

Radici superficiali e suolo impoverito favoriscono il deperimento



Degenerazione del pero in Emilia-Romagna

Le tecniche di coltivazione hanno ridotto troppo il volume di terreno esplorato dagli apparati radicali rendendo il pero più soggetto a fattori di stress, specialmente in presenza di stanchezza del terreno

V. Giorgi¹ - M. Guizzardi² - F. De Angelis¹
 D. Dradi³ - A. Torelli³ - S. Crescenzi¹
 E. Monaci¹ - G. Chiari⁴ - S. Anconelli⁴
 P.P. Bortolotti⁵ - R. Nannini⁵ - L. Casoli⁵
 D. Neri¹

¹D3A - Università Politecnica delle Marche, Ancona

²Apoconerpo, Bologna

³Astra Innovazione, Cesena

⁴Consorzio Bonifica CER, Bologna

⁵Servizio fitosanitario di Modena, Regione Emilia-Romagna

La produzione mondiale di pere è basata su poche varietà (Conference, Abate Fétel, Williams, Rocha nell'Ue) ma, nonostante il basso livello di innovazione nello sviluppo delle varietà, esiste invece un'ampia gamma di sistemi di allevamento dei frutteti, dalla bassa all'altissima densità. In generale, la tendenza è ad aumentare la densità di impianto dei pereti grazie all'utilizzo di portinnesti nanizzanti. In particolare, negli ultimi anni si è assistito a una progressiva intensificazione dovuta all'utilizzo di accessioni di cotogno caratterizzate da vigoria limitata e di tecniche di allevamento in parete stretta.

ALTA DENSITÀ E FERTILITÀ DEL SUOLO

L'intensificazione della coltivazione si basa sulla limitazione dello spazio disponibile per la crescita dall'apparato radicale. È noto l'equilibrio dinamico che esiste tra l'apparato radicale e quello aereo: una limitata crescita e funzionalità di una parte condiziona lo sviluppo e la salute dell'altra. Pertanto, con spazi radicali ridotti la funzionalità radicale dipende sia dalla fertilità del suolo che dalla possibilità di rinnovo delle nicchie disponibili. La fertilità del suolo è uno stato del suolo in cui le condizioni fisico-chimiche e biologiche favoriscono la crescita e la resa delle colture. Il contenuto di sostanza organica del suolo e l'attività microbica hanno un ruolo fondamentale nella fertilità e nella salute dei suoli agricoli, agendo come principali regolatori della struttura del suolo, della disponibilità di nutrienti, della soppressione dei patogeni delle piante e dei promotori della crescita delle piante. Nei sistemi ad alta densità, le pratiche agronomiche sono

spesso basate sulla distribuzione localizzata di sostanze chimiche come fertilizzanti, erbicidi e pesticidi che possono influire in modo negativo sulla fertilità del suolo limitando la biodiversità microbica e riducendo l'umificazione della materia organica.

NUMEROSI EPISODI DI DEPERIMENTO

Negli ultimi anni, la produzione di pere nell'area mediterranea è stata influenzata da condizioni climatiche difficili con gelate tardive e temperature estive elevate e prolungate, che si ripercuotono anche sulle temperature del terreno negli strati più superficiali, in taluni casi ben oltre i valori compatibili con il funzionamento delle radici. Il verificarsi di periodi di siccità prolungati può ulteriormente compromettere la resa dei pereti, aumentando la salinità dei suoli e dell'acqua di irrigazione.

In Emilia-Romagna, regione dove si concentra la maggiore produzione di pere italiana, negli ultimi 3-4 anni si sono osservati numerosi episodi di degenerazione improvvisa del pero, soprattutto nei frutteti ad alta densità di Abate Fétel innestati su cloni di cotogno (*Cydonia oblonga*) poco vigorosi, degenerazioni non collegate alla presenza di specifici patogeni.

