

Ricerca dell'efficienza nella concimazione fosfatica

Marco Contin¹, Stefano Tagliavini², Ali Kakbaz¹, Luisa Dalla Costa¹, Gianni Tassan-Mazzocco¹.

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali (DISA) Università di Udine

² Dipartimento di Scienze della Vita – Università Modena e Reggio Emilia

L'agricoltura globale sta affrontando una grande sfida per garantire sicurezza alimentare ad una popolazione mondiale in continua crescita con un bisogno di aumentare la produzione agricola globale del 60% circa entro il 2050 (Tilman et al., 2011). L'impiego di fertilizzanti contenenti N, P e K è essenziale per supportare la produttività delle colture, ma la scarsa efficienza nutrizionale degli stessi produce importanti conseguenze sia ecologiche che economiche.

Il tema dell'AGRICOLTURA SOSTENIBILE con il recepimento del GREEN DEAL EUROPEO è oggi una priorità per le filiere agroindustriali e per il consumatore finale. In questo approccio il tema della fertilità dei terreni, la tutela del suolo e il risparmio di emissioni di anidride carbonica risultano oggi argomenti di particolare interesse per quei prodotti che sono maggiormente percepiti come associati ai territori di coltivazione, come il vino, la pasta e tutto il cibo che quotidianamente è presente sulle nostre tavole.

Il fosforo, presenta problematiche contrapposte in fatto di sostenibilità: da un lato, la bassa disponibilità che si riscontra frequentemente nei terreni agricoli, deve essere compensata con input esterni sempre più importanti; dall'altro, in alcune situazioni si possono verificare problemi di eutrofizzazione quando si raggiungono livelli elevati di fosforo nei corpi idrici. Inoltre, molti studi hanno evidenziato che, a fronte di una richiesta mondiale di concimi fosfatici in forte aumento, le risorse naturali si presentano limitate ed è previsto un picco massimo di produzione raggiungibile già nel corso del nostro secolo ed un esaurimento pressoché totale delle riserve, nelle stime più ottimistiche, nei prossimi 50-400 anni (Van Dijk et al., 2016).

L'esigenza apparentemente opposta di incrementare le produzioni agricole e al contempo salvaguardare l'ambiente, si incontra nella ricerca della massima efficienza dei fattori produttivi, tra i quali assume un'importanza rilevante l'apporto dei nutrienti con i concimi. Il rapporto tra l'elemento assorbito dalla coltura e la quantità apportata, espresso in percentuale, rappresenta l'efficienza nutrizionale del concime (NUE: Nutrient Use Efficiency) (Figura 1).

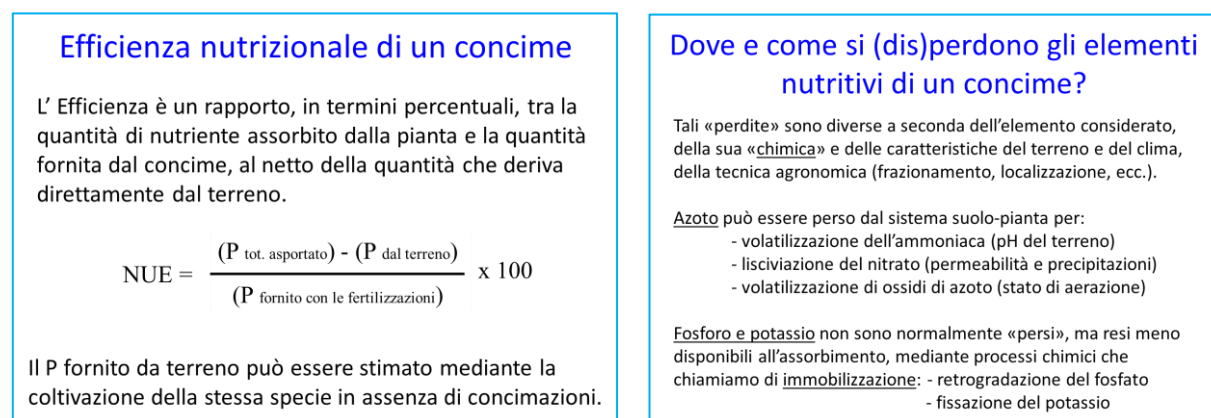


Figura 1. Efficienza nutrizionale dei concimi.

