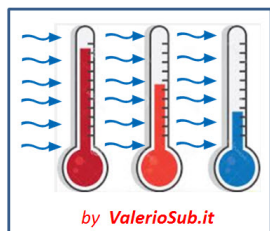


Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020



Quando gli effetti della calda stagione iniziano a mettere pensiero, ciascun acquariofilo corre ai ripari attivandosi per mantenere la temperatura dell'acqua nelle proprie vasche a livelli accettabili, compatibili con la vita acquatica in esse ospitata.

Si inizia con l'alzare il coperchio sulle vasche chiuse, ma molto presto ci si accorge che solo questo non basta. Allora si ricorre all'aiuto di sistemi più efficaci, come ad esempio all'uso delle così dette "ventole di raffreddamento". Ma come riescono queste ventole a raffreddare l'acqua?

Diversamente da quello che può venir spontaneo immaginare, le ventole non raffreddano l'acqua perché vi soffiano sopra aria fredda, anzi! Se così fosse, il loro contributo alla termoregolazione della vasca sarebbe pressoché nullo, o addirittura negativo. Il principio di funzionamento in realtà è ben diverso: le ventole accelerano semplicemente l'evaporazione dell'acqua contenuta nella vasca: è solo questo, in realtà, che raffredda l'acqua!

Perché questo accade? Potrei parlare di "**entropia**", oppure della "**Legge di stato dei gas**", o della "

Legge di Charles

" o dell'isobara $V/T = k$ (a Pressione costante).

Sebbene ne uscirebbe una dimostrazione matematica impeccabile, il fenomeno resterebbe poco convincente per molti. Voglio usare, quindi, un approccio più pragmatico.

Bagniamo con dell'acqua il dorso della mano e subito dopo soffiarcoci sopra! Sentiamo fresco? E' solo una sensazione oppure stiamo soffiando dell'aria fresca sulla mano calda? No, stiamo soffiando aria a circa 37°C (temperatura interna) sul dorso della mano che si trova normalmente a qualche grado di meno (circa 34/35°C). Quindi soffiando aria calda su una superficie poco più fredda; ma allora perché percepiamo una sensazione di fresco? Il segreto sta tutto nell'evaporazione di quella poca acqua che bagna il dorso della nostra mano.

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

Il passaggio di stato di un fluido dallo **stato liquido** a quello **gassoso** è generalmente il modo in cui l'uomo, sin dai tempi più antichi è riuscito a realizzare dei rudimentali "sistemi-frigorifero"; solo per fare uno dei tanti esempi, basti pensare alle borracce in alluminio usate dai nostri bisnonni sin dalla prima guerra mondiale: queste erano semplicemente ricoperte da un tessuto che dopo essere stato bagnato con dell'acqua, ne raffreddava il contenuto all'interno della stessa. Infatti, l'acqua all'esterno, evaporando, sottraeva calore all'acqua contenuta all'interno della stessa, che essendo in alluminio costituiva un ottimo termo-conduttore.

{/image}aqua/Termo/Borraccia_dei_nonni.jpg, Borraccia usata dai nostri nonni...,150{/image}

Anche nell'evoluzione dell' *homo sapiens* parte del sistema di omeostasi è basato su questo principio: quando fa caldo, l'evaporazione del **sudore** emesso dalla superficie della pelle, ne consente il rapido raffreddamento, allo scopo di mantenere costante la temperatura corporea.

Sfruttando lo stesso principio sono state concepite delle **coperte raffreddanti** per cani (non dotati di ghiandole sudorifere sul corpo, ma solo sulla lingua) che una volta bagnate, sfruttano proprio il principio dell'evaporazione dell'acqua per velocizzare la dispersione del calore dei nostri amici quadrupedi.