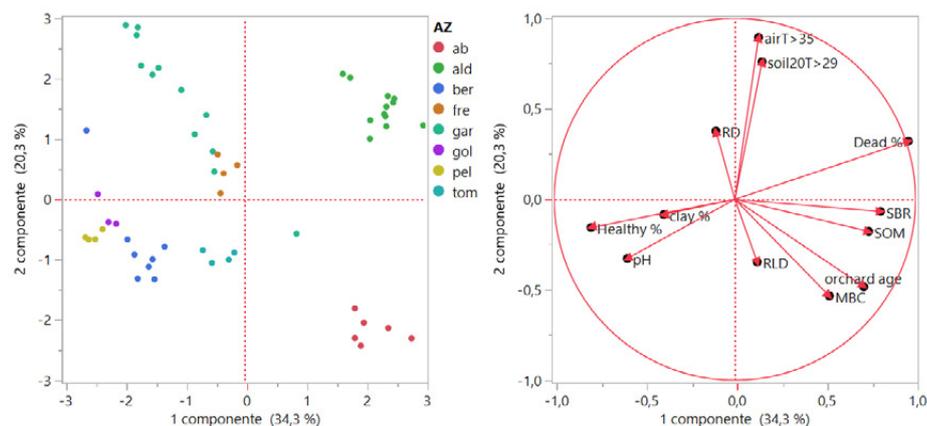
L'obiettivo di questo studio è stato quello di analizzare lo sviluppo radicale, lungo la fila e negli strati superficiali di suolo, del pero Abate Fétel innestato su diversi portainnesti, in otto frutteti con problemi di degenerazione. Lo stato dei suoli dei frutteti di prova è stato valutato considerando alcune delle principali variabili che ne controllano la funzionalità e la fertilità, quali il contenuto di sostanza organica (Som), il contenuto di biomassa microbica (Mbc), la respirazione basale (Sbr).

ANALISI DELLE RADICI E DEL SUOLO

La sperimentazione si è svolta in otto aziende agricole (indicate con un acronimo: ab, ald, ber, fre, gar, gol, pel, tom) della regione Emilia-Romagna nelle province di Modena e Ferrara, specializzate nella produzione di pere in impianti di Abate Fétel su vari portainnesti, con età comprese tra 4 e 18 anni, irrigati con sistemi a goccia e con sprinkler. I portainnesti considerati sono: Abate autoradicata (aut), clone di pero Farold40 (far) e cloni di cotogno BA29, MA, Adams, MH, Sydo, MC.

Nei frutteti le temperature dell'aria e ogni 10 cm nel primo metro di suolo sono state monitorate ogni ora (Winet srl, Cesena, Italia). I dati sono stati utilizzati per calcolare il

FIG. 1 - ANALISI ALLE COMPONENTI PRINCIPALI (PCA) CHE EVIDENZIA RELAZIONI TRA I DIVERSI FATTORI CONSIDERATI



I fattori considerati sono: proprietà delle radici e del suolo (sostanza organica del suolo (SOM), carbonio della biomassa microbica (MBC), respirazione basale del suolo (SBR), densità della lunghezza radicale (RLD) e diametro medio della radice (RD)), temperature dell'aria e del suolo (ore cumulative per aria = aria T > 35°C e per suolo 20 cm di profondità = suolo 20T > 29), età del frutteto, pH del suolo, % di argilla, C/N e % di piante sane e morte. La variabilità totale spiegata dalle due dimensioni è pari a circa il 55% del totale.

numero di ore in cui le temperature sono state superiori a 35 °C per l'aria e 29 °C per il suolo (a 20 cm di profondità), considerando queste temperature come un possibile fattore di stress per la pianta. Per ogni azienda agricola è stata calcolata la percentuale di piante morte e sane.

A settembre 2021, sono stati prelevati sei campioni di suolo per azienda in frutteti con casi di degenerazione del pero. I campioni sono stati prelevati con trivella lungo la fila a 20-30 cm dal tronco e dalla irrigazione a goccia, vicini a piante sane, tra 10 e 40 cm di profondità. Un sottocampione di ciascun campione è stato utilizzato per l'analisi della distribuzione delle radici che consisteva nel lavare delicatamente il terreno per estrarre porzioni di radici.

Tutte le radici sono state quindi poste su una pellicola trasparente e scansionate. Le immagini sono state analizzate con il software WinRhizo™ (Regent Instrument Inc., Quebec, Canada) per calcolare la lunghezza totale

delle radici e il diametro medio per ciascun campione.

