

# INFLUENCE OF CLIMATIC VARIABLES AND SOIL WATER CONTENT ON THE SOIL MICROORGANISMS ACTIVITIES

## INFLUENZA DELLE VARIABILI CLIMATICHE E DEL CONTENUTO IDRICO DEL TERRENO SULL'ATTIVITA' DEI MICRORGANISMI DEL SUOLO

Laura Bardi<sup>1\*</sup>, Federico Spanna<sup>2</sup>, Giancarlo Bourlot<sup>2</sup>, Irene Vercellino<sup>2</sup>, Francesca Zoppellari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> C.R.A. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni Pianta/Suolo - GR Torino, Via Livorno 60, 10144 Torino

<sup>2</sup> REGIONE PIEMONTE – Settore Fitosanitario, via Livorno 60, 10144 Torino

\*laura.bardi@entecra.it

### Abstract

Soil microorganisms are affected by climate change as much as the other organisms in the biosphere. The resilience of plant/soil systems to abiotic stresses can be strongly dependent from soil biologic fertility and biodiversity. High temperatures and longer hot seasons can increase in general metabolic activities, i.e. causing higher respiration rate and organic matter loss. Intense rainfall can cause soil erosion but they can also modify the balances among different soil microbial populations. The succession of short, intense raining seasons to long dry seasons modify the soil physical properties and lead thickness reduction of soil water films until prevention of microbial viability with desertification as a consequence. Mycorrhizal fungi and plant growth promoting bacteria can help plants to tolerate drought by several direct or indirect mechanisms. A case study is reported in which selected soil microbial strains were tested to improve growth and drought tolerance in maize.

**Keywords:** microorganisms, soil, temperature, drought, maize.

**Parole chiave:** microrganismi, suolo, temperatura, siccità, mais.

### Introduzione

Nonostante il ruolo cruciale dei microrganismi del suolo nel mantenimento dei cicli biologici della biosfera, a tutt'oggi la conoscenza degli effetti globali dei cambiamenti climatici sulle popolazioni microbiche del suolo è limitata. Le interazioni tra variabili agrometeorologiche e comportamento della microflora tellurica sono strettissime e riguardano soprattutto le variabili termopluviometriche.

Su queste basi è evidente come esistano effetti significativi delle oscillazioni climatiche a breve e lungo periodo sulla componente biotica del suolo. In particolare gli squilibri termici e le trasformazioni quali/quantitative degli eventi meteorici determinano mutamenti negli equilibri tra microrganismi con rischi per la fertilità del suolo. L'innalzamento termico in generale induce una "accelerazione metabolica" nel suolo; ad esempio, i processi respiratori da cui deriva la degradazione della sostanza organica sono favoriti nel breve termine, ma la risposta agli innalzamenti termici nel lungo termine è incerta (Bradford *et al.*, 2010). La minor disponibilità idrica annuale complessiva colpisce non solo le piante, ma anche i microrganismi, che sono vitali e attivi solo in presenza di acqua. La maggior frequenza di precipitazioni intense e di periodi di marcata siccità inducono l'alternanza di periodi di anossia, in cui prevalgono i microrganismi anaerobi, a fasi in cui il film idrico che riveste le particelle di suolo si assottiglia fino a inibire la vitalità dei microrganismi e a causare desertificazione. I microrganismi possono favorire l'adattamento delle piante allo stress idrico o termico per via sia indiretta che diretta: essi possono infatti modificare la struttura fisica delle particelle di suolo e creare interazioni con le radici delle piante, dando origine a risposte anche sistemiche di adattamento. Accanto ai microrganismi più noti che formano associazioni simbiotiche con le piante, come i funghi micorrizici e i batteri azoto fissatori, molti altri microrganismi possono indurre un miglioramento dello stato fisiologico e sanitario delle piante (*Plant*

