



## **Biomassa e attività della comunità microbica di suoli agricoli sottoposti a diverse pratiche agronomiche**

Anna De Marco<sup>a\*</sup>, Fabrizio Esposito<sup>a</sup>, Eleonora Di Cuffa<sup>a</sup>, Amalia Virzo De Santo<sup>a</sup>,  
Alessandro Piccolo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale - Università degli Studi di Napoli, Federico II, Via Cinthia, Napoli 80126, Italia

<sup>b</sup>Dipartimento di Scienze del suolo, della pianta e dell'ambiente, Università degli Studi di Napoli, Federico II, Via Università 100, Portici(NA) 80055, Italia

### **Abstract**

Biomassa, attività e diversità microbica sono utilizzati come indicatori di qualità del suolo e come indicatori di stress dato che funghi e batteri hanno ciclo vitale breve e rispondono velocemente ai cambiamenti del tipo di gestione agricola. Obiettivo di questa ricerca (che è parte del Progetto MESCOSAGR) è stato quello di utilizzare indicatori microbici di qualità dei suoli nel confronto tra campi di mais (Torino e Napoli) sottoposti a diverse pratiche agronomiche: fertilizzazione azotata con aratura tradizionale (TRA) e con lavorazione minima (MIN); aratura tradizionale con aggiunta di compost (COM). Inoltre in suoli coltivati a frumento sono stati valutati gli effetti di metallo-porfirine fotosensibili (POR) come stabilizzatori della sostanza organica del suolo. Non sono state osservate differenze significative tra i trattamenti TRA, MIN e COM. In confronto ai NO-POR, i suoli POR presentano una riduzione della biomassa fungina attiva; solo per il suolo POR di Napoli si osserva una riduzione significativa della biomassa e dell'attività microbica alla levata del frumento e un incremento in assenza di vegetazione. Le differenze tra i suoli di Napoli e di Torino, diversi per le caratteristiche chimico-fisiche, sono significative per tutti i parametri. © 2009 SItE. All rights reserve

*Keywords:* agroecosistemi; biomassa microbica e fungina; attività microbica; compost; ferro-porfirine.

### **1. Premessa**

In un agroecosistema il tipo di gestione e la sostenibilità delle pratiche agricole sono il fulcro per il mantenimento della fertilità del suolo, per la conservazione della produttività e la salvaguardia della biodiversità del sistema. In questa prospettiva, diventa sempre più importante valutare gli effetti di diversi tipi di gestione agricola sul suolo ed identificare possibili bio-indicatori per definire la "qualità" o "salute" del suolo (Pankhurst, 1997). In particolare molti autori suggeriscono l'uso di

indicatori microbici della qualità del suolo (Turco et al., 1994, Sparling, 1997; Andr n and Balandreau, 1999; Wardle et al., 1999, Kandler et al., 1999). I microrganismi regolano il flusso di nutrienti nel suolo attraverso l'assimilazione dei nutrienti stessi e la produzione di biomassa microbica (processi di immobilizzazione) e convertendo le forme organiche di C, N, P e S nelle forme minerali (processi di mineralizzazione) (Jenkinson and Ladd, 1981; Wani and Lee, 1995). Una drastica riduzione della comunit  microbica si riflette in un rallentamento delle trasformazioni biochimiche che avvengono nel suolo, ed in una riduzione della produttivit  del sistema (Wani and Lee, 1995).

\* Corresponding author. Tel.: +39-081-679100; e-mail: [ademarco@unina.it](mailto:ademarco@unina.it).

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare gli effetti di differenti pratiche colturali e diversi trattamenti sperimentali sulla comunità microbica del suolo. Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto FISR MESCOSAGR che aveva come scopo quello di valutare metodi sostenibili per il sequestro del carbonio organico nei suoli agrari, ponendo particolare attenzione alla qualità chimica, fisica, biologica ed agronomica dei suoli. Nel presente lavoro biomassa ed attività microbica sono state misurate su suoli, coltivati a mais in due stazioni (Napoli e Torino) differenti sia dal punto di vista edafico che da quello climatico; i suoli sono stati sottoposti a lavorazione tradizionale e a lavorazione minima, fertilizzati con urea o ammendati con compost. Inoltre, su parcelle coltivate a frumento è stato saggiato l'effetto sulla comunità microbica del suolo di una ferro-porfirina di sintesi come stabilizzatore della sostanza organica del suolo (Piccolo et al., 1999), usata per la prima volta in esperimenti di campo. L'ipotesi di lavoro è che l'uso di compost o di ferro-porfirina potrebbe aumentare la sostanza organica negli orizzonti del suolo, preservando quelle componenti labili, come carboidrati ed amminoacidi, dalla mineralizzazione microbica e quindi, riducendo l'emissione di anidride carbonica in atmosfera (Rolston, 1986).