Un altro sottocampione è stato utilizzato per l'analisi delle proprietà chimiche e biochimiche del suolo: il contenuto di sostanza organica del suolo, il contenuto di C della biomassa microbica e la respirazione basale del suolo (Sbr-cum). Per valutare gli effetti dei disturbi esterni sull'attività microbica, il quoziente metabolico (qCO_2) è stato calcolato come tasso orario di CO_2 sviluppata per unità di Mbc, e il quoziente di mineralizzazione (qM) è stato calcolato come tasso di C organico mineralizzato.

Infine, è stato calcolato un indice di fertilità biologica semplificato (Bfi), per discriminare lo stato di fertilità biologica dei suoli nei frutteti indagati. In sintesi, ad ogni valore delle proprietà chimiche e biochimiche è associato un punteggio compreso tra 1 e 5. Il Bfi del suolo è associato alla seguente scala: 6 (stress), 7-12 (pre-stress), 13-18 (medio) 19-24 (buono). L'analisi statistica dei dati è stata eseguita con il software Jmp 14.0 (SAS Institute, Cary, NC, Usa).

I RAPPORTI TRA SOSTANZA ORGANICA, MICRORGANISMI E RADICI

L'analisi dei risultati (tabella 1) ha evidenziato una variabilità dei parametri di densità radicale e diametro radicale non correlata direttamente alla tipologia di portainnesto o ai sistemi irrigui presenti, i parametri di fertilità del suolo non indicavano particolari situazioni problematiche in nessuna delle aziende; infatti, i valori dell'indice Bfi consentono di classificare 11 dei 13 suoli agricoli indagati come suoli con un livello di fertilità biologica



TAB. 1 - DENSITÀ LUNGHEZZA RADICALE (RLD), DIAMETRO MEDIO RADICI, SOSTANZA ORGANICA SUOLO (SOM), RESPIRAZIONE BASALE DEL SUOLO (SBR), E CARBONIO BIOMASSA MICROBICA (MBC)

| azienda/portinnesto | RLD (cm/g) | Diametro (mm) | SOM (%) | SBR-cum (mgCO ₂ /kg) | MBC (mgC/kg) |
|---------------------|------------|---------------|---------|---------------------------------|--------------|
| ab/far | 0,52 | 0,43 | 2,28 | 1261,3 | 178,4 |
| ab/sydo | 0,22 | 0,42 | 2,72 | 1259,1 | 168,4 |
| ald/ma | 0,21 | 0,44 | 2,23 | 1307,8 | 91,5 |
| ald/mc | 0,39 | 0,6 | 2,2 | 1249,7 | 132,9 |
| ald/mh | 0,38 | 0,41 | 2,23 | 1376,2 | 103,3 |
| ber/far | 0,3 | 0,37 | 1,67 | 946,6 | 92,8 |
| ber/sydo | 0,2 | 0,68 | 1,77 | 897,1 | 105,5 |
| fre/ba29 | 0,35 | 0,53 | 2,15 | 997,3 | 86,1 |
| gar/aut | 0,07 | 0,66 | 1,88 | 790,8 | 52,2 |
| gar/ba29 | 0,37 | 0,48 | 1,87 | 834,8 | 155,3 |
| gol/ba29 | 0,33 | 0,38 | 1,76 | 820,1 | 113,6 |
| pel/adams | 0,45 | 0,41 | 1,67 | 961,9 | 71,8 |
| tom/sydo | 0,37 | 0,37 | 2,36 | 1309 | 111,4 |

medio (tabella 2).

Sono state rilevate correlazioni tra i diversi parametri analizzati con un andamento simile: dove la sostanza organica era più elevata, è stato trovato anche un valore più alto di biomassa microbica e respirazione basale. La densità radicale è risultata maggiore nei suoli con Som, Mbc e Sbr più elevati. Mentre il diametro radicale ha avuto comportamento opposto.

