



1^ Monografia

**Relazione tra accrescimento radicale,
fertilità del suolo e produzione
in biologico: effetti delle precessioni
colturali e delle fertilizzazioni
sulle produzioni biologiche di frumento
duro e cece**

Introduzione 1^monografia

“Relazione tra accrescimento radicale, fertilità del suolo e produzione in biologico: effetti delle precessioni colturali e delle fertilizzazioni sulle produzioni biologiche di frumento duro e cece” a cura di Francesco Torriani (*)

In riferimento al progetto di macro filiera regionale biologica Misura 1.2.4 “Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie” vengono riportati i risultati e le considerazioni finali di due anni di sperimentazione condotti presso l’Azienda Agraria Didattico-Sperimentale “Pasquale Rosati” dell’Università Politecnica delle Marche, sita nel comune di Agugliano (AN).

In questa sperimentazione sono stati analizzati numerosi aspetti della fertilità del terreno e della sostanza organica in biologico, aspetti che spaziano dal loro rapporto con le lavorazioni e le rotazioni colturali, alle attività biologiche dei suoli a loro collegate e del complesso rapporto che regola l’accrescimento radicale in funzione dei nutrienti a disposizione per gli organismi vegetali.

Sono stati da prima analizzati i risultati partendo dagli effetti delle tecniche di gestione sulla fertilità biochimica del suolo, successivamente sono state trattate le conseguenze sulla capacità delle colture di espandere il proprio apparato radicale ed infine sono state analizzati come questi fattori influiscano sulle rese delle colture.

Questa monografia riporta le conclusioni generali dei due anni, per una trattazione più dettagliata dei singoli anni di sperimentazione, si rimanda alle monografie precedenti.

() Dottore Agronomo, Coordinatore del Progetto
“Cereali biologici di qualità”*



1. Relazione tra accrescimento radicale, fertilità del suolo e produzione in biologico: effetti delle precessioni colturali e delle fertilizzazioni sulle produzioni biologiche di frumento duro e cece

Bianchelli M., Monaci E., Neri D., Polverigiani S., Santilocchi R., Toderi M., Angeletti, C., Vischetti C.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

Premessa

In riferimento al progetto di macro filiera regionale biologica Misura 1.2.4 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie" vengono riportati i risultati e le considerazioni finali di due anni di sperimentazione condotti presso l'Azienda Agraria Didattico-Sperimentale "Pasquale Rosati" dell'Università Politecnica delle Marche, sita nel comune di Agugliano (AN).

In questa sperimentazione sono stati analizzati numerosi aspetti della fertilità del terreno e della sostanza organica in biologico, aspetti che spaziano dal loro rapporto con le lavorazioni e le rotazioni colturali, alle attività biologiche dei suoli a loro collegate e del complesso rapporto che regola l'accrescimento radicale in funzione dei nutrienti a disposizione per gli organismi vegetali.

Verranno analizzati i risultati partendo dagli effetti delle tecniche di gestione sulla fertilità biochimica del suolo, successivamente trattate le conseguenze sulla capacità

delle colture di espandere il proprio apparato radiale ed infine analizzato come questi fattori influiscano sulle rese delle colture.

Questa monografia riporta le conclusioni generali dei due anni, per una trattazione più dettagliata dei singoli anni di sperimentazione, si rimanda alle monografie precedenti.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata realizzata nelle annate 2011-2012 e 2012-2013 presso il corpo destinato all'agricoltura biologica di proprietà dell'Azienda Agraria Didattico-Sperimentale "Pasquale Rosati" dell'Università Politecnica delle Marche, sita nel comune di Agugliano (AN) (figura 1).



Figura 1. Vista area della sperimentazione e particolare delle colture nei due anni di prova

L'obiettivo dell'attività prevista è stato quello di valutare l'effetto di differenti fertilizzanti organici sulle diverse componenti della fertilità del suolo in due diversi avvicendamenti colturali comprendenti frumento duro e cece in rotazione per due annate agrarie ed in successione ad una coltura poliennale di erba medica o ad una con prevalenza di graminacee.

A tal scopo, in uno schema sperimentale a blocchi completamente randomizzati con 3 ripetizioni sono stati sottoposti a confronto due fertilizzanti organici granulari (comuni ai due anni di prova), uno liquido (impiegato solo su frumento) ed un testimone non concimato a seguito dei 2 avvicendamenti colturali ospitati su parcelle attigue.

In figura 2 sono riportate le principali caratteristiche dei

fertilizzanti impiegati.

I due appezzamenti utilizzati nella sperimentazione hanno una storia "colturale" diversa e riassunta in figura 3.

Il primo appezzamento è infatti caratterizzato negli anni dal 1998 al 2011 dalla predominanza di erba medica con il frumento presente circa un anno su quattro; il secondo appezzamento vede la presenza di graminacee con una frequenza di un anno su due e di una leguminosa da granella circa un anno su quattro.

Tali avvicendamenti colturali hanno comportato un livello di fertilità residua e disponibile differente tra i due appezzamenti al momento dell'inizio dell'attività sperimentale, la differenza è stata valutata in circa 90 unità di N presenti nell'appezzamento "Ex medicaio"

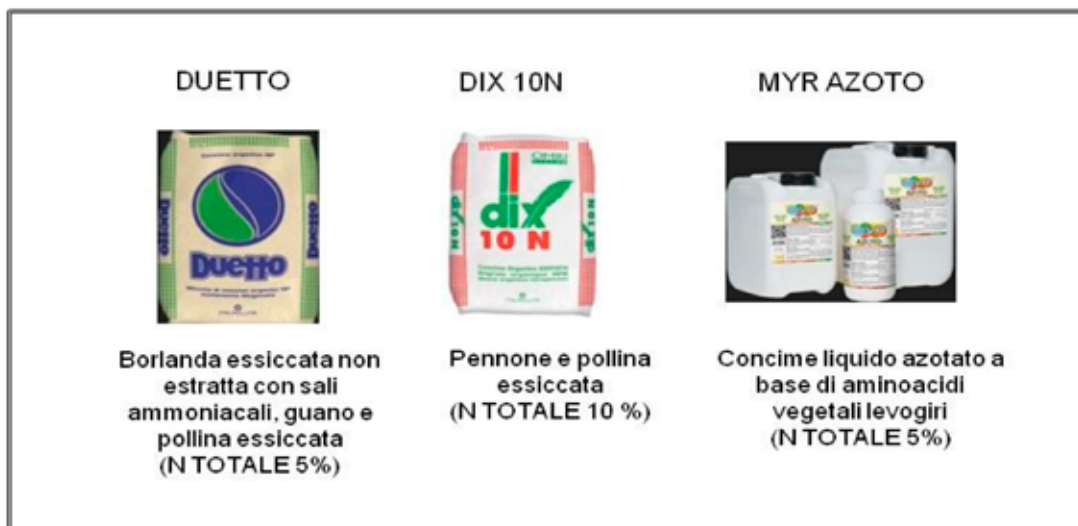


Figura 2.