Efficienza e Riciclo sono le parole d'ordine della politica ambientale comunitaria che si espliciterà nel nuovo programma GREEN DEAL.

Nel caso del P, l'efficienza nutrizionale arriva a valori medi del 10-15%, se si considera il prodotto agrario, mentre non supera il 5% se si prende in considerazione il sistema alimentare nel suo complesso, cioè la parte

che viene assimilata dall'uomo (Scholz et al., 2013). Questa bassa efficienza, se da un lato rappresenta una evidente criticità, dall'altro lascia intravedere la possibilità di adottare efficaci strategie agronomiche e formulazioni che possano incrementarla significativamente.

Nei suoli agricoli italiani ed europei che hanno una lunga storia di coltivazione, si è verificato in molti casi un graduale incremento del fosforo totale proprio per effetto della scarsa efficienza dei concimi fosfatici. Questa dotazione di fosforo (totale) però non corrisponde ad una adeguata disponibilità per le piante (Fosforo assimilabile). E' proprio su questa frazione di fosforo che le nuove politiche europee di tutela ambientale vogliono agire: in pratica in futuro sarà necessario andare a recuperare quel fosforo insolubile del suolo (legacy phosphorus) utilizzando concimi ad alta efficienza.

L'obiettivo è quindi quello di disporre ed utilizzare concimi fosfatici sempre più efficienti, per "produrre di più con meno", cioè con un minor impatto sull'ambiente e sulle risorse naturali globali.

Ci si chiede sempre più spesso quale sia il senso di consentire l'utilizzo esclusivo di fertilizzanti a bassa efficienza previsto da alcune forme di agricoltura che negli intenti si dichiarano "environmental friendly".

I concimi organo-minerali (OM) sono stati studiati e formulati proprio con l'obiettivo di aumentarne l'efficienza nutrizionale dei nutrienti, ma non tutti gli Organo-minerali sono ugualmente efficienti. L'efficienza di un concime OM dipende dai suoi costituenti di base (cioè dalla matrice minerale e da quella organica) e dalle modalità di formulazione.

La **matrice minerale** influenza notevolmente la solubilità del fosforo. Nei concimi OM possiamo trovare matrici minerali basate sui fosfati ammoniacali, su perfosfati ma anche su fosfati meno solubili come il fosfato naturale tenero o le rocce fosfatiche, che a fronte di un titolo in P_2O_5 totale ragionevole, presentano una solubilità quasi nulla. Queste differenze si possono "leggere" in etichetta, andando a ricercare i valori della P_2O_5 solubile in citrato ammoniacale neutro e confrontandola con quella "Solubile in acidi minerali" ovvero P_2O_5 totale.

Secondo aspetto fondamentale è dato dalla **matrice organica** utilizzata che può essere in purezza (raramente) o una miscela di più sostanze. In questo caso sono il tasso di umificazione e la quantità di C umico e fulvico (HA + FA) i parametri che maggiormente differenziano i vari prodotti sul mercato. Senza nulla togliere alla bontà di alcune matrici organiche non umificate (es. pollina essiccata, farine di sangue, ecc..), tutti gli studi hanno evidenziato come sia proprio la frazione umificata quella che garantisce le migliori performances in termini di efficienze nutrizionale.

I concimi a base di «**fosfato naturale tenero o rocce fosfatiche**» non hanno una azione pronta perché sono poco disponibili solo dopo lunghi periodi in suoli acidi ma quasi nulla in suoli neutri o calcarei.

I fosfati ammoniacali (DAP e MAP) presentano una disponibilità iniziale relativamente elevata, ma che riduce rapidamente a causa di antagonismi con altri elementi e in funzione del pH:

- in terreni acidi si formano rapidamente complessi insolubili con gli idrossidi di Ferro ed Alluminio;
- nei terreni subacidi o neutri il fosforo prevale nelle forme solubili di fosfato monocalcico e bicalcico;
- nei terreni calcarei il fosforo si lega con il calcio e insolubilizza sotto forma di fosfato tricalcico.