Il comportamento osservato può essere attribuito al sostegno reciproco che avviene tra la materia organica del suolo, i microrganismi e il sistema radicale delle piante. Infatti, il carbonio organico del suolo e i microrganismi del suolo sono i principali regolatori del ciclo e della disponibilità del carbonio e dei nutrienti e promotori dello sviluppo delle radici. Ad esempio, è noto che le sostanze umiche stimolano la crescita delle radici inducendo aumenti della concentrazione di acido abscissico nelle radici o dell'attività H⁺-ATPasi della membrana plasmatica radicale, mentre alcuni microrganismi del suolo favoriscono l'apparato radicale attraverso il rilascio di sostanze che stimolano la crescita

radicale o contrastano la senescenza radicale. A loro volta, le radici contribuiscono a sostenere la crescita, la diversità e l'attività microbica rilasciando fonti di carbonio attraverso le secrezioni radicali. Tuttavia, la debole correlazione riscontrata tra Som e contenuto di Mbc suggerisce che la componente microbica del suolo può soffrire di alcune condizioni di stress in quasi tutti i suoli indagati. I valori elevati di qCO₂ suggeriscono una bassa efficienza d'uso delle fonti di carbonio, il che significa che un limitato quantitativo di carbonio organico viene convertito in biomassa microbica. Inoltre, i bassi livelli di qM suggeriscono una bassa mineralizzazione delle fonti di carbonio organico. La biomassa e l'attività microbica sono molto sensibili ai cambiamenti del suolo dovuti alle pratiche agricole o alle condizioni climatiche e pertanto vengono utilizzati come indicatori per monitorare il miglioramento o il degrado della fertilità del suolo. Nei frutteti convenzionali a produzione intensiva, le condizioni di stress per i microrganismi del suolo possono derivare da pratiche agricole come la lavorazione del terreno o l'applicazione estensiva di sostanze chimiche per il controllo degli agenti patogeni e delle erbe infestanti. È riconosciuto che queste pratiche comuni causano effetti dannosi e tossicità nei confronti dei microrganismi non bersaglio. Una carenza o una bassa attività di biomassa microbica nel suolo è sempre una condizione indesiderabile che porta a problemi sui cicli del carbonio e dei nu-

radicale o contrastano la senescenza radicale. A loro volta, le radici contribuiscono a sostenere la crescita, la diversità e l'attività microbica rilasciando fonti di carbonio attraverso le secrezioni radicali.

Tuttavia, la debole correlazione riscontrata tra Som e contenuto di Mbc suggerisce che la componente microbica del suolo può soffrire di alcune condizioni di stress in quasi tutti i suoli indagati. I valori elevati di qCO₂ suggeriscono una bassa efficienza d'uso delle fonti di carbonio, il che significa che un limitato quantitativo di carbonio organico viene convertito in biomassa microbica. Inoltre, i bassi livelli di qM suggeriscono una bassa mineralizzazione delle fonti di carbonio organico. La biomassa e l'attività microbica sono molto sensibili ai cambiamenti del suolo dovuti alle pratiche agricole o alle condizioni climatiche e pertanto vengono utilizzati come indicatori per monitorare il miglioramento o il degrado della fertilità del suolo. Nei frutteti convenzionali a produzione intensiva, le condizioni di stress per i microrganismi del suolo possono derivare da pratiche agricole come la lavorazione del terreno o l'applicazione estensiva di sostanze chimiche per il controllo degli agenti patogeni e delle erbe infestanti. È riconosciuto che queste pratiche comuni causano effetti dannosi e tossicità nei confronti dei microrganismi non bersaglio. Una carenza o una bassa attività di biomassa microbica nel suolo è sempre una condizione indesiderabile che porta a problemi sui cicli del carbonio e dei nu-

TAB. 2 - CALCOLO DEL BIOLOGICAL FERTILITY INDEX (BFI) SULLA BASE DEL PUNTEGGIO ATTRIBUITO A SOM, SBR, MBC E COEFFICIENTI DERIVATI

| azienda/portinnesto | SOM | SBR-d | SBR-cum | MBC | qCO ₂ | qM | BFI | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|-------|
| | punteggio | punteggio | punteggio | punteggio | punteggio | punteggio | punteggio finale | |
| ab/far | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 17 | medio |
| ab/sydo | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | buono |
| ald/ma | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | buono |
| ald/mc | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 17 | medio |
| ald/mh | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 18 | medio |
| ber/far | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 16 | medio |
| ber/sydo | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 14 | medio |
| fre/ba29 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 16 | medio |
| gar/aut | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 14 | medio |
| gar/ba29 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 15 | medio |
| gol/ba29 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 14 | medio |
| pel/adams | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 14 | medio |
| tom/sydo | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 17 | medio |