*Growth Promoting Bacteria*, PGPB). I funghi micorrizici modificano la struttura del suolo formando e stabilizzando aggregati, con l'intrappolamento di particelle di suolo in reticoli di ife e la deposizione di sostanza organica, in particolare di glomalina (Smith *et al.*, 2010); come conseguenza migliorano la porosità, la capacità di ritenzione idrica e la conduttività idraulica, da cui dipende il flusso di acqua verso le radici dalle regioni più lontane. Inoltre formano micelio extraradicale che si estende anche a notevoli distanze dalle radici, aumentando il volume di suolo esplorato da cui l'acqua può essere traslocata alle piante (Ruiz-Lozano *et al.*, 1995). Numerosi effetti sistemici sono anche stati osservati nelle piante micorrizzate: sulla traspirazione, la conduttanza stomatica, il bilancio di acido abscissico e citochinine, l'assimilazione di fosforo, il contenuto in prolina, l'espressione di enzimi antiossidanti; analogamente molti batteri del suolo migliorano la tolleranza alla siccità delle piante regolando la concentrazione di etilene o producendo acido indolacetico e acido abscissico (Bardi e Malusà, 2012).

Un consorzio di microrganismi del suolo specificamente selezionati per la tolleranza allo stress idrico è stato testato in piante di mais per valutarne l'effetto sulla risposta della pianta alla carenza idrica.

### Materiali e Metodi

Un suolo rizosferico di una regione arida sub-saheliana è stato utilizzato per isolare due ceppi batterici, selezionati su terreni di coltura specifici per PGPB resistenti allo stress osmotico, e funghi micorrizici, propagati utilizzando *Sorghum bicolor* come pianta trappola. I microrganismi selezionati sono stati mescolati per formare un consorzio denominato M1, che è stato confrontato ad un consorzio commerciale (M2). Piante di mais inoculate con ciascuno dei due consorzi sono state confrontate con piante non inoculate. È stata somministrata acqua in modo controllato dalla semina alla fioritura in modo da indurre diversi livelli di stress da carenza idrica. Le prove sono state condotte in

mesocosmi per mantenere isolato l'intero volume di suolo in essi contenuto mediante sacchi in materiale plastico del volume di 1 mc. Le piante sono state analizzate rilevando i dati relativi alla produzione di biomassa ed i principali parametri fisiologici indicativi dello stato di idratazione e dell'attività fotosintetica: conduttanza stomatica, traspirazione fogliare, assimilazione della CO<sub>2</sub>, concentrazione della CO<sub>2</sub> nella camera sottostomatica, indice clorofilliano. Sono stati anche quantificati il grado di micorrizzazione delle radici e le principali popolazioni microbiche coltivabili della rizosfera. Il contenuto idrico effettivo del suolo è stato monitorato mediante rilievi tensiometrici.

### Risultati e Discussione

L'inoculo dei consorzi microbici nel suolo ha determinato risposte significativamente differenti nella pianta sia sotto il profilo della produttività che della risposta fisiologica. Il consorzio microbico specifico per la tolleranza alla carenza idrica (M1) ha dato origine ad una maggior produzione di biomassa, sia come parti verdi della pianta che come spighe (Fig. 1). Di particolare rilievo è il fatto che nella tesi in cui lo stress idrico era massimo una produzione di granella, se pur minima, è stata rilevata solo nelle piante inoculate con M1. La produzione di biomassa verde è risultata significativamente più alta con il consorzio M1 anche nella tesi in cui l'approvvigionamento idrico era settimanale, ma localizzato alternativamente negli strati superficiali e profondi, e nella tesi in cui veniva fornita acqua ogni due settimane. L'inoculo con il consorzio specificamente selezionato ha migliorato le rese produttive della pianta in condizioni sia normali che di carenza idrica. A supporto dei risultati produttivi, anche i dati fisiologici relativi agli scambi gassosi rilevati sulle foglie hanno fornito un chiaro indice del migliore stato idrico nelle piante inoculate, in particolare con il consorzio M1, sia in fase di stress che di recupero dopo la reidratazione. Anche la tensione idrica nel suolo è risultata inferiore nei mesocosmi inoculati.