Questi fenomeni di insolubilizzazione vanno sotto il nome di "retrogradazione dei fosfati e perfosfati"; di fatto l'elemento non è disponibile per le piante con tutte le conseguenze negative che ne conseguono. Pertanto non è importante aumentare la quantità di fosforo totale, ma la sua frazione assimilabile, chiamata anche "disponibile". Molti studi hanno dimostrato come la disponibilità del fosforo nel terreno venga aumentata notevolmente se associato a matrici organiche umificate grazie alla sinergia di sostanze umiche (acidi umici (CHA) e acidi fulvici (CFA)), raddoppiandone di fatto la frazione utilizzabile dalle piante (Benedetti e Canali, 1996).

Le matrici organiche non umificate, non sono completamente inefficaci, ma lo sono solo in piccola parte, in quanto nel terreno subiscono naturalmente un processo di umificazione, che determina la conversione di

una parte del C organico in C umico. In ogni caso si tratta di un processo secondario che avviene tardivamente.

I concimi Organo-Minerali, in particolare quelli ad alto tasso di umificazione (HR) ed ottenuti per reazione naturale (coformulazione), sono quelli che possono vantare una maggiore efficienza, dimostrata in diverse sperimentazioni. La sostanza organica, ed in particolare la frazione umificata, essendo ricca di gruppi funzionali ossidrilici, fenolici e carbossilici, forma legami stabili con lo ione fosfato, impedendo la sua precipitazione con il Ca nei suoli calcarei o con Fe ed Al nei suoli acidi, in forme insolubili e quindi inutilizzabili dalle piante. In questo modo il fosfato presente nei perfosfati o nei fosfati ammoniacali (MAP e DAP) subisce sorta di protezione formandosi il così detto "FOSFOUMATO" che rende l'elemento disponibile per le piante più a lungo e in maggiore quantità. Questo meccanismo è alla base della maggiore efficienza.

Infine, le modalità di "assemblaggio" dalle matrici minerali ed organiche è un altro aspetto chiave dell'efficienza del formulato. Infatti, la semplice mescolanza tra le due matrici non assicura la formazione di interazioni chimiche tra il fosforo e le molecole organiche. A questo scopo le diverse aziende hanno sviluppato specifici processi con l'obiettivo di favorire quanto possibile la formazione di complessi umofosfatici stabili.

Si presentano di seguito i risultati ottenuti in molti anni di ricerca nello studio del comportamento ed efficienza dei concimi fosfatici organo-minerali ad elevato tasso di umificazione.

Minore insolubilizzazione nel Fosfoumato apportato al suolo.

È stata determinata l'evoluzione del fosforo assimilabile del terreno che ha ricevuto concimi organo-minerali in confronto a concimi minerali. La prova è stata effettuata mediante incubazioni in laboratorio in condizioni controllate, utilizzando il medesimo terreno, e la medesima quantità di fosforo apportata con concimi diversi. L'efficienza di apporto è stata stimata misurando il fosforo assimilabile mediante il metodo Olsen (Olsen and Sommers, 1982) a 10, 45 e 80 gg dalla distribuzione.

Si è osservato (Figura 2) che il fosforo apportato con concimi minerali diventa maggiormente soggetto ai fenomeni di RETROGRADAZIONE rispetto quello apportato con i concimi Organo-Minerali ad elevato tasso di umificazione. I risultati sono stati pienamente in linea con gli studi precedenti relativi all'efficienza dell'apporto dei nutrienti per le diverse tipologie di concime (Benedetti e Canali, 1996); Il FOSFOUMATO ha confermato una maggiore disponibilità del Fosforo assimilabile per la pianta, già a 15 giorni dalla distribuzione e per tutte le fasi del ciclo colturale dei principali seminativi.