Anche il frigorifero e il climatizzatore, utilizzano il medesimo principio, portando continuamente un fluido dallo stato liquido a quello gassoso. Sono macchine in cui grazie alla variazione di pressione viene forzato il passaggio di stato di un fluido dallo stato gassoso a quello liquido, e viceversa, rifacendolo espandere riportandolo allo stato gassoso. Il ciclo di evaporazione e liquefazione è realizzato con circuiti a ciclo continuo, dove prima dei compressori comprimono un gas sino a portarlo allo stato liquido (riscaldamento all'esterno del frigo), poi delle griglie di espansione lo riportano allo stato gassoso (raffreddamento all'interno del frigo).

Come vedremo questo è un principio applicabile anche a pressione costante (quella atmosferica, per esempio): l'evaporazione è il fenomeno per cui alcune particelle di liquido provviste di energia cinetica più elevata delle altre, e quindi dotate di maggiore velocità, raggiungono la superficie; quelle che hanno energia sufficiente a vincere le forze di attrazione esercitata su di esse dalle altre molecole, passano allo stato di vapore, lasciando la massa d'acqua.

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

E' bene precisare che questo fenomeno, che ha la sua massima espressione durante l'ebollizione, avviene a tutte le temperature, ma in maniera tanto più evidente quanto più la temperatura è elevata.

Quando l'evaporazione avviene in un "sistema aperto" (come ad esempio una vasca priva di coperchio) le particelle che evaporano si disperdono nell'atmosfera e il volume del liquido diminuisce gradualmente. Quando, come nel nostro caso, il liquido non è soggetto a riscaldamento fornito dall'esterno, l'evaporazione spontanea che si verifica sottrae alla parte liquida le particelle più ricche di energia, che passano allo stato gassoso, con l'effetto di abbassarne l'energia cinetica media della parte liquida: quindi il liquido si raffredderà.

E' questo, quindi, un fenomeno spontaneo, che anche senza ventilazioni forzate, ha la sua massima efficacia nelle vasche aperte; ma come interagiscono con questo fenomeno le "ventole di raffreddamento"?

L'utilizzo di una **ventilazione forzata** consente la velocizzazione del processo perché favoriscono semplicemente il passaggio di stato da quello liquido a quello gassoso di un maggior numero di particelle nell'unità di tempo!

Diversamente, quindi, da come si potrebbe immaginare, le particelle d'aria soffiate sulla superficie dell'acqua, non la raffreddano per conduzione: se così fosse, non si spiegherebbe come, soprattutto quando la temperatura esterna alla vasca è maggiore di quella dall'acqua contenuta nella vasca, l'azione delle ventole riesce ancora a raffreddare l'acqua, anzi, lo fa in maniera più efficace.

{/imageh}aqua/Termo/Flusso_aria.jpg, Effetto del flusso area ventilato sulla evaporazione...,150
{/imageh}

L'uso delle ventole "di raffreddamento", infatti, basa la sua validità sull'effetto che il flusso d'aria ha nel favorire l'evaporazione. Nella zona di contatto tra acqua e aria, si giocano delicati equilibri tra le **tensioni superficiali**, l'**energia termica** delle molecole (liquide) prossime alla superficie dell'acqua e il contenuto di umidità nell'aria s

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

ubito sopra la superficie della stessa (

saturazione

). E' qui che il flusso d'aria soffiato dalle ventole, sbilancia tali equilibri asportando le molecole di vapore

acqueo

dalla

superficie dell'acqua, satura di umidità, favorendo, così, una maggiore capacità del liquido di passare dallo stato liquido a quello gassoso.

Non è mistero che i panni stesi si asciughino prima in una giornata di vento che in una giornata di sole! Ora sappiamo anche il perchè!

In un sistema ideale (isolato), è stato dimostrato che per abbassare di 1 °C la temperatura di 1 litro di acqua (distillata) è necessario che evaporino 1,7gr di acqua, per una perdita di energia equivalente di circa 580 calorie/gr.