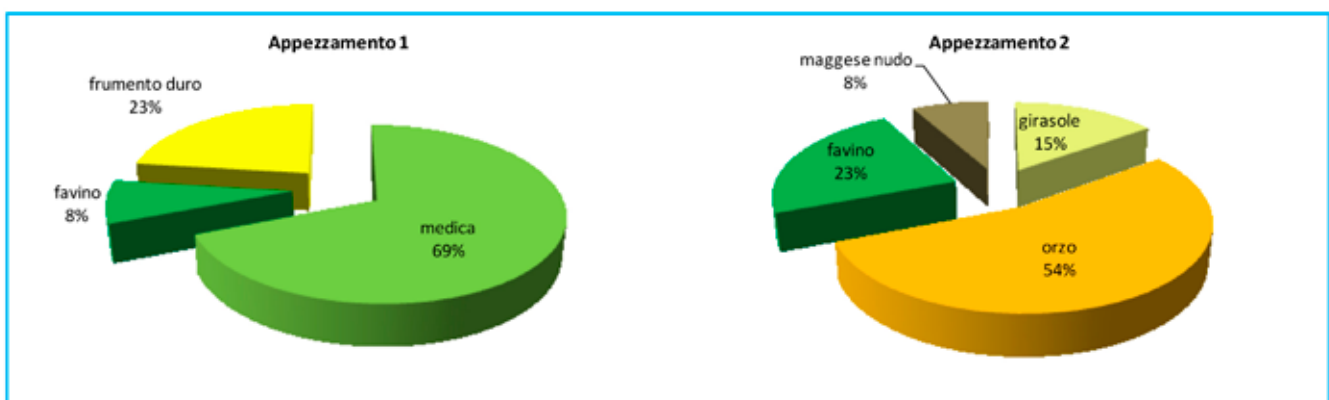


Figura 3. Avvicendamenti colturali nei due appezzamenti utilizzati dal 1998 al 2011

contro le circa 14 unità di N disponibili nell'appezzamento "Avvicendamento annuale".
In figura 2 è riportata la planimetria della sperimentazione.

La dimensione delle parcelle sperimentali è stata definita nell'ottica di una raccolta di tipo manuale, cercando quindi di ottenere una superficie tale da consentire di effettuare dei campionamenti sulla vegetazione durante il ciclo di crescita e allo stesso tempo avere comunque a disposizione un quantitativo di prodotto sufficiente per le successive analisi quantitative e qualitative della produzione.

I tre blocchi ripetuti nei due avvicendamenti colturali previsti sono stati separati da una fascia di rispetto di circa 10 m per evitare possibile deriva dei trattamenti fertilizzanti previsti nel protocollo sperimentale.

Nella tabella 1 sono riportate le principali operazioni colturali eseguite sulle colture nei due anni di sperimentazione.



Figura 2 Planimetria

Operazionicolturali	Frumentoduro	Cece
Lavorazioniprincipali	Ripuntatura, chisel e successivi affinamenti con erpici	Ripuntatura, chisel e successivi affinamenti con erpici
Semina	Novembre (varietà Claudio Bio) dose 260 kg/ha seme	Aprile (varietà Pascià) distanza tra le file 50 cm, dose 200 kg/ha seme
Controlloinfestanti	Strigliatura	Fresatura tra le file e scerbatura manuale
Concimazione	80 unità di N (+ fogliare)	80 unità di N
Raccolta	Luglio	Fine Agosto

Tabella 1.

Suolo: il recupero della fertilità "naturale" come chiave per un'agricoltura sostenibile.

Il suolo è definito come lo strato superficiale della crosta terrestre formato da minerali, acqua, aria e sostanza organica. E' un sistema complesso in equilibrio dinamico responsabile del mantenimento della vita poiché regola il ciclo biogeochimico dei nutrienti delle colture e la qualità dell'aria e dell'acqua. L'attività dell'uomo, nel suo complesso, rende il suolo soggetto a una serie di processi degradativi, tra i più importanti, il compattamento, l'erosione e la contaminazione. Purtroppo pratiche quali l'uso degli agrochimici e dei fertilizzanti di sintesi e le lavorazioni del suolo necessarie a ottenere produzioni agronomiche soddisfacenti pongono il settore agricolo tra quelli maggiormente responsabili del declino della sostanza organica e della perdita della biodiversità dei suoli. Le politiche della Comunità Europea riconoscono, ormai da anni, la necessità di diminuire la pressione esercitata dal settore agricolo sull'ecosistema suolo e sugli ecosistemi naturali ad esso strettamente correlati emanando direttive rivolte ad un uso maggiormente responsabile e conservativo della risorsa suolo. Pratiche agricole conservative quali la non lavorazione o la lavorazione minima, la presenza di copertura erbosa e/o la continua incorporazione dei residui vegetali, la difesa integrata da parassiti attraverso interventi più mirati e con uso di molecole a basso profilo