Da evidenziare, che la tesi con l'Organo- Minerale senza matrice umica e con fosforo da fosforite, evidenzia il dato peggiore data la scarsa solubilità iniziale dell'elemento e la mancanza di protezione alla successiva insolubilizzazione da parte della matrice organica non umificata.

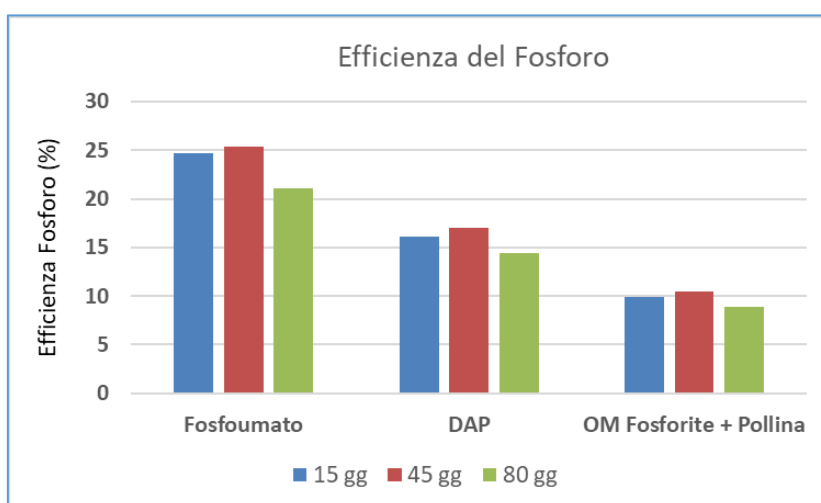


Figura 2. Efficienza dell'apporto di fosforo utilizzando diversi concimi.

Azione positiva sui microrganismi del suolo.

Anche questa prova è stata condotta presso il laboratorio di funzionalità ecologica dei suoli dell'Università di Udine con l'obiettivo di verificare l'impatto dei concimi organo-minerali nei confronti della biomassa microbica, cioè della componente vivente del suolo. La biomassa microbica è il complesso di tutte le forme viventi con dimensioni inferiori ai 500 μm . essa è la responsabile di tutti i processi di mineralizzazione della sostanza organica e quindi del rilascio di macro- e micro-nutrienti, della degradazione dei contaminanti organici e della accelerazione (catalisi) di tutte le reazioni chimiche di ossidoriduzione che avvengono nel suolo. Essa ha, inoltre, importanti conseguenze su molte proprietà fisiche del suolo, soprattutto legate alla ritenzione idrica ed alla potenziale erosione dei suoli.

Gli esperimenti sono stati eseguiti in microcosmo (colonne di lisciviazione) su due terreni molto diversi per il loro pH (calcareo e acido) determinando la componente microbica mediante il metodo della Fumigazione-Estrazione (Vance et al., 1987).

Il comportamento dei concimi si è dimostrato molto simile nei due suoli: la componente organica, ad alto tasso di umificazione del concime Organo-Minerali a base matrice ~~terza~~ umificata ha svolto un ruolo importante nel favorire l'aumento della componente microbica, sia rispetto al controllo non concimato, ma soprattutto nei confronti della tesi minerale di riferimento (Figura 3). Nello specifico, rispetto al Controllo la tesi Organo- Minerale ha determinato un aumento della componente microbica del +44% (terreno calcareo) e del +40% (terreno acido) mentre il concime minerale ne ha causato una riduzione rispettivamente del -27% e -19%. Ciò ha confermato che la matrice organica umificata del Concime Organo-Minerali è in grado di stimolare significativamente la componente microbica del suolo. Questo stimolo alla attività microbica del suolo è un ulteriore meccanismo responsabile della maggiore efficienza nutrizionale.