In un acquario (reale) si deve tener conto che il "sistema vasca" non è isolato, e che quindi, al fenomeno di raffreddamento dell'acqua per evaporazione si contrappone un continuo flusso di calore che, prevalentemente per conduzione, tende a riscaldarla, complici la più elevata temperatura all'esterno della vasca e l'eventuale calore prodotto dall'**impianto di illuminazione**

Nella pratica, è dimostrabile empiricamente che, in condizioni standard di temperatura e umidità, quali quelli che possono trovarsi in un normale ambiente domestico durante la stagione calda, per bilanciare il continuo afflusso di calore verso l'acqua della vasca, è necessario far evaporare una quantità d'acqua pari a circa il doppio di quella derivante dal calcolo teorico.

{/imager}aqua/Termo/Tabella_Raffreddamento-Evaporazione.jpg, Tabella
Raffreddamento-Evaporazione...,200 {/imager}

Controllando la tensione di alimentazione delle ventole di raffreddamento è possibile gestirne la **velocità di rotazione**

e, quindi, controllare il flusso d'aria generato: ad una maggior tensione corrisponderà una maggiore quantità d'aria spinta nell'unità di tempo sulla superficie dell'acqua. Entro certi limiti,

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

quindi, più intensamente soffiamo

aria

sulla superficie dell'acqua e più acqua evaporerà: quindi più velocemente si raffredderà l'acqua nella vasca.

E' bene precisare che, con la ventilazione forzata, anche **vasche chiuse** con coperchio consentono un raffreddamento dell'acqua assai efficace: basta fare attenzione a collocare le ventole dalla parte opposta e quella dove abbiamo previsto una via di fuga per l'aria e vapore acqueo (vedi schema), coinvolgendo lungo il flusso, la maggior superficie possibile.

{limageh}aqua/Termo/Schema-Raffreddamento.jpg, Schema raffreddamento per ventilazione...,200 {/limageh}

La miglior soluzione per le vasche chiuse è integrare le ventole di raffreddamento nel coperchio e sollevare leggermente lo stesso sul lato opposto alle ventole (vedi foto sotto); un sensore che misuri la temperatura dell'acqua in tempo reale e tramite un circuito elettronico decida all'occorrenza l'accensione e lo spegnimento delle ventole, è la soluzione migliore; è un sistema efficace ed economico per mantenere la temperatura dell'acqua costantemente sotto i livelli di guardia, senza generare escursioni incontrollate della temperatura con il classico effetti Yo-Yo.

{limageh}aqua/Termo/Coperchio-integrato.jpg, Elettro-ventole integrate direttamente nel coperchio di una vasca chiusa...,200 {/limageh}

{limageh}aqua/Termo/TermoController.jpg, Controller per la accensione automatica delle ventole di raffreddamento...,200 {/limageh}

Come nella foto, si può realizzare un efficientissimo **controller** modificando un economico termostato (di quelli usati per l'accensione e lo spegnimento delle caldaie domestiche - nella foto un modello base della GBC - acquistato a meno di 10€) programmato (nel mio caso) per accendere le ventole quando la temperatura dell'acqua supera i 28°C.

Gli acquariofili che decidono di gestire l'accensione delle ventole di raffreddamento senza un controller ma semplicemente tramite un timer devono, quindi, prestare molta attenzione ad assecondare le evoluzioni termiche della vasca, in relazione a quelle dell'ambiente esterno,

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

concentrando l'accensione delle ventole sempre, principalmente nei momenti della giornata in cui la temperatura è più alta. Accendere le ventole solo di notte (perché è il momento meno caldo della giornata) è sbagliato, per definizione.

