

Biologia

Unità didattiche

Respirazione e fotosintesi

di Salvatore Regalbuto <lab.scienze@quintiliano.net> e Sonia Formica <lab.scienze@quintiliano.net> - 8° Istituto Statale di Istruzione Secondaria Superiore "Quintiliano" (Siracusa)

Le piante hanno necessità di evaporare enormi quantità di vapore acqueo per soddisfare le proprie esigenze nutrizionali. La regolazione dell'intensità del processo, correlato alla fotosintesi ed alla respirazione, dipende anche da diversi fattori fisici. Nell'esperienza, con tecnologie proprie del laboratorio "on line", vengono valutati il ruolo della temperatura e della luce sulla traspirazione di una specie C₃ e di una specie CAM.

L'acqua negli organismi è presente in percentuali di peso corporeo oscillanti dal 50 ad oltre il 90%. La presenza in misura così rilevante di questa sostanza è giustificata dalla molteplicità di funzioni che svolge nei viventi, anche in relazione alla sua struttura molecolare.

Nei vegetali terrestri il bilancio idrico assume un'importanza vitale, considerato che l'acqua assicura il turgore cellulare. Quando il bilancio è deficitario, allora interviene l'appassimento, che protratto nel tempo porta all'avvizzimento e quindi alla morte della pianta.

Un altro aspetto peculiare dell'acqua nei vegetali è il ruolo che assume nella nutrizione minerale. Per soddisfare il fabbisogno in macro (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe) e micro elementi (B, Mn, Cu, Zn, I) ogni pianta deve potere assorbire dal suolo un volume di soluzione circolante notevolmente superiore a quello corporeo, da qui la necessità di perdere acqua e assorbire nuove soluzioni di sali. Si attiva così il ricambio idrico, che si esplica attraverso: l'assorbimento radicale, la circolazione della linfa e la traspirazione.

La traspirazione è quindi per le piante una necessità. Un eccesso compromette il turgore, un difetto deprime la nutrizione della pianta e quindi la crescita. Si tratta quindi di un processo complesso che si fonda su delicati sistemi di autocontrollo che le piante entro certi limiti riescono a gestire.

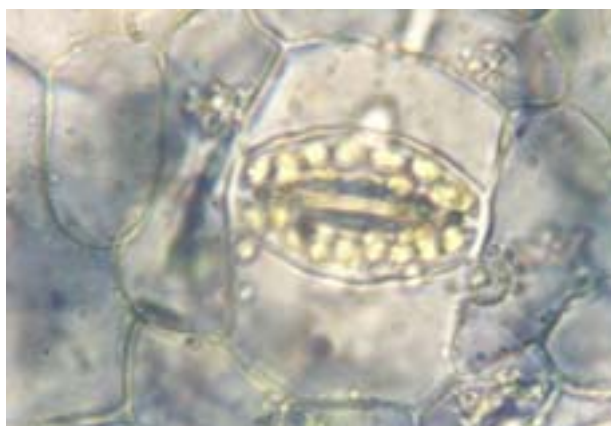


Figura 1 Stoma di *Photos aureus* L. con cloroplasti

La traspirazione può avvenire attraverso: la cuticola, gli stomi e le lenticelle. Quella stomatica è la più rilevante, per il flusso idrico che riesce ad assicurare alla pianta. L'acqua evapora nel mesofillo fogliare e, se gli stomi sono aperti e le condizioni ambientali lo consentono, il vapore diffonde nell'atmosfera.