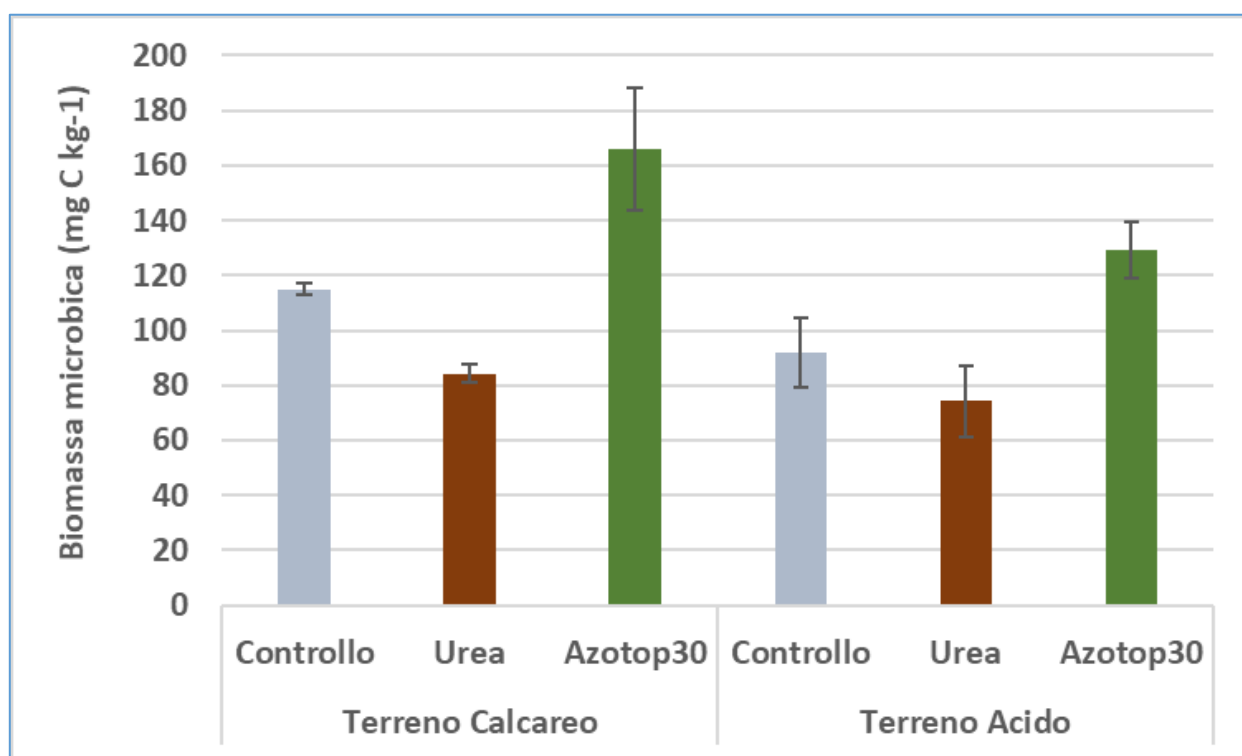


Figura 3. Effetto del concime OM a base matrice umificata (Azotop30) sulla biomassa microbica del suolo, e confronto con una fonte di azoto minerale (Urea).



Figura 4. Attrezzatura utilizzata per gli esperimenti in microcosmo dei diversi concimi su 2 tipologie di terreni.

Azione del Fosfoumato sul fosforo assimilabile del suolo (P legacy – NUE).

Nelle sperimentazioni effettuate in Friuli Venezia Giulia su mais da granella nel corso di 4 anni consecutivi è stato riscontrato un aumento costante nella produzione della granella con l'uso di concimi Organo-Minerali dal 4 al 12% (mediamente +8%), a fronte di un impiego della stessa quantità di azoto (260 kg/ha), ma con una forte riduzione dell'apporto di fosforo (60%) e potassio (41%). Nella tesi Minerale si sono apportate 92 kg/ha di P_2O_5 con il DAP (fosfato biammonico), mentre nella tesi Organo-Minerali solamente 36 unità di P_2O_5 considerando la maggiore efficienza degli OM. In particolare, per la concimazione di fondo e alla semina sono stati utilizzati i concimi Organo-Minerali Superalba Max e Super Azofos (SCAM) che hanno dimostrato una efficacia produttiva superiore ai corrispondenti concimi minerali (Figura 4).

