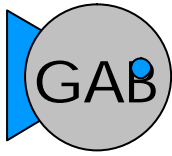
### **2.5 Il Fe e il sistema Dupla**

Solitamente il Ferro nei fertilizzanti è presente in forma chelata, e non in forma ionica, questo permette di avere una maggiore stabilità dello stesso per range abbastanza ampi di PH ed evitare che si ossidi rapidamente e si legghi ad altri composti.

In diversi fertilizzanti giornalieri, in cui è presente una buona quantità di Ferro, esso è presente in forma ionica o debolmente legata. Questo fa sì che il ferro possa essere assorbito subito dopo l'immissione in vasca dalle piante, e se questo non succede nel giro di poche ore si ossida e quindi non rimane più disponibile nella colonna d'acqua. Questo evita di avere concentrazioni elevate di Ferro in acqua che possano contribuire allo sviluppo di alghe.

Ma non si basa su questo principio l'utilizzo della laterite nei fondi della Dupla.

La laterite infatti è un fondo sostanzialmente inerte in cui è presente una notevole quantità di ossidi e idrossidi di Ferro (anche 30%). Questo materiale quindi rilascia progressivamente Ferro in vasca che si va prontamente a legare con il Fosforo e lo fa depositare neutralizzandolo.



Per ottenere questa diffusione viene utilizzato un cavetto riscaldante di potenza elevata, quindi in grado di creare una corrente tale da permettere la diffusione di ferro in vasca.

Il Ferro infatti in questo sistema non ha funzione di concime, ma principalmente solo di legare alcuni inquinanti.

Il fondo, essendo un ambiente povero di ossigeno, con un basso coefficiente CEC di scambio cationico, rilascia tutto il ferro contenuto in tempi rapidi 6-10 mesi, dopo i quali è esaurito e necessita di integrazioni di laterite.

## 2.6 Prodotti della decomposizione di materiale organico

I prodotti che si ottengono dalla decomposizione del materiale organico, rifiuti dei pesci, foglie e piante sono molto utili per la crescita delle piante, alcuni prodotti, in concentrazioni molto elevate però possono risultare dannosi e portare ad una crescita algale, oppure possono risultare anche tossici per i pesci.

### Ammonio $\text{NH}_4^+$ , Nitriti e Nitrati

È il primo prodotto del ciclo della decomposizione dell'azoto.

Nel caso il PH dell'acquario sia acido, quindi  $<7$ , è stabile l'ammonio, mentre se siamo in condizione basiche si è in presenza soprattutto di ammoniaca, molto tossica per i pesci anche in piccolissime dosi.

L'ammonio è inoltre la principale e più "conveniente", per le piante, fonte di azoto. Nel caso non sia disponibile, le piante possono ricavare l'azoto anche dalle forme ossidate, nitrito  $\text{NO}_2$  e nitrato  $\text{NO}_3$ , anche se con un maggiore sforzo energetico.

In situazioni anossiche, come si può avere nel fondo, si hanno dei processi che portano ad una riduzione del nitrito o nitrato in ammonio.

### $\text{H}_2\text{S}$ Idrogeno solforato, solfiti e solfati

Può essere prodotto quando c'è un eccesso di materiale organico in condizioni anossiche ed è tossico per i pesci.

I solfiti possono essere prodotti in un'ambiente con un basso potenziale Redox.

In acquari fortemente ossigenati, questi composti non sono presenti perché sono velocemente ossidati in solfati, non tossici.

Il Ferro può inoltre reagire e formare la forma non tossica  $\text{FeS}$ .

### Fosfati $\text{PO}_4$

I fosfati sono rilasciati durante la decomposizione di materiale organico.

Solitamente in un acquario con pesci non è mai l'elemento limitante, ma è sempre presente.

Nel caso di acquari sovrappopolati si può avere un eccesso di Fosfati con non desiderate crescite algali.

## 3 IL FONDO

Molta importanza nella coltivazione di tutte le piante, e quindi anche di quelle acquatiche, riveste la composizione del substrato in cui sono piantate.

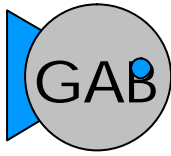
Il fondo infatti non deve avere solo una funzione di supporto e ancoraggio per le piante, ma deve contenere nutrienti che possono essere assimilati.

Un vantaggio dell'utilizzo di un fondo fertilizzato è che è possibile dotarlo di nutrienti che non verranno liberati nella colonna d'acqua (o solo in piccola parte), ma rimarranno a disposizione solo delle piante e non delle alghe.

Le piante acquatiche possono assorbire i nutrienti sia dalle radici che dalle foglie, la percentuale dei nutrienti assorbiti dipende ovviamente dal tipo di piante. Ci sono piante, es. Echinodorus, Criptocoryne, che assorbono gran parte dei nutrienti dal fondo, mentre tante altre principalmente dalla colonna d'acqua.

I vantaggi della somministrazione dei nutrienti nel fondo sono quindi le seguenti:

- A causa delle condizioni quasi anaerobiche in cui si trovano le radici nel fondo, il Fe, P e N sono presenti in forma ionica e non ossidata, quindi facilmente utilizzabili dalle radici.