## 2. Materiali e Metodi

I suoli sottoposti alle differenti pratiche colturali e ai diversi trattamenti sperimentali, sono stati campionati in due stazioni sperimentali: Napoli e Torino. È stato prelevato il suolo della rizosfera (rizosoil) nella fase di levata delle colture di mais (Luglio) e frumento (Maggio) e il suolo dopo la raccolta del mais (bulksoil). La coltura di mais è stata impiegata in entrambe le stazioni sperimentali per valutare gli effetti: i) della lavorazione tradizionale (fino a 35 cm di profondità) e fertilizzazione con urea (130 Kg/ha di N), ii) della lavorazione tradizionale e aggiunta di compost (20 t/ha/anno) e iii) della lavorazione minima del suolo (fino a 10 cm) e fertilizzazione con urea (130 Kg/ha di N). Ciascun tipo di gestione è stata saggiata su 4 parcelle (repliche di campo) delle dimensioni di 30 m<sup>2</sup> a Napoli e 48 m<sup>2</sup> a Torino. Per la stazione di Torino è stato possibile campionare il suolo anche in 3 parcelle non lavorate e

tenute a prato dal 1993 e nelle quali la copertura vegetale era costituita essenzialmente da festuca, trifoglio e tarassaco con sfalcio una volta all'anno. Per la coltura a frumento sono state utilizzate parcelle di 1m<sup>2</sup> (3 repliche di campo) alle quali è stata aggiunta ferro-porfirina (1 g/m<sup>2</sup>) e parcelle controllo di 29 m<sup>2</sup> (3 repliche di campo) interessate dallo stesso tipo di pratica agronomica (lavorazione tradizionale e fertilizzazione con urea) ma non trattate con ferro-porfirina. Tutti i suoli sono stati prelevati fino a 15 cm di profondità.

La stazione sperimentale gestita dall'Università degli Studi di Napoli, si trova in prossimità della piana del Sele (Bellizzi-Salerno), è caratterizzata da precipitazione media annua di circa 908 mm e una temperatura media annuale di circa 15.5 °C. Il sito sperimentale di Torino è localizzato presso il Centro Sperimentale Interdipartimentale della Facoltà di Agraria di Torino nel Comune di Carmagnola (TO). Le precipitazioni annue medie sono pari a circa 734 mm e la temperatura media annua è di 11,9 °C.

I suoli delle due stazioni sperimentali presentano caratteristiche diverse, in particolare il suolo di Napoli mostra una prevalenza della frazione argillosa (32.9%), una elevata stabilità strutturale ed un alto contenuto di macroaggregati (> 0.25 mm 85 e 88%) stabili in acqua rispetto al suolo di Torino. Il suolo di Torino presenta invece un contenuto di sostanza organica ed una capacità idrica massimale (CIM) più elevate rispetto al suolo di Napoli (Tabella 1).

Tabella 1: Caratteristiche chimico-fisiche dei suoli prelevati nelle due stazioni sperimentali.

	Sostanza organica (%)	pH	CIM (%)	Argilla (%)	Macroaggregati (%)
Napoli	1,24	7,9	18,4	32,9	85
Torino	1,78	8,1	24,3	7,40	59

I dati si riferiscono allo strato 0-15 cm

Tutte le analisi sono state effettuate su terreno setacciato a 2 mm per eliminare lo scheletro ed i residui vegetali ed animali di grosse dimensioni. I terreni sono stati conservati in frigo a 4°C ed analizzati in una settimana dal giorno del

campionamento. Sono stati indagati i seguenti parametri biologici:

- la biomassa microbica del suolo, attraverso il metodo della respirazione indotta da substrato dopo aggiunta di glucosio (Degens et al., 2001);