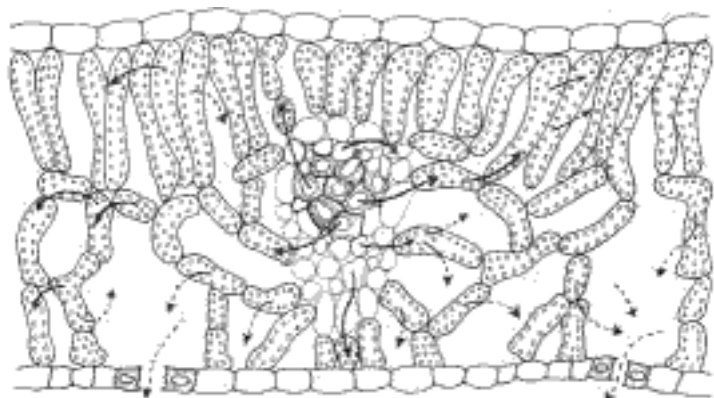


Figura 2 - Sezione trasversale di foglia (da Enciclopedia Agraria Italiana. REDA) comprendente un fascio di vasi conduttori: l'acqua passa, dapprima allo stato liquido (frecce continue), dai vasi alle cellule del mesofillo e poi, allo stato gassoso (frecce tratteggiate), dal mesofillo agli spazi intercellulari e di qui all'esterno attraverso gli stomi. (da Sinnott, ridis.)

Il meccanismo di apertura e chiusura degli stomi è luce-dipendente per la presenza di cloroplasti nelle due cellule stomatiche. In genere la luce - se le altre condizioni ambientali sono favorevoli - determina l'apertura degli stomi (Pianta C 3). Fanno eccezione le piante grasse (Crassulacee, Cactacee) che, come risposta alle particolari condizioni del loro habitat, alla luce chiudono gli stomi per aprirli al buio (Pianta CAM).

Attraverso quest'esperienza si è inteso confrontare il diverso comportamento di una pianta C 3, *Pothos aureus* Lind. e una pianta CAM, *Sedum album* L., valutando, attraverso l'applicazione della tecnologia del "laboratorio on line", l'intensità traspiratoria in rapporto alla temperatura ed alla luce.



Figura 3 *Pothos aureus* L.



Figura 4 *Sedum album* L.

L'apparato sperimentale

L'esperienza si fonda sulla possibilità di registrare le variazioni di umidità relativa connesse all'attività di traspirazione del campione in un ambiente confinato, escludendo il contributo in umidità che può venire dal substrato di coltura (terriccio). Per risolvere il primo problema, non disponendo di una attrezzatura specifica, per i rilievi sui due campioni sono stati utilizzati due becker in vetro da 5.000 mL capovolti. I sensori sono stati fissati all'interno con nastro adesivo. Al fine di migliorare la tenuta dell'apparato, la base è stata fissata con silicone ad un foglio di polistirolo forata al centro in misura sufficiente a consentire l'inserimento del campione. Convenzionalmente questo ambiente di misurazione sarà successivamente indicato come "cella". I vasetti con il terriccio sono stati isolati avvolgendoli con più strati di pellicola

trasparente per alimenti.



Figura 5 L'apparato

Al fine di indagare il ruolo della temperatura, sono state condotte misure dell'umidità relativa a 15°C e a 35°C. Per la termoregolazione del sistema è stato utilizzato un frigotermostato, all'interno del quale sono state inserite le due celle con i campioni ed i sensori.

I rilievi sono stati ripetuti anche in presenza di luce. Sono state utilizzate diverse sorgenti luminose: lampade ad incandescenza e a neon, ma la soluzione migliore è infine risultata la luce solare, che però ha imposto di rinunciare al controllo della temperatura. L'uso di lampade a incandescenza di potenza elevata è risultato poco adatto, per un "effetto serra" indesiderato all'interno delle "celle" che ha portato a temperature superiori a 40°C. La lampada a neon invece non ha garantito una intensità di luce sufficiente per attivare i processi metabolici.

I rilievi sono stati condotti con il datalogger CBL2 e la calcolatrice grafica TI89

<<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>> di Texas Instruments, connessi a diversi sensori: temperatura, umidità relativa e luce.

Materiale utilizzato

1. N° 2 CBL2#
2. N° 2 calcolatrici grafiche TI89 <<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>>
3. N° 2 sensori di temperatura (T.I.)
4. N° 2 sensori di umidità relativa (Vernier Software & Technology)
5. N° 1 sensore di luce (Vernier Software & Technology)
6. N° 2 becker di vetro da 5000 mL
7. Lampada a neon da tavolo
8. Nastro adesivo, lastra di polistirolo, silicone.

L'esperienza

Sono state complessivamente eseguite n° 5 misure: due al buio e due con luce artificiale, rispettivamente alle temperature di 15 e 35°C, più una alla luce solare, a temperatura ambiente. In ciascuna prova è stato inserito un campione per "cella".

