

I Parametri Chimici

I principali elementi chimici presenti nei fertilizzanti agricoli sono l'Azoto e il Fosforo. I loro composti sono utilizzati dai vegetali per la costruzione delle molecole proteiche che poi sono fonte di approvvigionamento per il mondo animale.

La stessa utilizzazione avviene nel lago da parte delle alghe e delle piante acquatiche, con la differenza che in agricoltura il ciclo stagionale si conclude con il raccolto, ed altro fertilizzante deve essere aggiunto al terreno impoverito, mentre invece nel lago, mancando il raccolto, le sostanze fertilizzanti rimangono nell'acqua.

Ogni nuovo apporto di sostanze nutritive si aggiunge alle precedenti, salvo le uscite dall'emissario ed i depositi che rimangono al fondo. Ciò causa generalmente un progressivo aumento della produzione vegetale.

L'Azoto

L'azoto viene portato al lago dalla pioggia, dai dilavamenti agricoli e dagli eventuali scarichi fognari, ai quali si aggiunge la fissazione dell'azoto disciolto da parte dei batteri.

I vegetali, per la formazione delle loro molecole, non possono impiegare l'azoto sotto forma di composti complessi, per cui i protoplasmi animali e vegetali, per essere utilizzati, debbono essere scissi, alla morte degli organismi, in composti chimici molto più semplici. Tale decomposizione è assolta prevalentemente dall'attività di batteri che demoliscono le molecole originarie in prodotti sempre più semplici.

L'Azoto è presente nei laghi sotto forma di Azoto Nitrico (N-N₀₃), Azoto Ammoniacale (N-NH₄), Azoto Nitroso (N-N₀₂) e come gas libero disciolto.

Il composto più stabile è l'Azoto Nitrico che si trova nelle acque superficiali e ben ossigenate, mentre quello ammoniacale è presente nelle acque più profonde e povere di ossigeno. Questo quando i batteri non riescono a demolire completamente la sostanza organica che si accumula al fondo del lago, dove sono presenti condizioni di anossia

Il Fosforo

Un altro elemento chimico molto importante per il mondo biologico è il fosforo, che è un elemento più

abbondante nel mondo vivente che in quello inorganico.

Anche nei laghi la sua concentrazione negli organismi e nelle loro spoglie è molto più grande che nel mezzo acqueo. In media le somme delle due forme di fosforo reperibili nell'acqua dei laghi, inorganico e organico, stanno fra loro nel rapporto 12:88, con prevalenza quindi del fosforo organico. Spesso questo elemento rappresenta un fattore limitante per la crescita dei vegetali nell'acqua.

Il fosforo entra nei cicli biologici sotto forma di composto altamente ossidato (P₀₄-), cioè come ortofosfato e suoi derivati. Gli ortofosfati sono soggetti nelle acque a variazioni stagionali di concentrazione, nonché a stratificazioni verticali: in genere nelle acque superficiali i fosfati inorganici solubili tendono a scomparire alla fine dell'estate per il consumo fatto dagli organismi vivacemente riprodottisi in quella stagione.

Per contro si ha un progressivo aumento di concentrazione nelle acque più profonde, causato dalla sedimentazione delle spoglie degli organismi provenienti dagli strati superficiali. Qui il fosforo è nuovamente liberato dalle attività batteriche, per cui può tornare in soluzione, ma il ritorno può essere ostacolato dalla presenza di ferro e dalla concentrazione di ossigeno. Infatti l'ortofosfato può restare adsorbito al sedimento come sale ferrico insolubile.

Successivamente può verificarsi un deficit di ossigeno che consentirà il ritorno in soluzione del fosforo ferroso, solubile. In altre parole è possibile che si verifichi un aumento di fosforo nel lago non perché immesso dall'esterno, ma perché rilasciato dai sedimenti accumulati al fondo (carico interno).

Fino alla fine degli anni 60 i contenuti di Azoto e Fosforo nel lago di Bolsena erano estremamente modesti. Nel corso dei successivi 30 anni, prima che fosse attivato il collettore del COBALB, le fognature hanno riversato massicce dosi di azoto, particolarmente sotto forma ammoniacale e nitrosa, caratteristiche degli inquinanti di origine umana. Ad essi si sono aggiunti i saponi per lavastoviglie e lavatrici, che contengono rilevanti quantitativi di fosforo.

Com'è noto, i principali fattori che condizionano la crescita dei vegetali sono il sole, l'acqua, l'azoto e il fosforo. I primi tre fattori non sono certo quelli che mancano nel nostro lago, per cui la produzione vegetale è dipendente principalmente dalla concentrazione di fosforo. E' quindi facile comprendere quanto sia stato dannoso l'indiscriminato apporto di questo elemento

attraverso le reti fognarie, prima che fosse attivato il sistema di depurazione.

I Carbonati

Mentre i cloruri rappresentano i sali che maggiormente caratterizzano l'acqua marina, sono i bicarbonati ed i carbonati che i sali che hanno questo ruolo nelle acque dolci. In particolare, nell'acqua dolce normale, è il bicarbonato di calcio il componente di gran lunga prevalente su tutti gli altri soluti. E' quindi importante conoscere la percentuale dei carbonati nell'acqua studiata, non fosse altro perché essi rappresentano il più importante sistema tampone delle acque continentali e la fonte insostituibile di carbonio per gli organismi fotosintetici.