eco-tossicologico, riducono il rischio della degradazione dei suoli favorendo da un lato l'accumulo di riserve di sostanza organica e dall'altro il recupero della biodiversità e dell'attività biologica del suolo. Di fatto, l'incremento della sostanza organica resta il mezzo principale per recuperare la fertilità, la struttura e la capacità di ritenzione idrica e per ridurre il compattamento e l'erosione. Una produzione agronomica basata su tecniche più conservative non solo rappresenta un vantaggio per l'ambiente ma può tradursi in una significativa riduzione dei costi sostenuti dagli stessi agricoltori. I vantaggi economici riguardano ad esempio la riduzione del costo del carburante conseguente ad un numero minore di passaggi delle trattrici o relativo alla minore profondità della lavorazione. Il recupero della sostanza organica favorisce l'accumulo degli elementi nutritivi delle piante e determina migliori condizioni di biodisponibilità degli elementi nutritivi con conseguente riduzione dei costi da sostenere per l'uso di fertilizzanti. Il primo passo necessario è quindi quello di informare/formare gli agricoltori sulle possibili pratiche agricole da attuare per aumentare la fertilità dei suoli agricoli. Da questo punto di vista, l'agricoltura biologica, basandosi su tecniche di tipo conservativo come l'esclusione di fertilizzanti di sintesi o di agrochimici dalla produzione agronomica, contribuisce già notevolmente al ripristino della qualità dei suoli e della qualità dei corpi idrici naturali. Nonostante ciò, l'incremento della fertilità è strettamente subordinato alla scelta della

pratica agronomica (Figura 4)

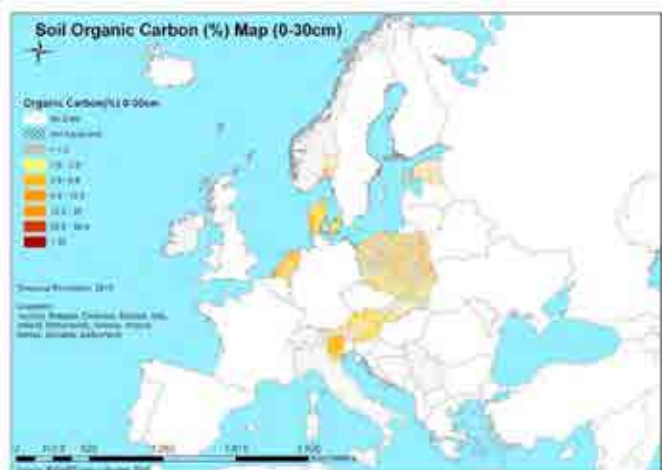


Figura 4. Contenuto di SOC (%) in Europa secondo EIONET - SOIL

Il declino del contenuto di sostanza organica è riconosciuto tra le 8 principali problematiche espresse dalla Comunità Europea (EC COM 231, 2006; EC COM 571, 2011) e uno degli obiettivi chiave è proprio quello di mantenere e/o ripristinare i livelli di sostanza organica dei suoli agricoli con contenuto < 2%, situazione tipica dei suoli italiani e in generale diffusa nei climi mediterranei (Figura 5)



Figura 5. Sostenibilità delle produzioni in agricoltura biologica (FEDERBIO, 2010)

L'urgenza di incrementare il contenuto di sostanza organica è ancora maggiore nei suoli agricoli a gestione biologica dove la produzione agronomica è ottenuta mediante l'esclusione di fertilizzanti chimici. Diventa quindi importante individuare pratiche agricole mediante le quali restituire la naturale fertilità ai suoli agricoli.

Il recupero del contenuto di sostanza organica può essere attuato attraverso due principali vie:

- l'accumulo di residui organici
- la distribuzione di ammendanti organici

L'accumulo nel suolo dei residui organici è considerato il contributo più importante. Due sono i parametri che influiscono sull'efficacia di questa pratica: la quantità e la qualità dei residui (Bianchelli et al., 2013). Da un lato, la quantità di residui colturali lasciati sul suolo deve poter compensare le perdite di sostanza organica determinate con la coltura precedente (rendere positivo il bilancio tra apporto e degradazione). Dall'altro, la diversa qualità dei residui organici (in relazione al rapporto C/N o alla coltura di derivazione), influisce sul tempo di permanenza medio dei residui e sul ripristino dell'attività biologica del suolo.

I residui colturali sono costituiti da carbonio organico di diversa composizione chimica e quindi soggetto a una diversa recalcitranza alla degradazione microbica. Questo significa che alcune parti della pianta possono essere facilmente mineralizzate mentre altre, più resistenti, vengono degradate più lentamente. Entrambe le due componenti risultano fondamentali per recuperare la naturale fertilità dei suoli agricoli. La mineralizzazione (degradazione del carbonio organico nel breve-medio periodo) a carico dei residui organici più prontamente utilizzabili dai microrganismi (es. cellulosa) è importante per il rilascio nel suolo di macro e micro elementi della nutrizione (N, P, S, K, Mg, Fe etc...) che tornano a essere nuovamente biodisponibili per le colture. Dall'altro lato la degradazione lenta della parte più recalcitrante dei residui organici (es. lignina) contribuisce al lento accumulo (umificazione) della sostanza organica nel suolo e alla formazione delle riserve di carbonio organico umico. La degradazione segue quindi processi biochimici di velocità diverse (mineralizzazione e umificazione). La trasformazione/degradazione deve poter raggiungere un equilibrio tra i due processi antagonisti; se il processo di mineralizzazione è troppo spinto, si assiste a un continuo impoverimento della sostanza organica dei suoli.

L'accumulo di una diversità nella qualità dei residui organici influenza anche l'attività biologica dei suoli. Se da un lato, è bene lasciare nel suolo miscele di residui colturali diversi così da evitare l'accumulo esclusivo di residui colturali con alto rapporto C/N che, per essere degradati, sottraggono temporalmente azoto biodisponibile alle colture, dall'altro

la presenza di miscele di residui colturali diverse svolge l'importante compito di meglio regolare la biodiversità della catena trofica di microrganismi edafici. Infatti, è noto, che la sostanza organica viene trasformata/degradata da comunità microbiche diverse che si succedono nel tempo e per le quali lo specifico substrato di crescita è quanto prodotto dalla comunità microbica precedente (Figura 6)