Una buona soluzione per la programmazione delle ventole con il **timer**, sperimentata per anni su vasche chiuse è quella di attivare le ventole in "modalità continua" durante la fase di accensione delle luci (fotoperiodo), per gestire il flusso di calore prodotto con le lampade T8/T5 (un discorso diverso può essere fatto se si usano adeguatamente dei sistemi LED o se parliamo di vasche aperte). A questa modalità "continua" (prolungata di almeno un'ora dopo lo spegnimento delle luci), deve essere poi associata una modalità "intervallata" per azionare le ventole nei momenti più caldi della giornata, non coincidenti con il fotoperiodo (accensione e spegnimento ad intervalli di 15 minuti). Facendo funzionare le ventole con alimentazione di circa 8/9Vcc anziché 12Vcc, consente di generare un flusso d'aria adeguato, senza eccedere in "

**ne
ore**

**evaporazio
" e "rum
"!**

In ogni caso, ogni vasca deve essere monitorata, e la programmazione del timer variata a seconda delle variazioni climatiche!

Un discorso a parte può essere fatto su quale sia la **temperatura di riferimento massima** della vasca, ma dipende certamente dalla specifica varietà di vita acquatica che ciascuna vasca ospita. Sebbene non sia possibile generalizzare, questa deve essere relazionata alla capacità di tollerare le elevate temperature della specie ospitata più sensibile: esistono pesci che non possono superare i

28°C

mentre altri che tollerano anche i 30/32°C. Lo stesso discorso vale per le piante. Non esagerare a pretendere di mantenere bassissime

temperature nelle nostre vasche, consente di evitare inutili evaporazioni di ingenti quantità di acqua che poi dovranno venire immancabilmente periodicamente integrate con acqua demineralizzata (leggi gli articoli correlati sull'

osmolazione)

Sebbene in natura esista il fenomeno della stagionalità, se parliamo di acquari tropicali la temperatura delle acque dei biotopi di confronto varia veramente poco tra estate ed inverno! Proprio niente a che vedere con le escursioni termiche che devono tollerare le nostre vasche con il nostro clima!

Raffreddamento per evaporazione... questo sconosciuto!

Scritto da ValerioSub

25 Luglio 2015 - Ultimo aggiornamento 12 Aprile 2020

Teniamo anche conto che il fattore principale inficiante derivante dell'innalzamento della temperatura è la riduzione della **quantità di ossigeno**: ogni maggiorazione di circa +10°C la concentrazione di ossigeno nell'acqua si dimezza. Quindi, oltre al caldo è soprattutto la carenza di ossigeno a creare problemi a molte "specie": non tutte possono tollerare per lunghi periodi carenze d'ossigeno in acqua. Anche il filtro biologico, quindi, subisce un forte arresto alla sua capacità di trasformazione delle sostanze azotate. Insomma, effetti a catena a non finire. Un acquario ricco di piante certamente aiuta a superare la calda stagione, ma l'estate resta pur sempre il momento più critico dell'anno acquariofilo! :-)

Un'ultima parola sull'uso dell'**aeratore** (da non confondere con l'**ossigenatore** - che, invece, è un'altra cosa), utile solo se parliamo di vasche senza piante ma sconsigliatissimo in vasche piantumate: verrebbe espulsa la CO₂ disciolta in acqua creando un effetto domino con disastrose reazioni a catena.

Anche ridurre la lunghezza del fotoperiodo per limitare la produzione di calore da parte del sistema di illuminazione, ha le sue forti controindicazioni: basti pensare che ogni +10 gradi il metabolismo della piante tende a raddoppiare; è quindi proprio in estate, quando il processo della fotosintesi è al massimo, che le piante richiedono il maggior afflusso di nutrimento: Luce + CO₂ + Nutrienti.

Sebbene l'argomento sia molto interessante, è nel contempo anche assai complesso e merita un approfondimento appropriato, magari con un articolo dedicato al tema. In estrema sintesi riducendo, durante la calda stagione, il numero di ore del fotoperiodo, la cosa più ovvia che accade, è che le piante deperiscono e la vasca si riempie di alghe!

Quindi: occhio al termometro e raffreddare!

By **ValerioSub**