Le fonti che assicurano all'acqua di un lago l'approvvigionamento di anidride carbonica sono l'aria, che ne contiene una piccolissima percentuale, la pioggia, i prodotti della respirazione degli organismi insediati nel lago e le fermentazioni anaerobiche che vi si svolgono. L'anidride carbonica totale, presente nell'acqua è in realtà la somma della concentrazione di diverse molecole (CO_2 ; H_2CO_3 ; HCO_3^- ; CO_3^{2-}). Ciò è dovuto al fatto che la CO_2 sciolta nell'acqua tende ad idratarsi formando acido carbonico che, a sua volta, si dissocia dando origine agli ioni bicarbonato e carbonato.

La capacità dell'anidride carbonica di dare origine ad un acido è la causa prima dell'effetto solubilizzante di certi elementi. Ad esempio il carbonato di calcio (CaCO_3) è poco solubile in acqua priva di anidride carbonica, ma in presenza di questa si verifica un duplice effetto: la solubilizzazione del calcare ad opera del bicarbonato e un considerevole aumento della quantità di anidride carbonica totale presente (soprattutto come bicarbonato di calcio) rispetto a quella che si sarebbe potuta sciogliere a parità di altre condizioni.

Quantitativamente l'anidride carbonica è determinata come "alcalinità totale" o, nella pratica applicativa, come "durezza".

L'anidride carbonica contenuta nei laghi subisce perdite per cause sia fisiche che biologiche, e cioè: l'utilizzazione nei processi fotosintetici dei vegetali: la formazione di concrezioni calcaree (carbonati di calcio e magnesio) da parte di alcune, specie acquicole (alghe, molluschi, insetti); agitazione dei fondali nei periodi di piena circolazione.

In generale i bicarbonati ed i carbonati costituiscono la frazione anionica più importante, i cationi più abbondanti sono invece calcio e magnesio. Il calcio è elemento essenziale per la massima parte delle piante verdi, il magnesio entra addirittura nella composizione della clorofilla e inoltre può funzionare da vettore per il fosforo.

pH (concentrazione dell'ione idrogeno)

E' il valore che indica l'acidità o meno di una soluzione. Se il valore del pH è 7 la soluzione è neutra, se inferiore è acida, se superiore è basica. Nell'acqua di un lago il pH è un elemento di giudizio importante non solo da un punto di vista chimico, ma anche perché è una delle condizioni ambientali che

maggiormente influiscono nel determinare le possibilità di insediamenti florofaunistici.

Il pH dell'acqua che contiene bicarbonati sta fra 7 e 9. L'effetto della presenza di bicarbonati nell'acqua dei laghi non si esaurisce però soltanto nel mantenere il pH a valori fisiologici: essi lo mantengono permanentemente opponendosi alle variazioni che potrebbero essere indotte dall'aggiunta di basi o acidi (ad esempio le piogge acide) per il citato "effetto tampone". L'acido forte contenuto nelle piogge acide sottrae calcio al bicarbonato di calcio trasformandolo in acido carbonico. Poiché quest'ultimo è un acido molto debole e poco dissociato, il pH subirà lievi spostamenti. Ovviamente ciò vale entro certi limiti: ad esempio in Svezia molti laghi sono morti per le piogge acide causate dai fumi delle industrie tedesche. Anche il lago di Bolsena è a rischio per l'esposizione ai fumi del gigantesco polo energetico di Montalto e Civitavecchia, rispetto al quale si trova sottovento per moltissimi giorni all'anno. Al polo energetico si è recentemente aggiunta la centrale geotermica di Latera.

Il monitoraggio dei parametri chimici

Nel corso degli ultimi tempi sono stati effettuati numerosi monitoraggi chimici in due stazioni pelagiche e quattro litorali.

I risultati delle analisi di così piccole quantità di soluti (millesimesimi di grammi per litro) comportano difficoltà non indifferenti per cui è necessario ammettere un elevato grado di tolleranza.

Le misure effettuate da laboratori diversi, o con metodologie diverse possono differire anche in modo sostanziale.

Per ridurre l'inconveniente, un importante istituto nazionale sta organizzando un controllo di qualità al quale potranno partecipare i laboratori che si dedicano a questa attività.

Il controllo consiste nell'analisi periodica di un campione comune. I vari risultati, messi graficamente a confronto, consentono d'individuare il valore più probabile, con il quale ciascun laboratorio potrà valutare l'attendibilità delle proprie metodologie.

Limitatamente ai composti di fosforo, che sono i soluti più importanti, abbiamo effettuato saltuari confronti fra tre laboratori, ottenendo valori compatibili solo ammettendo ampie tolleranze.

In attesa di poter ripetere i monitoraggi nel quadro del controllo di qualità sopra menzionato, abbiamo ragione di ritenere che il contenuto di fosforo totale, ai sensi della classificazione comunitaria DL 152/99, sia contenuto entro i limiti dello stato qualitativo "buono".