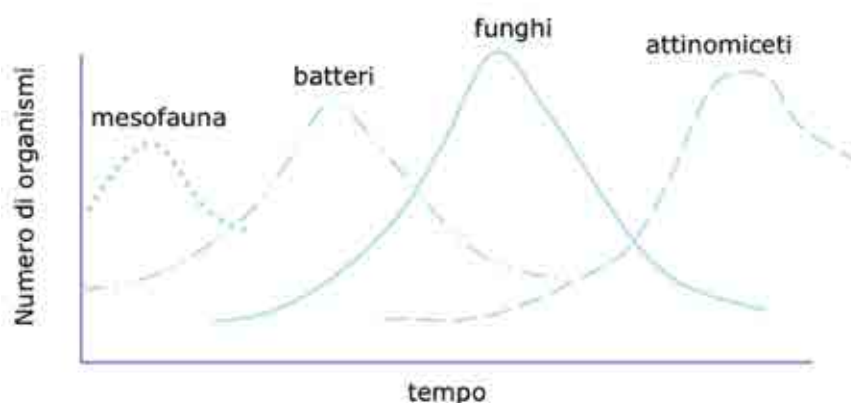


Figura 6. Successione delle comunità edafiche in relazione alla degradazione dei residui colturali nel suolo.

La gestione dei residui colturali diventa quindi la chiave di controllo della qualità dei suoli, tanto maggiore è la biodiversità dei residui colturali tanto maggiore sarà la biodiversità delle comunità edafica, e tanto più equilibrato risulterà il bilancio della sostanza organica, ovvero i processi di mineralizzazione/umificazione e il ciclo biogeochimico dei nutrienti alle colture.

La sperimentazione condotta nei due anni del progetto Cereali Biologici di Qualità (Misura 1.2.4-Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie) ha messo in evidenza l'effetto della precessione sulla fertilità del suolo in agricoltura biologica. Nei due anni di sperimentazione la precessione a medica ha determinato condizioni fisico-chimiche (contenuto di sostanza organica, biodisponibilità di elementi nutritivi, struttura del suolo) decisamente migliori rispetto a quelle determinate nello stesso suolo dall'alternanza di colture in un avvicendamento annuale tipico (leguminosa/cereale). Le condizioni di fertilità determinate dalla presenza di erba medica hanno permesso un adattamento migliore e una produzione, del frumento prima, e del cece poi, più alta.

Il contenuto di tutte le frazioni organiche (dai residui colturali al carbonio organico umico) sono risultate più elevate (Figura 7) rispetto quanto rilevato nel suolo dopo avvicendamento fino alla fine dei due anni di sperimentazione.

A questo punto, una strategia agronomica conservativa deve tentare di mantenere il più a lungo possibile le condizioni prodotte dalla medica magari scegliendo produzioni colturali con valore redditizio, ma comunque meno sfruttanti, ad esempio del frumento, che potrà tornare dopo un periodo dedicato alla conservazione/consolidamento delle condizioni prodotte.

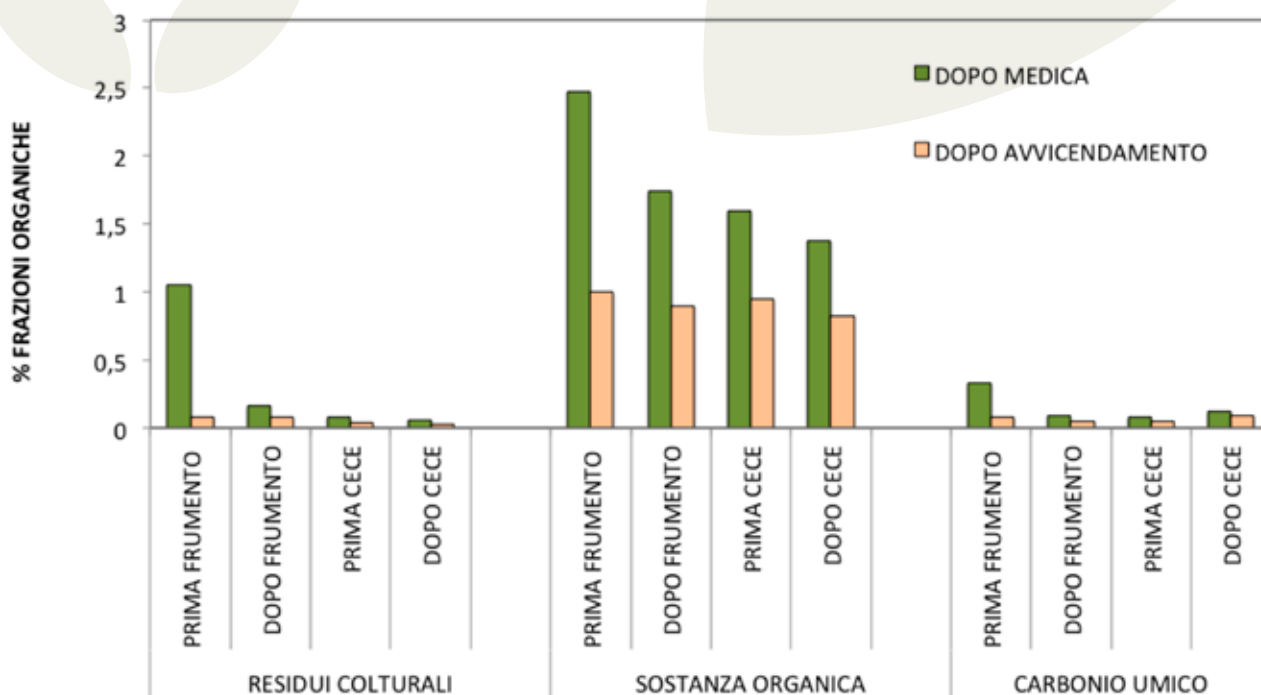


Figura 7. Frazioni di carbonio organico accumulate nei due sistemi colturali durante due anni di sperimentazione.