- la biomassa fungina totale e attiva su campioni di suolo dispersi in tampone fosfato (60 mM and pH 7.5) e trasferiti su un filtro di membrana (porosità 0.45  $\mu\text{m}$ ). Per determinare il micelio fungino totale, il filtro è stato colorato con blue di anilina, mentre per la determinazione del micelio fungino metabolicamente attivo è stata utilizzata la colorazione con diacetato di fluoresceina in accordo con Söderström (1979). Sia il micelio totale che quello attivo sono stati stimati al microscopio (400x) attraverso il metodo della conta delle intersezioni (Olson, 1950);

- la frazione fungina del carbonio microbico è stata calcolata come rapporto percentuale del carbonio del micelio fungino attivo ed il carbonio microbico; il carbonio fungino è stato ricavato dal contenuto medio di N % (2.45; Swift et al., 1979) e dal rapporto medio C/N nei funghi (C/N=15; Killham, 1994);

- l'attività microbica del suolo, valutata come evoluzione di  $\text{CO}_2$  dal suolo mediante gascromatografia, dopo una incubazione al buio di 4 ore a 25 °C (Degens et al., 2001); l'attività microbica è stata inoltre valutata come quoziente metabolico  $q\text{CO}_2$  ossia come C evoluto dal suolo come  $\text{CO}_2$  per unità di C microbico nell'unità di tempo e come coefficiente di mineralizzazione endogeno, CEM dato dal rapporto del C- $\text{CO}_2$  evoluto dal suolo sul C organico.

La significatività delle differenze è stata saggiata attraverso l'analisi della Varianza (ANOVA ad una via) seguita dal test di Dunn o dal test di Tukey ( $P < 0.05$ ; SigmaStat 3.0).

### 3. Risultati

Nella stazione di Napoli, la biomassa fungina, sia attiva che totale (Figura 1), non mostra differenze significative tra i suoli sottoposti alle diverse pratiche agronomiche, anche se valori più alti di micelio fungino sono stati registrati nei suoli ammendati con compost. Nella stazione di Torino la biomassa

fungina, sia attiva che totale, mostra valori significativamente più alti ( $P < 0.01$ ) nei suoli prelevati nelle parcelle a prato rispetto a quelli delle parcelle sottoposte alle pratiche colturali sperimentali (Figura 1).

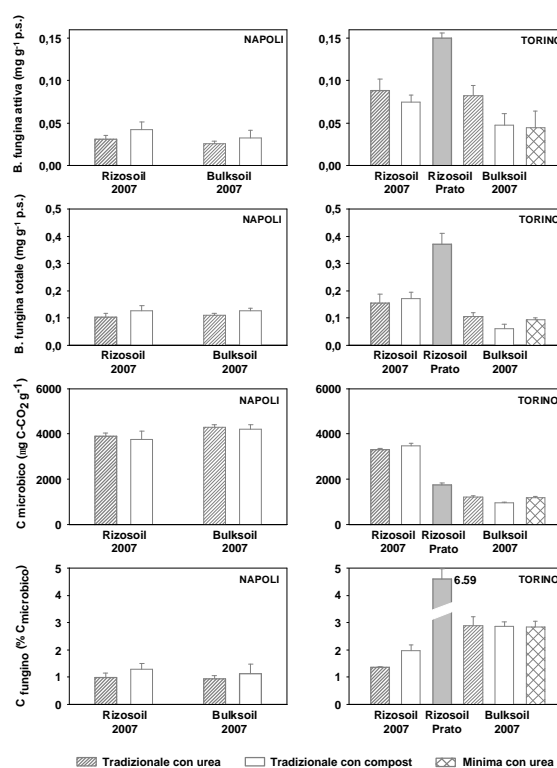


Fig. 1. Biomassa fungina attiva e totale, biomassa microbica e frazione fungina del C microbico dei suoli prelevati nelle stazioni sperimentali di Napoli e Torino sottoposti a diverse pratiche agronomiche.

La biomassa microbica e la frazione fungina del C microbico non presentano differenze statisticamente significative tra i suoli sottoposti alle diverse pratiche agronomiche con l'eccezione dei suoli a prato di Torino nei quali i valori della frazione fungina del carbonio microbico sono significativamente più alti (Figura 1).

L'attività microbica (Figura 2), misurata come respirazione,  $q\text{CO}_2$  e CEM non mostra differenze legate alle diverse pratiche agronomiche sia nel bulksoil sia nel rizosoil delle due stazioni sperimentali, ad eccezione del suolo a prato di Torino non lavorato da quasi 15 anni.