trienti e al deterioramento delle proprietà soppressive del suolo contro i patogeni, rendendo le piante più vulnerabili a fattori di stress abiotici e biotici. Inoltre, il verificarsi di periodi di siccità gravi e prolungati può contribuire all'esaurimento dell'attività microbica attraverso l'aumento della salinità del suolo e dell'acqua, soprattutto nei terreni agricoli già vulnerabili alla salinizzazione, come nel caso dei frutteti indagati. I frutteti oggetto della prova erano tutti irrigati, ma le elevate temperature estive hanno provocato un'elevata evaporazione nei primi strati del terreno e quindi un'alternanza di siccità e disponibilità idrica durante i mesi estivi (dati non riportati).

Visto l'elevato numero di fattori che agiscono nel sistema, si è quindi considerata un'analisi delle componenti principali (Pca) per evidenziare le relazioni tra i diversi fattori. I risultati della Pca (figura 1) confermano che i valori dello sviluppo radicale (RId) e quelli dell'attività microbica e della respirazione del suolo (Mbc e Sbr) sono collegati, in quanto all'aumentare di uno aumentano anche gli altri valori. Inoltre, all'aumentare dell'età di impianto si ha un aumento di tutti

i parametri sopra menzionati. Altri fattori di stress sono le alte temperature dell'aria e del suolo, che giocano anch'esse un ruolo nello sviluppo delle piante e delle radici, soprattutto se consideriamo le ore cumulative a temperature particolarmente elevate come 35 °C per l'aria e 29 °C per il suolo. Nel grafico della Pca possiamo vedere che i valori della temperatura hanno andamento opposto ai valori RId mentre sono correlati nello stesso quadrante con la frequenza della degenerazione del pero (% di piante morte).

DEPERIMENTO E CAUSE

La degenerazione del pero è un problema molto complesso la cui comprensione mette in gioco diversi fattori. Il lavoro di ricerca portato avanti in questo studio focalizza l'attenzione su alcuni dei fattori che possono giocare un ruolo nel regolare l'incidenza del problema. L'apparato radicale del pero nei frutteti moderni è scarsamente trasmigrante e confinato negli strati molto superficiali del suolo, per ragioni genetiche e gestionali (portinnesti a bassa vigoria e irrigazione localizzata). È quindi più sensibile alle im-

provvisorie variazioni climatiche, ovvero alle fluttuazioni della temperatura e alla disponibilità di acqua. È possibile che le elevate temperature estive degli ultimi anni, causate dai cambiamenti climatici, rappresentino un fattore di stress per l'attività radicale (e di conseguenza per l'attività vegetale) e contribuiscano ad una maggiore frequenza di degenerazione del pero nei frutteti che sono anche posti di fronte a condizioni limitanti come una ridotta biodiversità e attività microbica del suolo che dopo anni di monocoltura, diserbi e concimazioni minerali può presentare segnali di stanchezza del terreno.

Iniziativa realizzata nell'ambito PSR Emilia-Romagna 2014-2020 – Tipo di operazione Mis. 16.1.01 Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5A – progetto IRRIGATE, "Indagine sui sistemi irrigui a livello territoriale in risposta alla degenerazione degli impianti di pero in Emilia Romagna".

Bibliografia disponibile in redazione

EDAGRICOLE DAL 1937 È LA BIBLIOTECA DELL'AGRICOLTURA ITALIANA

Volumi per la formazione
universitaria e professionale,
libri di **tecnica e pratica agraria**
e manuali per chiunque operi,
anche a livello hobbistico,
nell'ambito agricolo.

edagricole | gruppo
tecniche nuove



I volumi sono acquistabili
in libreria oppure
a prezzo scontato su
www.edagricole.it



APICOLTURA



VITICOLTURA



OLIVICOLTURA



AGRONOMIA



MECCANICA AGRARIA



ALIMENTAZIONE



MEDICINA VETERINARIA



Per scoprire in anteprima i libri Edagricole,
gli eventi con gli autori e ricevere sconti esclusivi
iscritti alla newsletter
<https://www.edagricole.it/iscriviti-alle-newsletter/>



Servizio Clienti Libri Edagricole:
libri.edagricole@newbusinessmedia.it
Tel. 051.6575833