I rilievi sono stati eseguiti utilizzando il software Datamate, preventivamente installato sulle TI89

<<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>>, in modalità TIME GRAPH, per la durata di 60', con una frequenza di campionamento di 60". Ad un CBL2# sono stati collegati i due sensori di temperatura e quello di luce, all'altro CBL2# sono stati collegati i due sensori di umidità relativa.

La corrispondenza dei dati rilevati dal sistema con quelli misurati con strumenti tradizionali (termometro e igrometro) ha evitato la calibrazione dei sensori.

CBL2# e calcolatrici sono stati tenuti all'esterno del frigotermostato.

Le celle ed i campioni sono stati in ogni caso introdotti nel frigotermostato 15-20' prima della raccolta dei dati, per l'acclimatazione alla temperatura richiesta. La necessità di inserire il campione nella cella solo al momento di avvio dei rilievi, ha determinato una fase più o meno ampia di transizione del sistema verso le condizioni richieste e l'acquisizione di dati poco significativi nella parte iniziale di ogni test. Si è voluto comunque conservare anche questa parte dei dati raccolti, rappresentativa della capacità del sistema di stabilizzarsi.

Per ciascun campione, all'interno della cella, sono stati rilevati: l'umidità relativa, la temperatura e la luce. Al fine di valutare la significatività dei dati rilevati in tutte le condizioni di temperatura è stata condotta una prova "in bianco" per valutare l'influenza dell'apparato sperimentale sui parametri rilevati.

I risultati

Per ogni prova eseguita i dati raccolti sono stati salvati due file DATA (uno in ogni TI89 <<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>>).

Al fine di rendere più facilmente confrontabili i risultati conseguiti, per ciascun file ogni colonna di dati è stata salvata come lista e attraverso la funzione LINK, mediante un cavetto di connessione tra le due calcolatrici, tutte le liste di dati sono state trasferite in una TI89 <<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>>, dove è stato possibile riaggregarle in nuovi file DATA (NewData nomefile, lista1, lista2, ...).

Per ogni test (15, 35°C al buio e 15, 35 e 36°C alla luce) è stato elaborato un file con le seguenti liste di dati:

Tempo	Umidità relativa Sedum	Temperatura Sedum	Umidità relativa Pothos
C1	C2	C3	C4
s	%	°C	%

Utilizzando le possibilità grafiche delle TI89 <<http://education.ti.com/italia/prodotti/grafiche/89.html>> i dati raccolti sono stati rappresentati in modalità PLOT e i grafici prodotti, attraverso il Graph Link, sono stati acquisiti in formato.BMP.

Convenzionalmente la curva che esprime i dati relativi al Pothos è stata rappresentata con una linea scura. Andamento dell'umidità relativa all'interno delle celle nelle diverse condizioni:



Figura 6 - 15°C - Buio



Figura 7 - 35°C - Buio



Figura 8 - 15°C - Luce



Figura 9 - 35°C - Luce

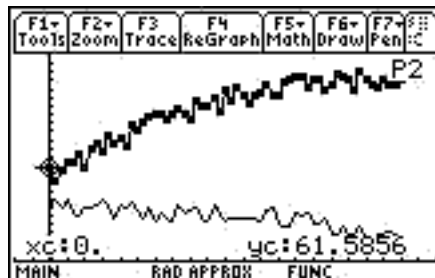


Figura 10 - 36°C - Sole

Elaborazione

Al fine di rendere di immediata lettura l'andamento del fenomeno, per ogni serie di dati (umidità relativa espressa in %) è stata calcolata la curva di regressione:

[F5 -> LinReg -> x=c1 -> y=c2 (per il Sedum o c4 per il Pothos) -> Store RegEQ to -> y(n)] La linea che esprime i dati del Pothos è rappresentata con uno spessore maggiore.