- La concentrazione dei nutrienti può essere molto più elevata che nella colonna d'acqua. Un'elevata concentrazione nell'acqua causerebbe infatti molti problemi di alghe.
- Tante piante assorbono nutrienti preferibilmente dalle radici.

Le caratteristiche dei componenti di un fondo per acquario sono le seguenti [6]:

- Elevata capacità di scambio cationico (CSC), aumentando così la fertilità del substrato.
- Fornire Ferro e altri micronutrienti.
- Fornire macronutrienti sia chimici che da decomposizione.
- Una bassa porosità per evitare la diffusione di nutrienti fuori dal substrato.
- Una elevata porosità per permettere la diffusione dei nutrienti verso il substrato.

Come si vede ci sono alcune affermazioni contrastanti, per questo la scelta deve essere molto bilanciata ed oculata.

### 3.1 CSC Capacità di Scambio Cationico

Questo parametro è un fattore molto importante che misura la capacità del fondo di catturare e trattenere cationi (ioni di carica positiva), tra i quali ammonio  $NH_4^+$ , Potassio, Ferro, Magnesio, Manganese, Zinco, Rame, ecc.

A livello radicale avviene infatti un rilascio da parte delle radici di cationi  $H^+$ , che si sostituiscono ai cationi assorbiti sulla superficie delle particelle del fondo, forzando quindi i nutrienti a tornare in soluzione dove possono essere assimilati dalle piante.

Generalmente, per substrati a base minerale, il CSC è inversamente proporzionale alle dimensioni delle particelle, più piccole sono le particelle, maggiore è il CSC. Così, ad esempio, l'argilla ha un alto CSC, mentre la sabbia basso.

Con substrati di natura organica, questa relazione non è vera e ben definita, poiché molte sostanze organiche, es. humus, hanno un elevato coefficiente CSC.

Questo poiché il CSC dipende dalla superficie, e molte sostanze organiche hanno superfici molto irregolari che le causano una superficie molto alta in considerazione delle dimensioni delle particelle.

La misurazione e il rilevamento del CSC è comunque molto difficoltoso e a volte dipendente dalle sostanze che si usano per misurarlo.

I vantaggi che un CSC alto ha sulle piante sono i seguenti:

- Tendono a mantenere costante il PH con molte sostanze buffer.
- Evitano la dispersione dei nutrienti dal fondo, mantenendoli quindi vicino alle radici.

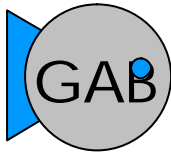
La Capacità di Scambio Cationico viene misurata in  $cmol/kg$  di substrato.

Alcuni valori indicativi per vari materiali sono [6]:

- humus 200 $cmol/Kg$
- torba 50-150 $cmol/Kg$
- perlite 1.5-3.5  $cmol/Kg$
- sabbia 3-7  $cmol/Kg$
- ghiaia 22-63  $cmol/Kg$
- ghiaietto fertilizzato 100-180 $cmol/Kg$
- ossidi di Fe e Al (laterite) 4 $cmol/Kg$
- akadama 8 $cmol/Kg$

Nel caso della laterite bisogna precisare che gli ossidi di Ferro e Alluminio hanno un CSC molto basso, mentre il substrato risultante, a causa dell'aggiunta di altri materiali, possiede un CSC abbastanza alto.

## 4 IL FILTRAGGIO



Il filtraggio è un elemento che non viene solitamente mai considerato come elemento importante per l'equilibrio di un acquario, in realtà può essere anche determinante.

Lo dimostra il fatto che alcune aziende, Dennerle ad esempio, diano grande importanza al suo funzionamento.

Il filtro, costituito da canolicchi, spugna e lana di perlon, ha la funzione di metabolizzare i composti organici, principalmente Azoto.

Un'altra funzione importante è muovere l'acqua e farla riciclare nell'acquario. Un'assenza di correnti e di movimento è infatti dannosa sia per le piante che per i pesci.

Questa assenza può portare anche alla comparsa di cianobatteri.

Le foglie per scambiare Ossigeno e assorbire nutrienti, hanno bisogno che vi sia un ricambio dell'acqua sulle superfici delle foglie in modo da portare via i residui della fotosintesi e apportare nuovi nutrienti.

Importante è inoltre considerare che attorno alle foglie (e a qualsiasi materiale che si trova immerso in fluido in movimento) si presenta uno Strato limite di Prandtl, che fa sì che le particelle a contatto con le foglie siano immobili e non vi sia un effettivo ricambio. Lo scambio in questo spessore di circa 0.5mm, (circa 10 volte maggiore che delle piante terrestri) deve avvenire per diffusione, quindi molto lentamente. Si presenta così, in realtà, un gradiente di concentrazione tra l'acqua nello strato limite e l'acquario. Maggiore è quindi questo gradiente, maggiore sarà lo scambio possibile dalle foglie.