Rispetto al suolo di Napoli, il suolo della stazione di Torino presenta una biomassa fungina, sia attiva che totale, più elevata, una frazione fungina del C microbico maggiore (Figura 1) e una attività microbica (Figura 2) ridotta. Le differenze riscontrate per i parametri biologici riflettono le differenze nelle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli delle stazioni di Napoli e Torino.

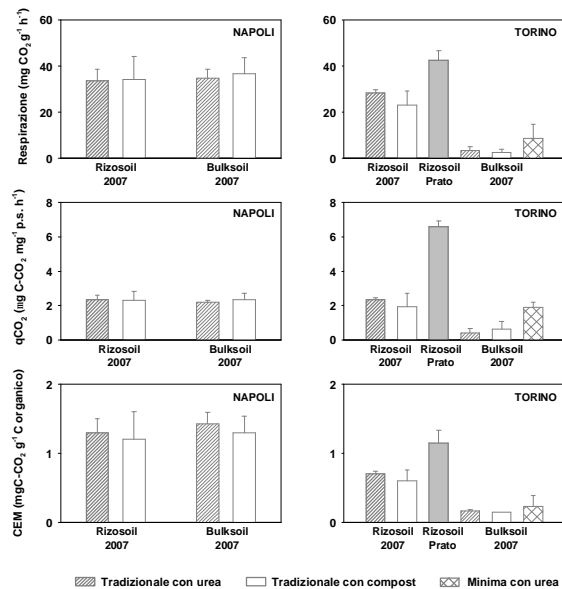


Fig. 2. Respirazione microbica, quoziente metabolico e coefficiente di mineralizzazione endogena dei suoli prelevati nelle stazioni sperimentali di Napoli e Torino sottoposti a diverse pratiche agronomiche.

Il rizosoi ed il bulksoil della stazione di Torino mostrano significative differenze per i parametri esaminati; in particolare la biomassa microbica e l'attività microbica sono ridotte nel bulk-soil rispetto al rizosoi mentre la frazione fungina del C microbico risulta più elevata nel bulk-soil.

I suoli trattati con ferro-porfirina (POR) presentano valori di biomassa fungina più bassi rispetto ai trattamenti NO-POR, anche se le differenze non sempre sono statisticamente significative (Figura 3). La biomassa fungina mostra inoltre valori generalmente più elevati nel suolo prelevato a Torino rispetto al suolo di Napoli (Figura 3).

Nei terreni POR la biomassa microbica è ridotta rispetto ai terreni NO-POR, e la frazione fungina rappresenta una frazione meno abbondante del C microbico, evidenziando una maggiore sensibilità dei funghi all'aggiunta della ferro-porfirina (Figura 3).

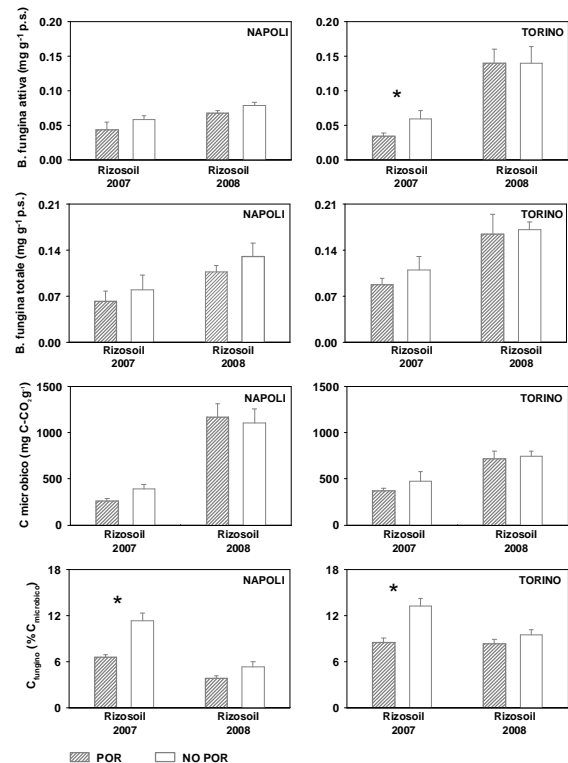


Fig. 3: Biomassa fungina attiva e totale, biomassa microbica e frazione fungina del C microbico dei suoli prelevati nelle stazioni sperimentali di Napoli e Torino trattati con ferroporfirina (POR) e nei suoli controllo (NO POR).