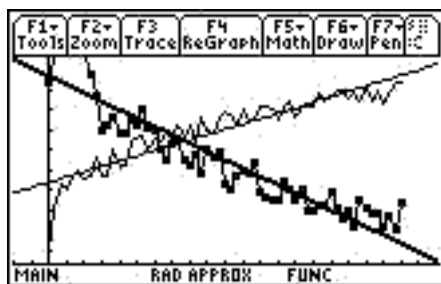


Figura 11 - 15°C - Buio

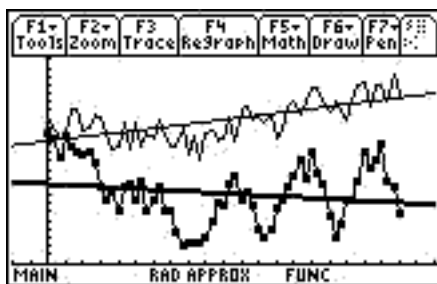


Figura 12 - 35°C - Buio

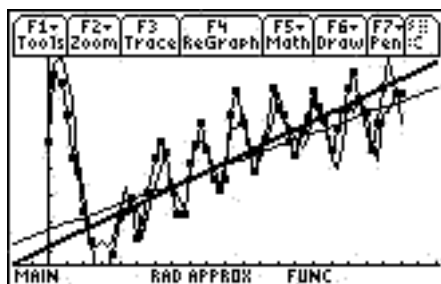


Figura 13 - 15°C - Luce

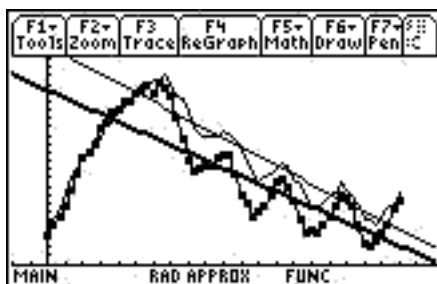


Figura 14 - 35°C - Luce

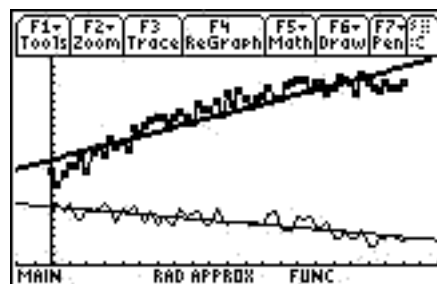


Figura 15 - 36°C - Sole

I dati rappresentati corrispondono all'umidità relativa in % rilevata all'interno delle celle.

Conclusioni

Dall'andamento generale dei dati si evince che nonostante il controllo accurato della temperatura (range di oscillazione del frigotermostato: $\pm 0,1^\circ\text{C}$) il sistema richiede 20-30' per stabilizzarsi.

Dalle figure nn. 6, 7, 11 e 12 si rileva che in tutte le condizioni di buio il Sedum, la pianta CAM, ha fatto registrare l'umidità relativa maggiore.

Le figure nn. 8, 9, 13 e 14 si riferiscono all'esposizione dei campioni alla luce della lampada a neon ed indicano risultati contrastanti. A 15°C tra i due campioni non si rilevano differenze significative dell'umidità relativa; a 35°C l'umidità relativa per il Sedum è maggiore che per il Pothos.

Le figure 12 e 15 si riferiscono al test condotto utilizzando la luce del sole) e dimostrano la maggiore attività di traspirazione del Pothos rispetto al Sedum in adeguate condizioni di luce **1**.

Riferimenti bibliografici

- Carlo Cappelletti Botanica. Vol. I e II. Utet
Enciclopedia Agraria Italiana. REDA
Filippo M. Gerola Biologia e diversità dei vegetali. UTET
Sandro Pignatti Flora d'Italia. Edagricola

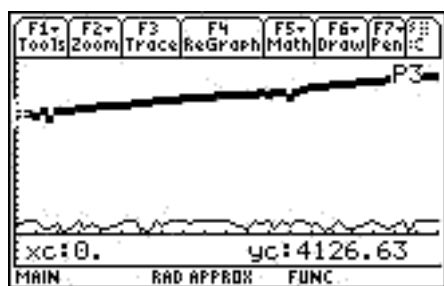


Figura 16 - Luce neon e solare

Nella figura a fianco è rappresentato l'andamento della intensità luminosa a 35°C (linea sottile) con luce a neon e a 36°C (linea spessa) con la luce solare. L'intensità luminosa registrata nelle celle illuminate con la lampada a neon (circa 400 lux) è oltre 10 volte inferiore all'intensità di luce registrata nel test condotto all'esterno (da 4100 a 5400 lux), in posizione ombreggiata.