L'applicazione di ammendanti organici al suolo è un'altra via percorribile per incrementare la sostanza organica dei suoli agricoli. In questo caso però, la natura del carbonio organico presente negli ammendanti, di solito prontamente mineralizzabile, può contribuire scarsamente all'accumulo delle riserve di sostanza organica. Inoltre si deve considerare altri aspetti quali, la forma con cui l'ammendante organico viene distribuito ed, ancora, l'attività biologica del suolo su cui viene distribuito. La distribuzione di ammendanti organici in forma di pellet (disidratati e compatti) può renderli diversamente disponibili all'attacco microbico necessario per la liberazione dei nutritivi contenuti a seguito delle diverse condizioni climatiche, soprattutto umidità e temperatura, condizionando l'efficienza di rilascio dei nutritivi e l'effetto fertilizzante. Inoltre si deve considerare che i nutritivi presenti negli ammendanti organici sono in forma organica e che il rilascio di questi in una quantità necessaria a sostenere la crescita e in una forma assimilabile dalle colture è un processo strettamente mediato dall'attività biologica dei suoli. Ad esempio la quantità di azoto presente negli ammendanti organici è per la maggior parte in forma organica (es. 5% azoto totale di cui 4% organico). Per poter essere reso disponibile e assorbito dalle colture, l'azoto organico deve essere dapprima liberato e poi trasformato in ammonio e nitrato che sono le forme in cui l'apparato radicale può assorbire azoto. Per cui, tanto maggiore e più specializzata nel rilascio di azoto (es. batteri nitrificanti) è la biomassa microbica di un suolo e tanto maggiore sarà l'efficienza di fertilizzazione

dell'ammendante distribuito (Figura 8) (Bianchelli et al., 2014).

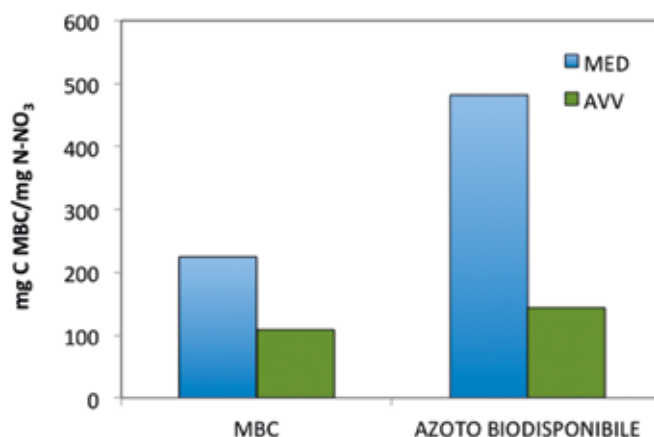


Figura 8. Contenuto medio di biomassa microbica (MBC) e dell'azoto biodisponibile (N-NO₃) misurato durante 90 giorni di incubazione in condizioni di laboratorio nel suolo dopo medica e dopo avvicendamento annuale. La quantità di nitrati equivale a quella liberata dalla presenza di un ammendante organico al netto di quella già presente nei suoli.

Da quanto sopra esposto appare chiaro come il suolo sia un sistema complesso in cui i diversi processi biochimici si mantengono in equilibrio dinamico e come sia necessario conoscere e regolare, per favorirli, i processi utili a recuperare la sostanza organica e la naturale fertilità dei suoli agricoli.

Componenti del trofismo delle specie vegetali.

La fertilità di un suolo può essere definita come l'insieme delle caratteristiche che influenzano positivamente la capacità della pianta di svolgere le proprie funzioni metaboliche e di assorbire acqua e nutrienti; azioni indicate più generalmente come "trofismo". Le componenti che incidono sul trofismo delle piante riguardano caratteristiche insieme chimiche, fisiche e biochimiche del terreno. Tra queste è sicuramente centrale la disponibilità dei nutrienti: legata alle concimazioni, ma anche al ciclo di degradazione dei residui colturali, ai processi di mineralizzazione e quindi ai livelli di attività microbica, ai bilanci colturali oltre che al pH del terreno.

Al di là della presenza dei nutrienti, sono componenti fondamentali della fertilità anche quelle che regolano la possibilità di accesso ad essi. Tra i parametri che influenzano l'accesso alle diverse nicchie e alle risorse in esse presenti, si possono includere la resistenza meccanica dei suoli e la disponibilità idrica come parametri fisici, ma anche parametri biologici quali la presenza di sostanze fitotossiche o allelopatiche. Una volta garantito l'accesso ai nutrienti, la capacità di assorbimento, completa la regolazione dei processi di trofismo. Quando la radice riesce a raggiungere nicchie in cui acqua e nutrienti siano disponibili, le condizioni fisiologiche della pianta devono anche esse essere favorevoli all'assorbimento.

In questo senso forte peso hanno ad esempio i livelli di traspirazione da cui dipendono i processi di assorbimenti dei micronutrienti meno mobili (es. Ca).

Tra le pratiche colturali, quella della rotazione con colture miglioratrici si è dimostrata in grado di implementare la fertilità del terreno influenzando positivamente molti degli aspetti sopra elencati. Si cercherà di analizzare nel dettaglio il ruolo che ciascuno di essi gioca nello sviluppo morfologico e funzionale degli apparati radicali con particolare riferimento agli effetti legati all'introduzione delle rotazioni colturali con erba medica. La coltivazione di erba medica si è dimostrata capace di aumentare la disponibilità di nutrienti e di azoto in maniera particolare nel terreno. L'azoto funge da stimolo sia all'allungamento che alla proliferazione di apici radicali determinando un incremento della densità delle radici nel terreno ed aumentando quindi la generale capacità di intercettare risorse da parte della pianta.

Da un punto di vista biologico la rotazione con erba medica aumenta la concentrazione di acidi umici, soprattutto negli strati di suolo più superficiali. Gli acidi umici svolgono un ruolo di promotori dell'attività di enzimi e microrganismi nel suolo. Inoltre essi agiscono, nei confronti della radice, stimolando lo sviluppo di peli e primordi radicali ed

inducendo la generazione di un apparato più esteso e con elevata superficie assorbente. Gli acidi umici sono stati riconosciuti avere un ruolo di stimolo nell'assorbimento di macronutrienti quali N, P, K e micronutrienti quali Ca e Mg. Inoltre alcuni studi hanno confermato la loro capacità di implementare il metabolismo vegetale incentivando l'assorbimento.