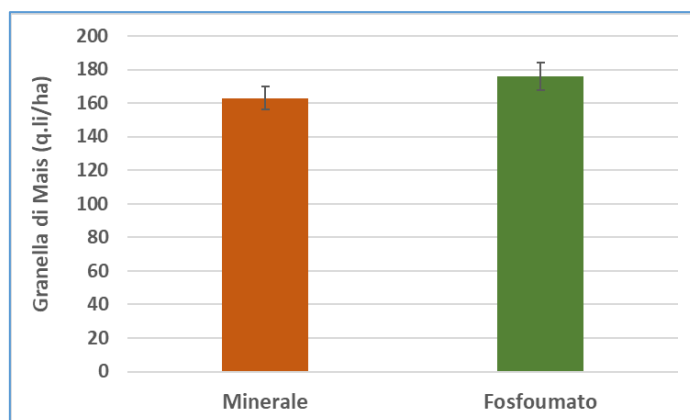


Figura 5. Produttività finale di granella di mais in base ai diversi apporti di concime (media di 4 anni)

Il dato più interessante è legato al fosforo assimilabile del suolo (stimato con il metodo Olsen) dove il FOSFOUMATO nonostante un apporto fortemente ridotto ha fornito una dotazione del terreno del +30%

rispetto al concime minerale, con benefici produttivi e ambientali, in linea con le indicazioni europee (Green Deal).

I concimi Organo-Minerali a base matrice umificata hanno confermato una maggiore efficienza nutrizionale del fosforo e del potassio rispetto ai corrispondenti concimi minerali (figura 6), contribuendo quindi ad aumentare la sostenibilità delle produzioni agricole.

Nella concimazione minerale, a fronte di un impiego di 92 kg/ha di P_2O_5 , solo 50 kg/ha sono stati recuperati nella granella, mentre nel caso dei concimi Organo-Minerali, si è osservato un assorbimento superiore alla quantità distribuita. Ciò significa che la pianta è riuscita a recuperare anche una parte del fosforo già presente nel suolo attingendo a quel "P-legacy" ovvero l'eredità delle concimazioni fosfatiche passate. Ciò trova conferma nel maggiore livello di fosforo assimilabile del suolo riscontrato nelle tesi con il fosfoumato.

Secondo i risultati ottenuti, si è visto che nella concimazione minerale, a fronte di un impiego di 92 kg/ha di P_2O_5 , solo 50 sono stati recuperati nella granella, mentre nel caso dei concimi OM, si è osservato un assorbimento superiore alla quantità distribuita. Ciò significa che la pianta è riuscita a recuperare anche una parte del fosforo già presente nel suolo