La respirazione del suolo, ossia l'evoluzione di CO<sub>2</sub> che riflette l'attività di decomposizione della sostanza organica operata dai microrganismi del suolo mostra valori generalmente più elevati nel suolo POR rispetto al NO POR (Figura 4). Anche il quoziente metabolico, ossia il tasso di respirazione per unità di biomassa microbica ed unità di tempo mostra valori più elevati nei suoli POR rispetto ai NO POR sia nella stazione di Napoli che in quella di Torino.

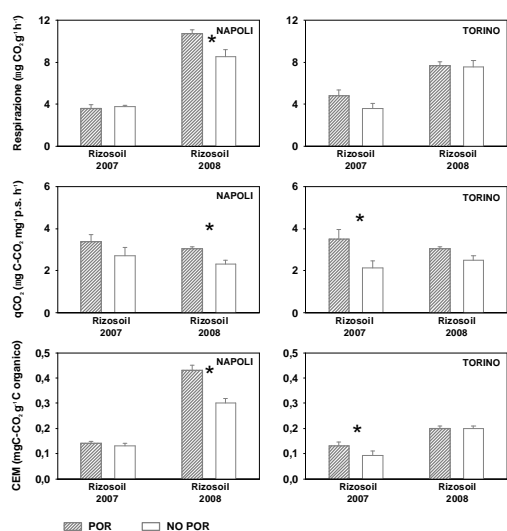


Fig. 4: Respirazione microbica, quoziente metabolico e coefficiente di mineralizzazione endogena dei suoli delle stazioni sperimentali di Napoli e Torino trattati con ferroporfirina (POR) e nei suoli controllo (NO POR).

#### 4. Discussione e conclusioni

Dai risultati ottenuti, non sono stati evidenziati effetti delle diverse pratiche agronomiche sulla biomassa e l'attività microbica del suolo, probabilmente per il tempo di sperimentazione ancora relativamente breve. Le differenze attese tra i suoli sottoposti a minima lavorazione e a lavorazione tradizionale e i suoli interessati dall'aggiunta di compost potrebbero non manifestarsi in un periodo breve (due anni) di trattamento. La maggior parte dei lavori riportano effetti sulla comunità microbica del suolo dovute a differenti gestioni agronomiche attuate da almeno dieci anni (Castillo and Joergensen, 2001; Balota et al., 2003; Franchini et al., 2005; Wright et al., 2008). Vineela e collaboratori (2008), per esempio, valutando l'effetto di differenti tipi di fertilizzazione, organica ed inorganica, trovano differenze significative tra i vari trattamenti nella biomassa microbica, nella biomassa fungina e batterica solo in seguito ad un trattamento protratto per 17, 23 e 29 anni mentre dopo tre anni di sperimentazione le differenze erano assenti. Bausenwein e collaboratori (2008) riportano un incremento di biomassa microbica e la sua distribuzione verticale lungo tutto

il profilo del suolo dopo 11 anni dalla sostituzione della lavorazione tradizionale con la lavorazione minima.

La sensibilità dei microrganismi del suolo alla lavorazione e la necessità di tempi di sperimentazione più lunghi per evidenziare gli effetti delle diverse lavorazioni è evidenziata dai risultati ottenuti nelle parcelle a prato di Torino non lavorate da circa 15 anni che mostrano i più alti valori di biomassa fungina, frazione fungina del C microbico ed attività microbica.

Questi dati confermano la maggiore sensibilità dei funghi alla lavorazione e la loro ripresa al cessare del disturbo (Frey et al., 1999); inoltre i funghi sono particolarmente avvantaggiati quando il residuo vegetale non è interrato ma lasciato sulla superficie del suolo (Holland and Coleman, 1987).

Per quanto riguarda i risultati relativi all'effetto della ferro-porfirina sulla comunità microbica del suolo sembrerebbe che questa sostanza possa indurre in generale una riduzione della biomassa e un incremento dell'attività dei microrganismi del suolo.