Come dicevamo, la funzione del filtraggio è quella di decomporre i materiali organici e trasformare l'azoto da ammonio/ammoniaca fino al nitrato.

Questa trasformazione viene effettuata da batteri aerobici, che necessitano di importanti quantità di ossigeno per effettuare la nitrificazione, ossidando e trasformando l'azoto.

In condizioni anaerobiche invece si sviluppano batteri in grado di trasformare i nitrati in azoto gassoso N<sub>2</sub> attraverso il processo di denitrificazione. Questa seconda situazione è però rara in acquario.

Da queste affermazioni risulta chiaro che se sono in presenza di un filtro sovradimensionato con una buona portata d'acqua e che sia in grado di garantire un apporto sufficiente di ossigeno, avrò che le trasformazioni dei materiali organici saranno spostate verso il filtro, trasformando quindi quasi completamente l'ammonio e nitriti in nitrati.

Questa non è sicuramente una buona soluzione per la coltivazione di piante, in quanto le piante hanno dei vantaggi energetici nel ricavare l'azoto dall'ammonio rispetto ai nitrati e quindi le sottoponiamo ad un extra sforzo in quanto tutto il nostro ammonio è trasformato dal filtro prima che possa essere assorbito dalle piante.

In condizioni opposte, con un filtro piccolo e lento tendo a spostare il consumo dei nutrienti verso la vasca rispetto al filtro. In questa situazione rischio però di avere una scarsa efficacia nella decomposizione del materiale organico che mi causa condizioni non ideali per i pesci ospitati e il rischio di indesiderate esplosioni algali.

Come sempre nell'acquariofilia, la soluzione è quella equilibrata fra i due estremi presentati.

Come accennato precedentemente, nel sistema Dennerle molta importanza ha la scelta del filtro.

Consigliamo infatti di utilizzare un filtro lento e a bassa portata, questa scelta, come accennato precedentemente, è fatta sia per spostare l'equilibrio verso la vasca, ma soprattutto per mantenere un'ambiente riducente con una scarsità di ossigeno.

## 5 LA LUCE

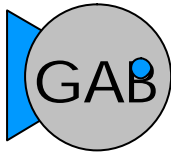
Importanza fondamentale per una proficua coltivazione delle piante in acquario ha la luce che utilizziamo nel nostro acquario.

In questo articolo presenterò soprattutto diversi spettri di lampade commerciali, mentre tratterò in maniera sintetica le caratteristiche della luce e le sue definizioni principali, rimandando per maggiori informazioni tecniche al completo ed esaustivo [articolo di Giovanni Camera Roda](#) dal sito del GAF e a quelli di [Luca Specchio dal sito del GAEM](#).

I parametri più importanti con cui vengono classificate e descritte le lampade sono i seguenti:

### 1. Watt ( simbolo W ) [W]

Questa unità esprime la potenza elettrica assorbita dalla lampada e non la quantità di luce emessa dalla stessa.



## 2. Lumen ( simbolo lm )

Rappresenta il flusso luminoso che una lampada è in grado di produrre.

## 3. Lux ( lx) [1 lux = 1lumen/m<sup>2</sup>]

Rappresenta l'illuminamento, cioè quanta luce raggiunge una data superficie.

## 4. CRI ( Color Rendering Index)

Indica la resa dei colori di una sorgente luminosa in confronto con la luce solare, che ha CRI=100.

## 5. Spettro

Indica la descrizione quantitativa di quali lunghezze d'onda siano prodotte dalla lampada e quanto siano potenti.

Lo spettro visibile all'occhio umano va dai 380 a 780 nanometri. Nello spettro sono rappresentate in ascissa le lunghezze d'onda in nm, mentre in ordinata la percentuale di potenza complessiva della lampada.

E' strettamente collegato ai lumen e alla potenza della lampada, infatti noto lo spettro di emissione e la potenza della lampada possiamo risalire ai lumen calcolando il valore dell'area sottostante la curva in un dato intervallo di lunghezza d'onda.

Lo spettro luminoso è un parametro molto importante, che caratterizza fortemente una lampada da un'altra. La distribuzione spettrale è un fattore determinante in quanto l'occhio umano è in grado di vedere un campo di lunghezze d'onda della luce che va dai 380 a 800 nm.

Analizzando più in dettaglio il processo fotosintetico, gli spettri di assorbimento delle due principali clorofilla, A e B, hanno due picchi in corrispondenza di 450 e 680nm.

Analizzando questo spettro si sono sviluppate lampade che avessero due soli picchi in corrispondenza dei picchi della clorofilla. Su questa idea sono nate le prime lampade fitostimolanti, Sylvania GroLux e Osram Fluora.

In realtà questo concetto è molto limitato, in quanto le clorofille non sono solo queste due, A e B, e inoltre vi sono molti altri pigmenti che sfruttano anche altre lunghezze d'onda dello spettro luminoso. Bisogna infatti ricordare che lo spettro solare è distribuito molto più uniformemente e le piante si sono adattate per sfruttarlo completamente.