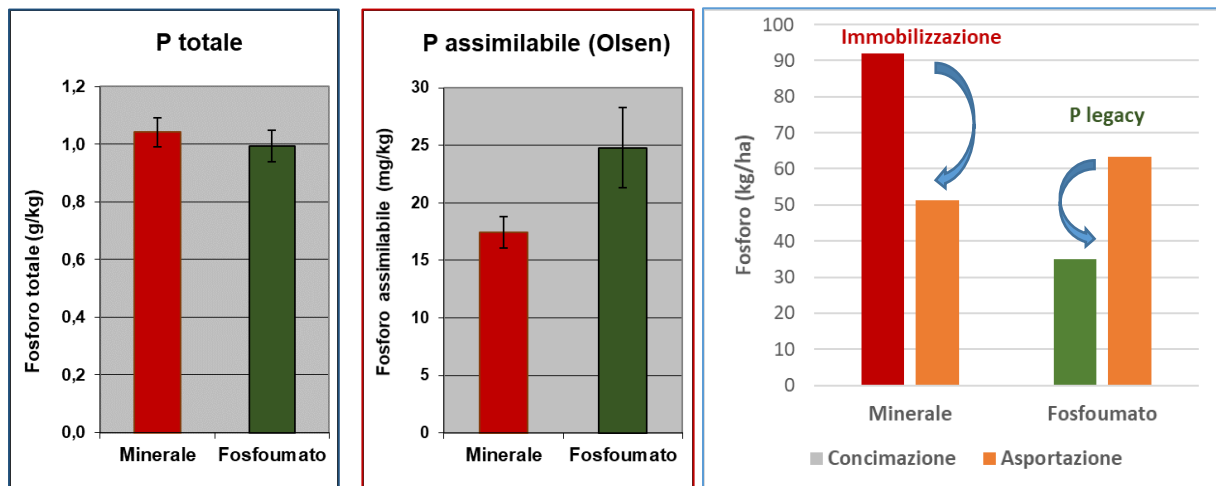


Figura 6. Confronto nel fosforo totale e assimilabile del suolo nelle tesi minerale e fosfoumato (a e b). Bilancio del fosforo totale assimilato dalla pianta, a seguito delle concimazioni minerale e fosfoumato (c).

Conclusioni

Efficienza e riciclo sono le parole d'ordine della politica ambientale comunitaria che si espliciterà nel nuovo programma Horizon Europe. Diverse sperimentazioni hanno dimostrato che i concimi organo-minerali ad alto tasso di umificazione ed ottenuti per reazione sono quelli che possono vantare una maggior efficienza. Nello specifico, i concimi OM a base matrice umificata hanno confermato una maggiore efficienza nutrizionale del fosforo rispetto ai corrispondenti concimi minerali, un sostegno alle attività microbiche, e la possibilità di recuperare il fosforo del suolo delle precedenti concimazioni (eredità fosfatica dei suoli) contribuendo quindi ad aumentare la sostenibilità delle produzioni agricole.

Box 1 - Alle piante serve un fosforo disponibile

Il fosforo gioca un ruolo fondamentale nelle colture agricole: è indispensabile dalle prime fasi di germinazione, allo sviluppo radicale, ed è estremamente importante in fase di fioritura. Esso è coinvolto nel trasporto energetico di tutti i processi metabolici (ATP, adenosin trifosfato), e nella conservazione dell'informazione genetica (DNA e RNA). L'apporto di concimi fosfatici diventa pertanto fondamentale per

una corretta gestione agronomica. Bisogna però fare molta attenzione al tipo di suolo, alla sua dotazione naturale ed alla tipologia dei concimi, oltre alla modalità ed epoche di apporto.

Box 2- I vantaggi del Fosfomato

- **Riduce** la retrogradazione del fosforo perché protetto dall'interazione con le sostanze umiche;
- Fornisce quindi una **maggiore** presenza di fosforo assimilabile nei terreni e nella pianta
- **Aumenta** la radicazione e quindi l'assimilazione anche degli altri nutrienti presenti nel suolo
- **Favorisce** la resistenza a stress idrici, tipici delle ultime stagioni e in aumento con i cambiamenti climatici
- Nei cereali consente un **maggiore** accostamento e numero di spighe per unità di superficie
- Nelle orticole **migliora** la qualità della produzione

Bibliografia:

Benedetti A., Canali S., 1996. Tecnologie di produzione ed aspetti agronomici. In La concimazione organo-minerale: i perché di una scelta. Supplemento a Terra e Vita, 10. 4-10.

Olsen, S. R., and Sommers, L.E., Phosphorus. In: Page A. L., Keeney D.R., Baker D.E., Miller R.H., Roscoe Ellis Jr. and Rhoades J.D. (1982). (Eds.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9 (Second edition), pp 403-429).

Scholz RW, Willmer FW, 2013. Approaching a dynamic view on the availability of mineral resources: what we may learn from the case of phosphorous. Global Environmental Change 23, 11-27.

Tilman D., Balzer C., Hill J., and Befort B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. PNAS 108 no. 50, 20260–20264.

van Dijk KC, Lesschen JP, Oenema O., 2016. Phosphorus flows and balances of the European Union Member States. Science of The Total Environment 542, 1078-1093.

Vance, E.D., Brookes, P.C., Jenkinson, D.S., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology & Biochemistry 19, 703–707.