#### Riferimenti bibliografici

- Andrén, O., Balandreau, J. (1999) Biodiversity and soil functioning from black box to can of worms?. *Applied Soil Ecology*, **13**, 105-108.
- Balota, E.L., Arnold, C.-F., Andrade, D.S., Dick, R.P. (2003) Microbial biomass in soil under different tillage and crop rotation systems. *Biology and Fertility of Soils*, **33**, 15-20.
- Bausenwein, U., Gattinger, A., Langer, U., Embacher, A., Hartmann, H.-P., Sommer, M., Munch, J.C., Schloter, M. (2008) Exploring soil microbial communities and soil organic matter: Variability and interactions in arable soils under minimum tillage practice. *Applied Soil Ecology*, **40**, 66-77.
- Castillo, X., Joergensen, R.G. (2001) Impact of ecological and conventional arable management system on chemical and biological soil quality indices in Nicaragua. *Soil Biology & Biochemistry*, **33**, 1591-1597.
- Degens, B.P., Schipper, L.A., Sparling, G.P., Vojvodic-Vukovic M. (2000) Decreases in organic C reserves in soils can reduce the catabolic diversity of soil microbial communities. *Soil Biology & Biochemistry*, **32**, 189-196.
- Degens, B.P., Schipper, L.A., Sparling, G.P., Duncan, L.C. (2001) Is the microbial community in a soil with reduced catabolic diversity less resistant to stress or disturbance? *Soil Biology and Biochemistry*, **33**, 1143-1153.
- Franchini, J.C., Crispino, C.C., Souza, R.A., Torres, E., Hungria M. (2005) Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation



- systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, **92**, 18-29.
- Frey, S.D., Elliott, E.T., Paustian, K. (1999) Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients. *Soil Biology & Biochemistry*, **31**, 573-585.
- Holland, E.A., Coleman, D.C. (1987) Litter placement effects on microbial and organic matter dynamics in an agroecosystem. *Ecology*, **68**, 425-433.
- Jenkinson, D.S., Ladd, J.N. (1981) Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In Paul E.A. and Ladd J.N. (Eds.) *Soil Biochemistry*, Volume 5 Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, pp. 415-471.
- Kandeler, E., Tschirko, D., Spiegel, H. (1999) Long-term monitoring of microbial biomass, N-mineralisation and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management. *Biology and Fertility of Soils*, **28**, 343-351.
- Killham, K. (1994) *Soil Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Olson, F.C.W. (1950) *Quantitative estimates of filamentous algae*. *Transaction of the American Microscopy Society*, **69**, 272-279.
- Pankhurst, C.E. (1997) Biodiversity of Soil Organisms as an Indicator of Soil Health. In: Pankhurst C.E., Double B.M., Gupta V.V.S.R. (Eds.) *Biological indicators of Soil Health*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 297-324.
- Piccolo, A., Spaccini, R., Haberhauer, G., Gerzabek, M.H. (1999) Increased sequestration of organic carbon in soil by hydrophobic protection. *Naturwissenschaften*, **86**, 496-499.
- Rolston, D.E. (1986) Gas diffusivity. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 1, second ed., vol. 9. *Agronomy, Soil Science Society of America*, Madison, WI, USA, pp. 1089-1119.
- Söderström, B. (1979) Some problems in assessing the fluorescein-diacetate-active fungal biomass in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, **11**, 147-148.
- Sparling, G.P. (1997) Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators. In: Pankhurst, C., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International, New York. pp. 97-120.
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. (1979) *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell, Oxford.
- Turco, R.F., Kennedy, A.C., Jawson, M.D. (1994) Microbial indicators of soil quality. In Doran JW (Ed.), *Defining soil quality for a sustainable environment*, vol. 35. Madison Wisconsin Soil Science Society of America, Special Publication, pp 73-90.
- Vineela, C., Wani, S.P., Srinivasarao, Ch., Padmaja, B., Vittal, K.P.R. (2008) Microbial properties of soils as affected by cropping and nutrient management practices in several long-term manurial experiments in the semi-arid tropics of India. *Applied Soil Ecology*, **40**, 165-173.
- Wani, S.P., Lee, K.K. (1995) Microorganisms as biological inputs for sustainable agriculture. In: P.K. Thampan, Editor, *Organic Agriculture, Peekay Tree Crops Development Foundation*, Cochin, India, pp. 39-76.
- Wardle, D.A., Giller, K.E., Barker, G.M. (1999) The regulation and functional significance of soil biodiversity in agroecosystems. In: Wood D., Lanné J.M. (Eds.) *Agrobiodiversity: Characterisation, Utilisation and Management*. CABI, London, pp. 87-121.
- Wright, A.L., Hons, F.M., Lemon, R.G., McFarland, M.L., Nichols, R.L. (2008) Microbial activity and soil C sequestration for reduced and conventional tillage cotton. *Applied Soil Ecology*, **38**, 168-173.