Tornando alle lampade, si può fare una premessa iniziale, dicendo che in campo mondiale i reali produttori di neon sono veramente pochi, Osram, Nec, GE e Philips. Di conseguenza, tranne pochissime eccezioni, le lampade vendute in campo acquariofilo sono le stesse usate per l'illuminotecnica o con varianti più o meno rilevanti.

Per quanto riguarda le luci HQI, in questo caso le lampade vendute provengono solo dal campo dell'illuminotecnica, come il nome stesso indica. HQI è infatti il nome commerciale utilizzato per alcune delle sue lampade da Osram.

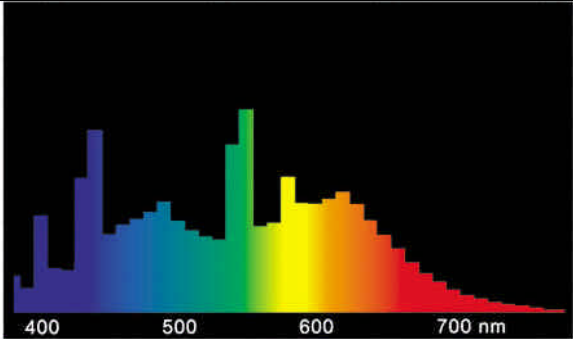
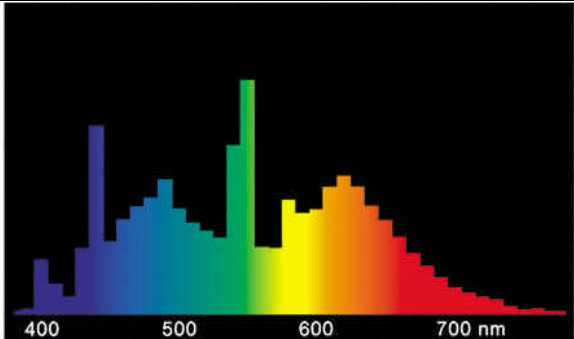
### 5.1 Spettri di lampade commerciali

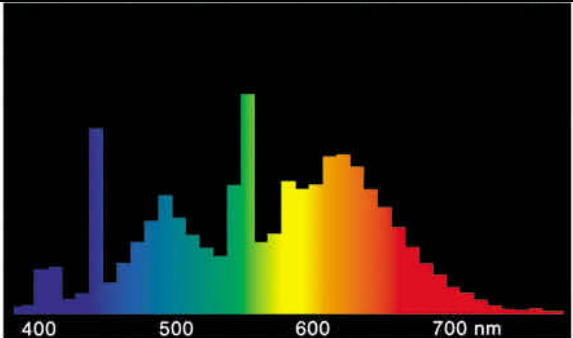
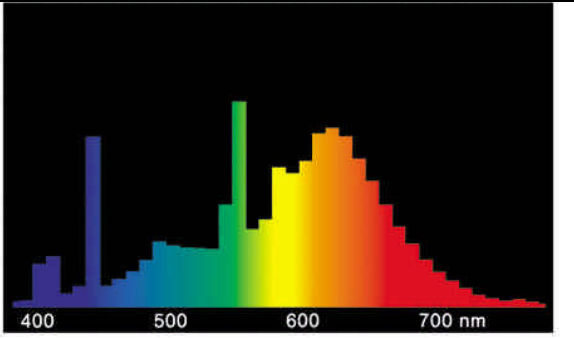
Vediamo ora alcuni spettri di lampade commerciali [7] [8] [9] [10] [11] [13].

Le lampade Osram sono facilmente reperibili a costi alle volte decisamente inferiori che le quasi equivalenti vendute per uso acquariofilo.

Le Pentafosforo, con spettro molto simile a quello solare e con rese cromatiche (CRI) molto elevate sono le seguenti. Queste lampade hanno il difetto di avere una resa in lumen molto bassa in rapporto alla potenza.

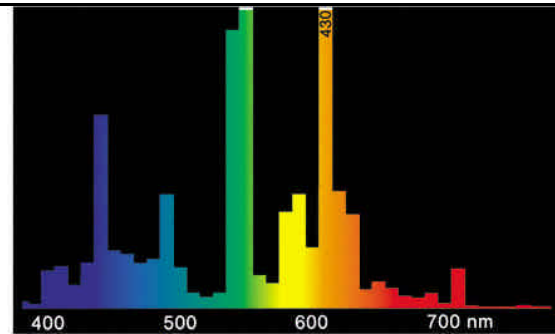
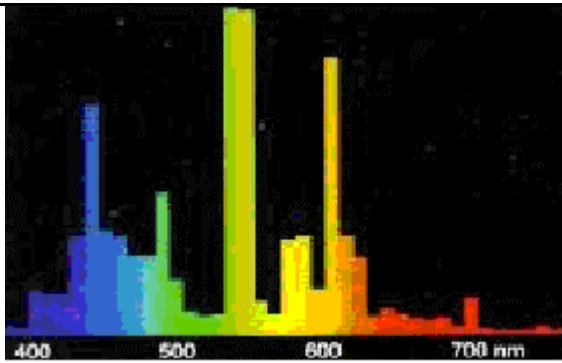
<b>OSRAM BIOLUX 965</b>	<b>OSRAM 950</b>
-------------------------	------------------