Per ciò che riguarda le proprietà fisiche del terreno, la rotazione con erba medica influisce generando un maggior contenuto di sostanza organica nel suolo, migliorandone la struttura anche attraverso un'azione di dissodamento del terreno, riducendone densità e resistenza meccanica. La presenza di residui di medica e l'azione di aratura naturale esercitata dalle sue radici aumentano la capacità di penetrazione e ritenzione idrica e l'aereazione del terreno. L'insieme di questi contributi è in grado di generare un ambiente più favorevole alla penetrazione radicale e all'accesso ai nutrienti. Da un punto di vista morfologico inoltre una ridotta resistenza meccanica agisce favorendo la proliferazione di radici più sottili, meno costose in termini di allocazione dei fotosintetati e più efficienti nell'assorbimento.

Morfologia e topografia radicale

Le prove condotte hanno confermato uno sviluppo più superficiale delle radici nella parcella caratterizzata dall'avvicendamento con erba medica. La rotazione con medica ha generato, in entrambe le colture succedutesi, un significativo aumento della densità radicale espresso come mg di radici per g di suolo (Figura 9).

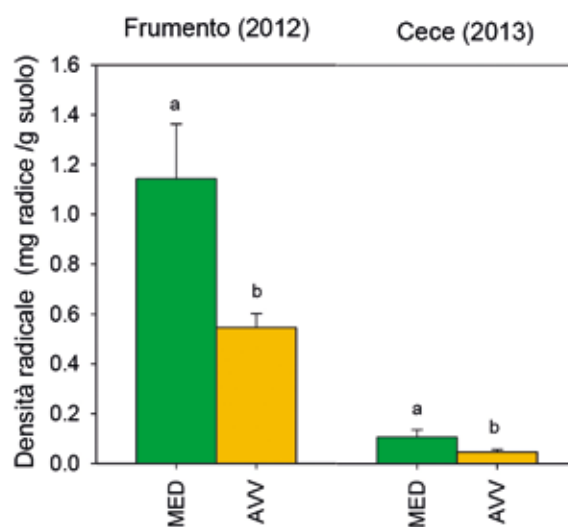


Figura 9. Densità radicale di frumento e cece come influenzati dalla precessione colturale. I grafici riportano i valori di media + st.err. Lettere diverse indicano differenze significative secondo il test Tukey di separazione delle medie ($p < 0.05$).

Le stesse radici sono risultate inoltre caratterizzate da diametri mediamente inferiori. L'effetto della rotazione è risultato significativo nel primo anno dopo la rottura del prato di medica sul frumento. Effetti residuali si sono registrati comunque anche sulla coltura di cece dell'anno successivo (Figura 10).

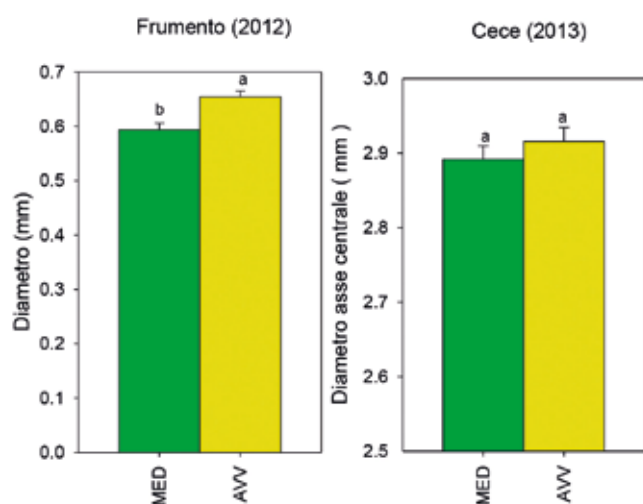


Figura 10. Diametri medi delle radici seminali del frumento e dell'asse centrale del cece coltivati nel 2012 e nel 2013 rispettivamente. I grafici riportano i valori di media + st.err. Lettere diverse indicano differenze significative secondo il test Tukey di separazione delle medie ($p < 0.05$).

La produzione di radici più sottili comporta nella pianta un generale aumento dell'efficienza del sistema. Gli individui possono contare su una maggior superficie assorbente sostenendo per questa un costo molto inferiore, in termini di allocazione di metaboliti.

Metabolismo aereo e radicale

La rotazione con medica ha esercitato un'azione di stimolo all'attività fisiologica radicale, quantificata nel corso della prova con la misura della respirazione radicale (Figura 11). Molteplici sono le componenti che potrebbero aver giocato un ruolo in questo: dall'aumento della concentrazione di acidi umici, alla maggior costanza della disponibilità idrica fino alla maggior dotazione di nutrienti del terreno.

In presenza di una rotazione con medica il miglioramento di numerose componenti della fertilità ha incrementato la capacità di esplorare capillarmente il terreno e di assorbire nutrienti, consentendo di raggiungere un maggior livello di

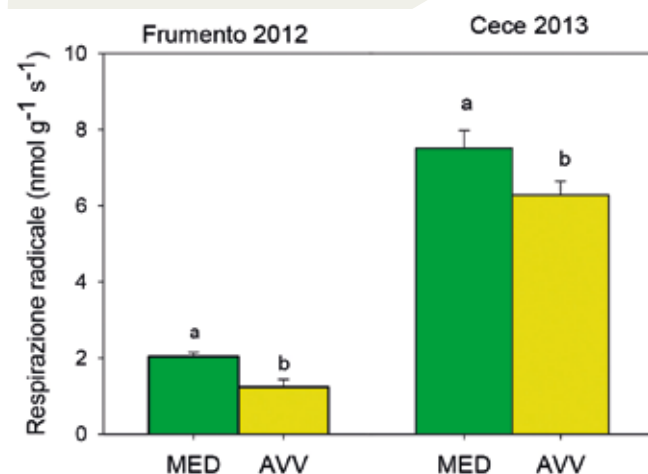


Figura 11. Respirazione radicale del frumento e del cece coltivati nel 2012 e nel 2013 rispettivamente. I grafici riportano i valori di media + st.err. Lettere diverse indicano differenze significative secondo il test Tukey di separazione delle medie ($p < 0.05$).