### Conclusioni

È possibile migliorare la risposta produttiva delle piante anche con ridotta disponibilità idrica, in particolare per quanto riguarda la produzione di biomassa verde, utilizzando inoculi microbici selezionati. I risultati ottenuti supportano l'importanza di una adeguata attenzione alle risorse microbiche del suolo nell'ottica di un adattamento delle gestioni agronomiche a mutate condizioni climatiche, con particolare riferimento alla disponibilità idrica.

### Bibliografia

Bradford M. A., Watts B.W., and Davies C., 2010. Thermal adaptation of heterotrophic soil respiration in laboratory microcosms. *Global Change Biology*, 16:1576-1588.  
Smith S.E., Facelli F., Pope S., Smith F.A., 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and esta-

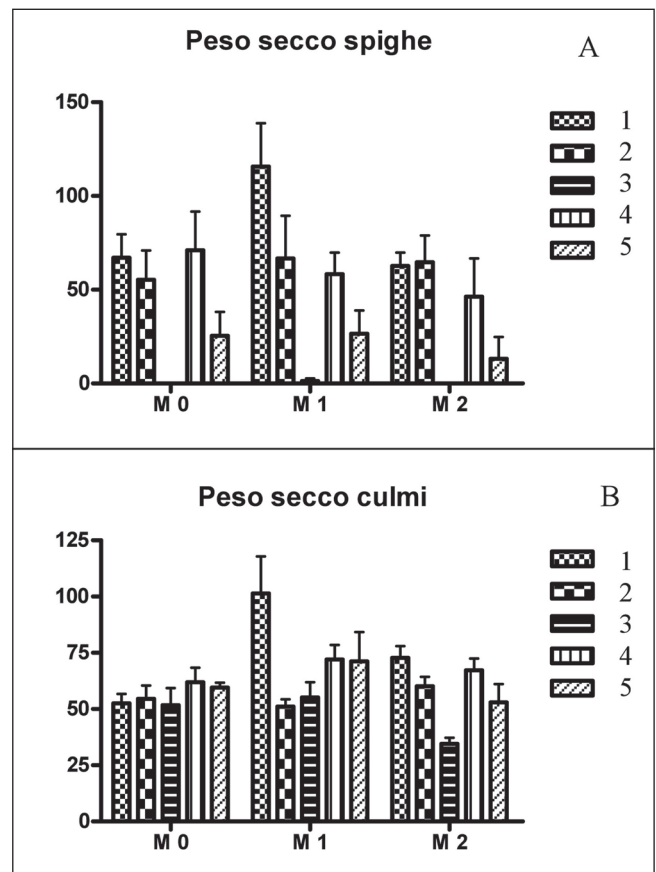


Fig. 1 - Biomass yield. A: ears (dry weight); B: shoots (dry weight). Watering frequency: 1 one week (surface and depth); 2 one week (surface); 3 two weeks (depth); 4 one week (depth or surface); 5 two weeks (surface and depth).

Fig. 1 - Produzione di biomassa. A: spighe (peso secco); B: biomassa verde (parti aeree, peso secco). Frequenza adacquamenti: 1 una settimana (in superficie e in profondità); 2 una settimana (in superficie); 3 due settimane (in profondità); 4 una settimana (in superficie o in profondità); 5 due settimane (in superficie e in profondità).

blished knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant Soil*, 326:3-20.

Ruiz-Lozano J.M., Azcon R., Gomez M., 1995. Effects of arbuscular mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. *Appl Environ Microbiol*, 61:456-460.

Bardi L., Malusà E., 2012. Drought and nutritional stresses in plants: alleviating role of rhizospheric microorganisms. In: Nikhil Haryana and Shreya Punj (eds.), *Abiotic Stress: New Research*. Nova Science Publishers, Inc., 400 Oser Avenue, Suite 1600, Hauppauge, NY 11788, pp 1-56.