 <p>Colour 965 BIOLUX®</p>		 <p>Colour 950 LUMILUX® DE LUXE Daylight</p>	
Potenza [W]	18	Potenza [W]	18
Lumen [lm]	1000	Lumen [lm]	1000
Temperatura colore [K]	6500	Temperatura colore [K]	5400
CRI	98	CRI	98

<b>OSRAM 940</b>  <p>Colour 940 LUMILUX® DE LUXE Cool White</p>		<b>OSRAM 930</b>  <p>Colour 930 LUMILUX® DE LUXE Warm White</p>	
Potenza [W]	18	Potenza [W]	15
Lumen [lm]	950	Lumen [lm]	650
Temperatura colore [K]	3800	Temperatura colore [K]	3000
CRI	95	CRI	95

Le lampade Osram trifosforo sono le 860, 840, 830, molto usate in ambito illuminotecnico. Sono caratterizzate da avere una resa cromatica discreta (CRI di circa 80-85) e una resa in lumen molto buona in funzione della potenza.

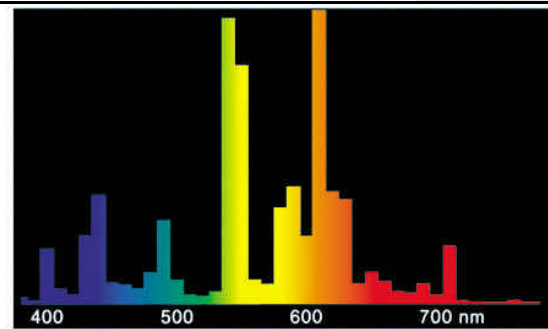
<b>OSRAM 860</b>	<b>OSRAM 840</b>
------------------	------------------



Colour 840 LUMILUX®  
Cool White

Potenza [W]	18	Potenza [W]	18
Lumen [lm]	1300	Lumen [lm]	1350
Temperatura colore [K]	6000	Temperatura colore [K]	4000
CRI	86	CRI	85

#### OSRAM 830

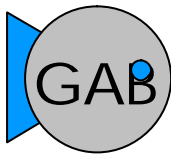


Colour 830 LUMILUX®  
Warm White

Potenza [W]	18
Lumen [lm]	1350
Temperatura colore [K]	3000
CRI	85

Vediamo ora alcune lampade di noti produttori di materiale acquariofilo.

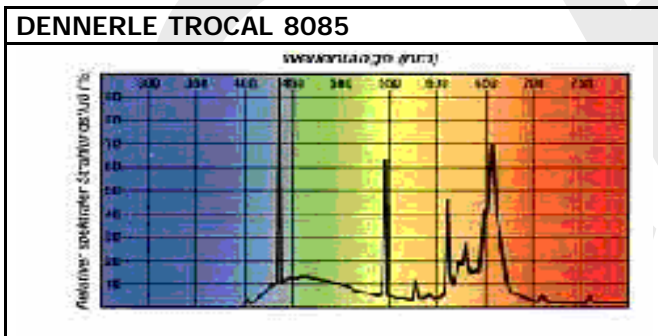
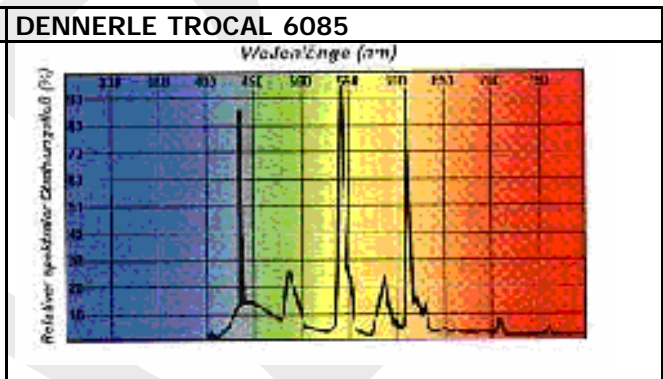
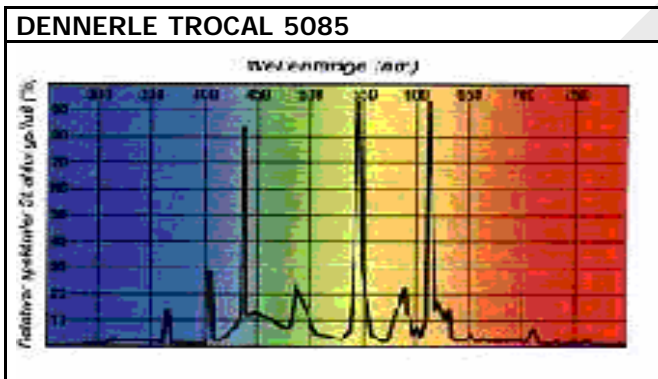
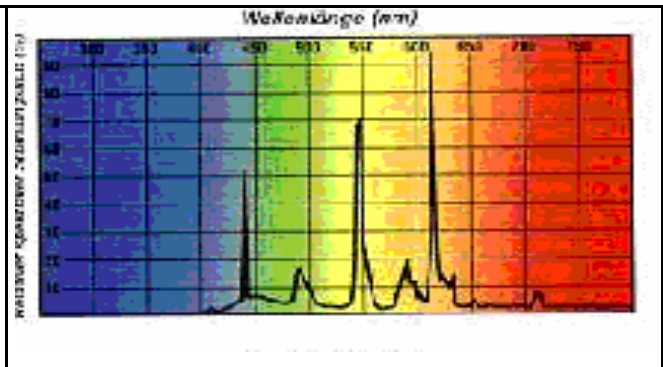
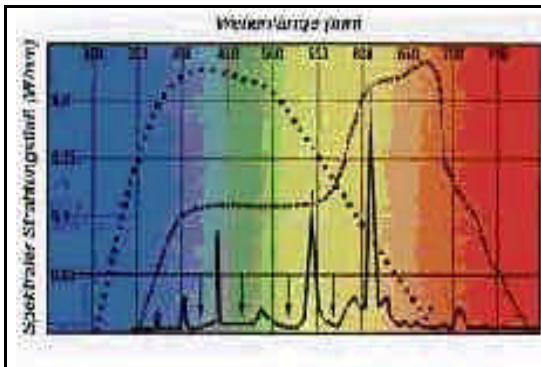
<b>SERA BLUE SKY ROYAL</b>	<b>SERA BRILLIANT DAYLIGHT</b>
----------------------------	--------------------------------