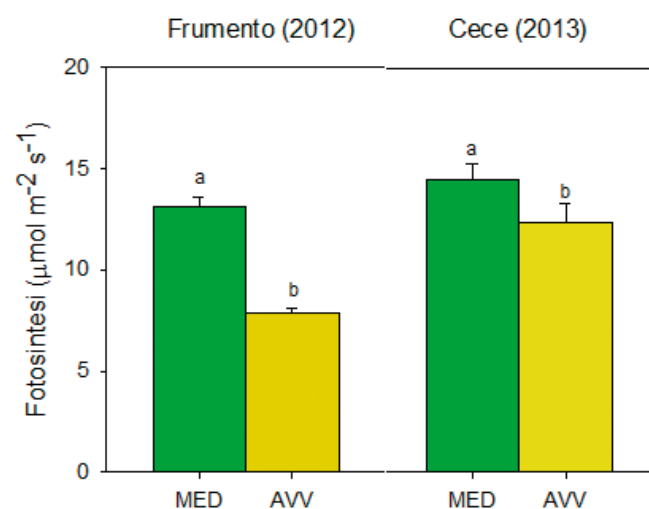


Figura 12. Attività fotosintetica del frumento e del cece coltivati nel 2012 e nel 2013 rispettivamente. I grafici riportano i valori di media + st.err. Lettere diverse indicano differenze significative secondo il test Tukey di separazione delle medie ($p < 0.05$).

attività e di efficienza del sistema radicale. Questo si è tradotto in uno stimolo al metabolismo della pianta in generale e allo sviluppo vegetativo della parte aerea. Da registrare è però come la risposta non sia stata uniforme tra le colture e l'effetto sul metabolismo aereo sia andato attenuandosi con il tempo (Figura 12).

Influenza di tecniche agronomiche, fertilità del suolo e sviluppo radicale sulle produzioni biologiche.

L'azoto è il principale fattore della resa quantitativa e qualitativa del frumento. Esso, a differenza di fosforo e potassio, non si accumula nel terreno e non è rilasciato con continuità nel tempo: per tal motivo la tecnica della concimazione azotata risulta di centrale importanza.

È necessario infatti garantire il completo e continuo soddisfacimento dei fabbisogni azotati della pianta durante tutto il suo ciclo vegetale, intervenendo, in momenti opportuni, con fertilizzazioni azotate minerali che integrino la fornitura d'azoto che il terreno è in grado di assicurare.

Ciò non sempre è facilmente ottenibile in agricoltura biologica laddove i fertilizzanti organici normalmente impiegati non garantiscono rapido rilascio dell'azoto che avviene a seguito di complessi processi di mineralizzazione degli elementi nutritivi, fortemente influenzati da fattori climatici ed in particolare dalle temperature.

Risulta quindi difficile "sincronizzare" le esigenze di una coltura autunno-vernina, qual è il frumento, e la sua richiesta di azoto nelle fasi fenologiche determinanti per le rese finali.

Molto invece si può fare per conservare e preservare la sostanza organica del terreno che, in agricoltura biologica in particolare, risulta fondamentale per garantire al frumento uno stato nutrizionale adeguato al conseguimento di rese quantitativamente e qualitativamente soddisfacenti.

Adeguate avvicendamenti delle colture favorendo l'introduzione di leguminose annuali e lavorazioni conservative del suolo, che diminuiscono la perdita di nitrati per lisciviazione e diluizione della sostanza organica lungo il profilo sono, in quest'ottica, le migliori strategie per la conservazione ed il miglioramento del contenuto di sostanza organica.

La discussione dei risultati ottenuti prende in considerazione le differenze ottenute tra le due precessioni colturali (erba medica e avvicendamento annuale) per i parametri produttivi dei due anni di sperimentazione su frumento duro e cece. Nell'ambito delle diverse concimazioni organiche in prova non si sono avute invece, in entrambi gli anni di sperimentazione, differenze significative per nessuno dei parametri analizzati.

Frumento 2011-2012

La prova ha portato a differenze, in termini di produzione di granella, superiori alle 2 t ha⁻¹ (4,2 t ha⁻¹ per la precessione medica contro le 2 t ha⁻¹ ottenute dalle parcelle con precessione annuale) (figura 13).

Vista l'assenza di interazioni positive da parte dei fertilizzanti organici previsti tale risultato è da intendersi principalmente come frutto delle differenze di fertilità esistente in partenza tra i due appezzamenti a cui si era già accennato in precedenza.

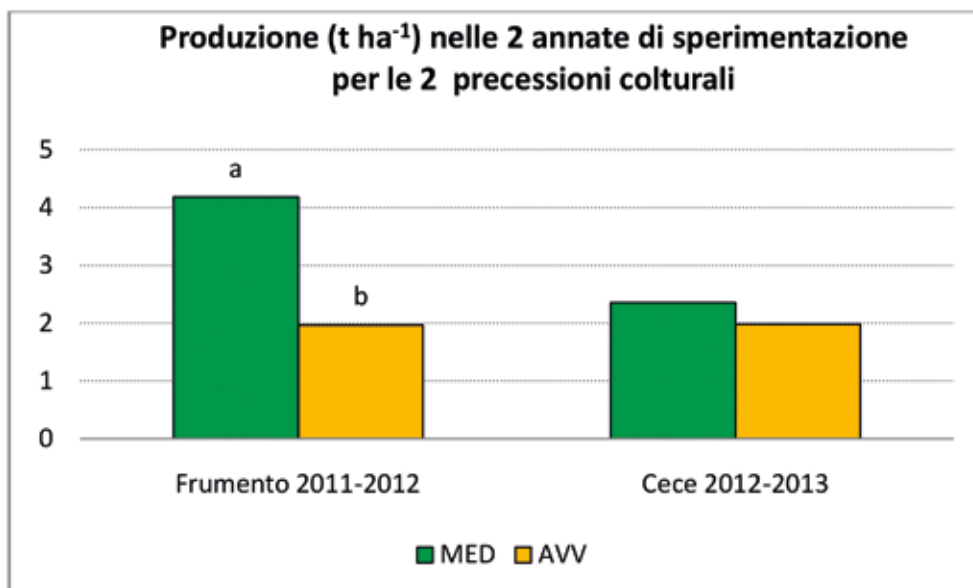


Figura 13.