Potenza [W]	15	Potenza [W]	15
Lumen [lm]	800	Lumen [lm]	920
Temperatura colore [K]	12000	Temperatura colore [K]	6000
CRI	82	CRI	80

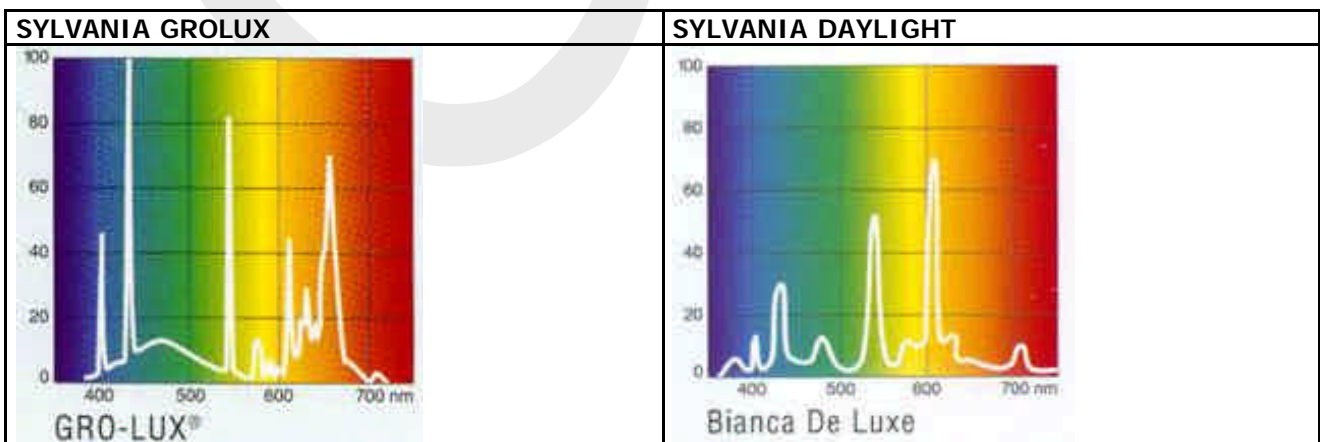
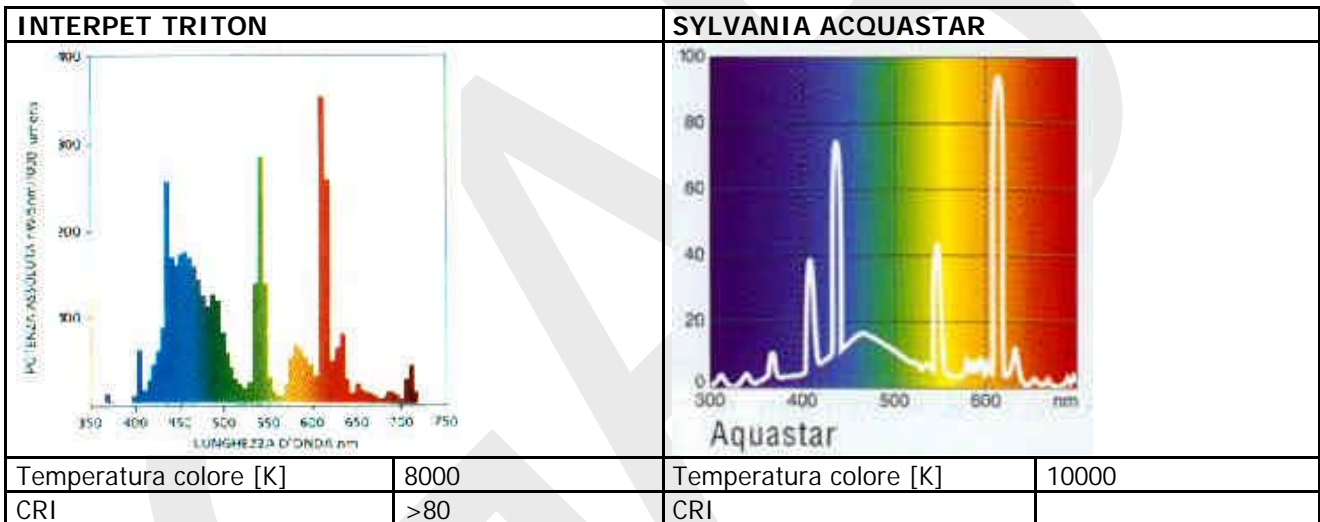
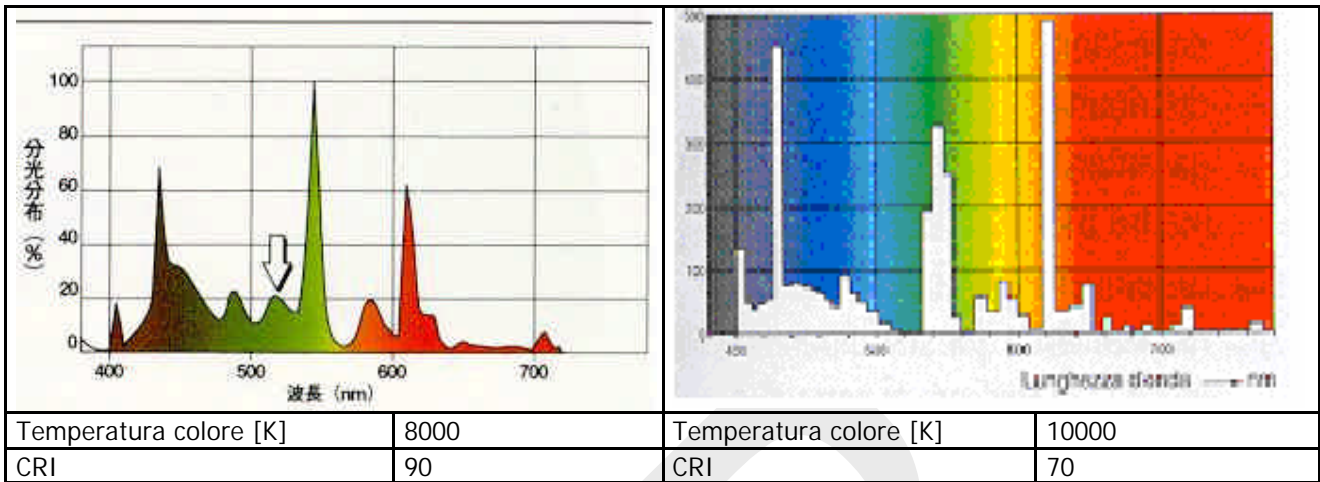
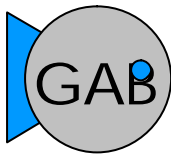
<b>SERA TROPIC SUN ROYAL</b>		<b>SERA PLANT COLOR</b>	
Potenza [W]	15	Potenza [W]	15
Lumen [lm]	650	Lumen [lm]	400
Temperatura colore [K]	4700	Temperatura colore [K]	4900
CRI	94	CRI	72

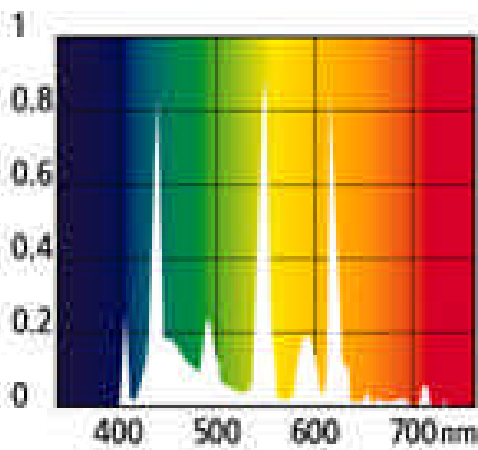
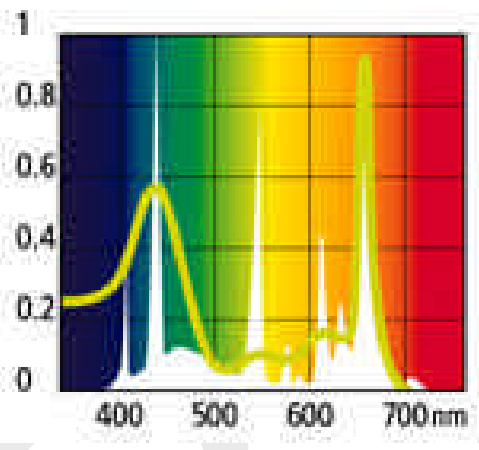
<b>DENNERLE TROCAL 3085</b>	<b>DENNERLE TROCAL 4085</b>
-----------------------------	-----------------------------



ADA NA GLOW

PHILIPS AQUARELLE



ARCADIA FRESHWATER		ARCADIA ORIGINAL TROPIC	
			
Potenza [W]	15	Potenza [W]	
Temperatura colore [K]	7500	Temperatura colore [K]	
CRI	90	CRI	

## 6 CONCLUSIONI

Alla fine di questo lungo articolo sulla coltivazione delle piante spero di avere fornito alcuni spunti e soprattutto avere stimolato un interesse nel campo.