Cece 2012-2013

I risultati agronomici del secondo anno di sperimentazione non hanno evidenziato differenze significative di produzione per nessuno dei parametri quali-quantitativi analizzati in funzione sia della concimazione organica applicata, sia della precessione colturale di lungo periodo. In riferimento all'effetto della precessione si evidenzia una maggiore produzione (seppur come già accennato non significativa) delle tesi con precessione di lungo periodo con medica rispetto alle tesi con precessione di lungo periodo basata sull'avvicendamento annuale. La produzione si è attestata in media sulle 2,2 t ha⁻¹ di granella (2,4 t ha⁻¹ per l'appezzamento 1 e 2,0 t ha⁻¹ per l'appezzamento 2), risultato più che soddisfacente considerando il regime di biologico in cui si è operato (fig.12)

Sulla base dei risultati ottenuti durante i due anni di sperimentazione emerge chiara l'influenza dell'avvicendamento colturale sulla fertilità dei suoli, mentre minore e più variabile è risultato l'effetto sulle produzioni agronomiche esercitato dalla distribuzione degli ammendanti organici in forma di pellet.

A tal proposito l'indagine svolta per fare luce sul comportamento dell'ammendante ha messo in evidenza come la sua effettiva efficacia sia soggetta a diverse variabili. Il pellet si rende disponibile al rilascio solo in opportune condizioni di umidità e la quantità di azoto rilasciata dipende strettamente dal livello e dal tipo di attività biologica del suolo in cui esso viene distribuito; tanto maggiore l'attività tanto maggiore il rilascio di azoto. Nel caso del frumento duro risulta difficile "sincronizzare" le esigenze nutritive della coltura con l'effettivo momento di rilascio dell'azoto da parte dei fertilizzanti pellettati ammessi in agricoltura biologica, con possibili ripercussioni ambientali negative (perdite di azoto per lisciviazione nelle acque).

Sul cece il mancato effetto dell'applicazione degli ammendanti era prevedibile vista la natura di coltura azotofissatrice della leguminosa e la sua tendenziale indipendenza nei confronti della concimazione azotata.

Dal complesso dei dati dei due anni di sperimentazione in biologico emerge come indicazione, più che in agricoltura convenzionale, la necessità di aumentare o quantomeno preservare la fertilità del suolo, in questo si ritiene che la riduzione delle lavorazioni del suolo possa essere un valido aiuto per la conservazione della S.O. Per tutti i parametri che compongono la fertilità del suolo la presenza di erba medica svolge un ruolo migliorativo rilevante. Analizzando però l'avvicendamento colturale in cui è stata spesso presente la medica e che ha fornito i risultati migliori su frumento emerge un ridotto

spazio disponibile per le colture annuali, il che potrebbe renderlo economicamente di difficile sostenibilità.

L'introduzione del cece nell'avvicendamento è vista soprattutto nell'ottica di sfruttare la capacità già citata di azotofissatrice della coltura per preservare la fertilità del suolo e, allo stesso tempo, introdurre una coltura che possa essa stessa essere inserita in un processo di filiera, attenuando le perdite economiche legate all'assottigliamento dello spazio temporale a disposizione per i cereali autunno-vernini nella rotazione.

Conclusioni generali

Dai risultati della sperimentazione emerge, da più punti di vista, come la gestione agronomica del suolo sia fondamentale per conservarne e migliorarne la fertilità. La resa del frumento subito dopo un medicaio è superiore al doppio in termini produttivi nei confronti del frumento succeduto ad una alternanza principalmente di graminacee, senza che si evidenzino alcun effetto da parte delle concimazioni organiche applicate.

Cultivare frumento una volta ogni cinque anni, nel caso di rotazione con erba medica, risulta tuttavia economicamente non sostenibile per l'agricoltore. Il progetto suggerisce l'utilizzo di una leguminosa da granella annuale (che abbia la possibilità di entrare anch'essa in un processo di filiera di nicchia) capace di associare al miglioramento della fertilità del terreno un aumento del tempo a disposizione per la coltivazione dei cereali. Le rotazioni frumento/leguminosa, mirate al miglioramento della fertilità generale del terreno giocano, come presentato, un ruolo fondamentale nella capacità di espansione dell'apparato radicale delle colture e di esplorazione del terreno, migliorando la capacità di assorbimento di elementi nutritivi, ed influenzando la resa finale in termini di produzione.

Una corretta gestione agronomica del suolo influenza una serie di parametri fisico-chimici del terreno che risultano tutti funzionali alla determinazione della resa finale della coltura, parametro economico da cui ampiamente dipendono le scelte di ogni agricoltore.

Un'ulteriore considerazione va fatta sull'impiego dei fertilizzanti organici in agricoltura biologica e di come sia difficile "sincronizzare" il momento del rilascio da parte dei fertilizzanti di elementi nutritivi con il momento di massima richiesta di quest'ultimi da parte della coltura. La pratica di distribuire i fertilizzanti organici al momento della semina ed interrarli con una lavorazione profonda potrebbe incorrere nel rischio reale di lisciviazione degli elementi nutritivi (azoto in particolare) inficiandone quindi l'efficacia e incorrendo nella generazione di una fonte di inquinamento ambientale.

Bibliografia

Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee of the Regions, Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231 final

Communication COM(2011) 571 final) Roadmap to a Resource Efficient Europe.

Bianchelli, M., Monaci, E., Neri, D., Polverigiani, S., Santilocchi, R., Toderi, M., Vischetti, C. (2013) Prime valutazioni degli effetti della precessione colturale e della tipologia di fertilizzanti su rese di frumento e fertilità del suolo in biologico in *Cereali Biologici di Qualità – Monografia 2- Con-MarcheBio Eds*, 2013.

Bianchelli, M., Monaci, E., Neri, D., Polverigiani, S., Santilocchi, R., Toderi, M., Angeletti, C., Vischetti, C. (2014) Effetti della precessione colturale sullo sviluppo delle colture e sulla fertilità del suolo in biologico in *Cereali Biologici di Qualità – Monografia - ConMarcheBio Eds*, 2014.