Da questo articolo si possono trarre alcune macro idee su come condurre una vasca di piante:

- Avere un bilancio dei nutrienti equilibrato, facendo in modo che il fattore limitante della crescita delle piante siano i fosfati e i nitrati. In questo modo si ottimizza lo sviluppo delle piante e contemporaneamente si toglie "il cibo" alle alghe. Questa condotta deve quindi fare in modo di evitare di avere ad esempio acquari con fondi fertilizzati e impianti di CO<sub>2</sub> senza avere una potenza luminosa che sia in grado di consumare tutti questi nutrienti presenti nella colonna d'acqua.
- Scegliere con attenzione le lampade avendo sempre uno spettro luminoso e bilanciato.

Per condurre bene un acquario di piante è inoltre importante scegliere una "filosofia", nel senso di seguire con coerenza e utilizzare i prodotti di un solo produttore, evitando di mescolare prodotti di marche diverse. Questo infatti potrebbe causare, ad esempio con i fertilizzanti, di fornire alcuni minerali in eccesso e avere invece carenze di altri.

Per ottenere questo scopo, secondo me, si può seguire linee commerciali, oppure affidarsi a metodi, altrettanto validi, non commerciali.

In questo ambito si può parlare di fertilizzazione PMDD e fondi realizzati con materiali non originariamente per uso acquariofilo, es. Akadama, Pomice...

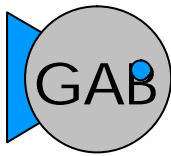
Personalmente, mi sto trovando molto bene utilizzando una fertilizzazione con il metodo PMDD, che mi soddisfa anche per il fatto di sapere sempre con esattezza quali minerali introduco nell'acquario.

Parlando di fondo ritengo molto valido l'accoppiamento di Pomice e Akadama, con l'aggiunta sotto a questi materiali di un po' di carbone attivo, torba e fertilizzante a lenta cessione (osmocote nel mio caso).

Nel caso abbiate commenti o informazioni o altro, contattatemi via mail [valentinim@libero.it](mailto:valentinim@libero.it).

## 7 BIBLIOGRAFIA

[1] – Walter Peris, *Come far crescere bene le piante*. Sito Internet [www.gaem.it/pubblico/articoli/piantealghe/comefarcreocerebenelepiante.shtml](http://www.gaem.it/pubblico/articoli/piantealghe/comefarcreocerebenelepiante.shtml)



- [2] – Neil Frank, *Nutrient Deficiency Symptoms*. Sito Internet [www.thekrib.com/plants/fertilizer/nutrient\\_deficiency.htm](http://www.thekrib.com/plants/fertilizer/nutrient_deficiency.htm)
- [3] – Hydra Planta, n°1.
- [4] – H.J. Krause, *Sauerstoff und dessen Einflub auf das Wachstum von Aquarienpflanzen*. 2° Congresso di acquariologia, Principato di Monaco 1988.
- [5] – C. Kasselmann, *Piante d'acquario*. Primaris 1999.
- [6] – *Substrates for aquarium plants*, <http://home.infinet.net/teban/substrat.htm>
- [7] – Luca Specchio, *La luce nell'acquario di piante*. Sito Internet [www.gaem.it/solosoci/articoli/piantealghe/laluce.shtml](http://www.gaem.it/solosoci/articoli/piantealghe/laluce.shtml)
- [8] – Illuminazione acquario. Sito Internet [www.vircilio.it/illuminazione.htm](http://www.vircilio.it/illuminazione.htm)
- [9] – Catalogo Osram. Sito Internet [www.osram.it](http://www.osram.it)
- [10] – Catalogo Sera. Sito Internet [www.seraitalia.it](http://www.seraitalia.it)
- [11] – Catalogo Dennerle. Sito Internet [www.dennerle.de](http://www.dennerle.de)
- [12] – P.Sears, K. Conlin, *Control of algae in planted aquaria*. Sito Internet [www.thekrib.com/plants/fertilizer/sears-conlin.htm](http://www.thekrib.com/plants/fertilizer/sears-conlin.htm)
- [13] – G.Camera Roda, *Specifiche tecniche delle lampade. Versione 1.0a*. Sito Internet [www.gafonline.it/articoli/camera/default.htm](http://www.gafonline.it/articoli/camera/default.htm)
- [14] – Walter Peris, *I tamponi KH e GH*. Sito Internet <http://www.gaem.it/>.

