



**Atti del 43° Congresso Nazionale della  
Società Italiana della Scienza del Suolo**  
Roma, 5-7 ottobre 2022

**A cura di**

Filiberto Altobelli  
Sara Marinari  
Giuseppe Corti  
Tommaso Chiti  
Claudia Fontana  
Silvia Socciarelli  
Anna Benedetti  
Maria Grazia Piazza

**Comitato scientifico**

Sara Marinari  
Giuseppe Corti  
Paola Adamo  
Alberto Agnelli  
Giuseppe Lo Papa  
Claudio Zaccone  
Tommaso Chiti  
Vito Armando Laudicina  
Michele Freppaz  
Beatrice Giannetta  
Stefania Cocco  
Stefano Mocali  
Antonello Bonfante  
Alessandro Buscaroli  
Alessandro Monteleone  
Alessandra Pesce

**Comitato organizzatore**

Filiberto Altobelli  
Francesco Ambrosini  
Giuseppe Corti  
Claudia Fontana  
Cristina Giannetti  
Luigi Iafrate  
Danilo Marandola  
Andrea Martelli  
Maria Grazia Piazza  
Silvia Socciarelli

**Segreteria tecnica**

Giuseppina Crisponi  
Antonella Di Fonzo  
Cristina Giannetti  
Maria Grazia Piazza

**Grafica**

Francesco Ambrosini

**Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS)**

[www.scienzadelsuolo.org](http://www.scienzadelsuolo.org)

Stampato a marzo 2023

**ISBN: 978-88-940679-6-5**

I lavori in questi Atti devono essere citati come segue:

Autori, 2023. Titolo. Atti del 43° Congresso Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo (Altobelli F., Marinari S., Corti G., Chiti T., Fontana C., Socciarelli S., Benedetti A., Piazza M.G., Eds.), Roma, Italia, 5-7 Ottobre 2022, pag. x-y, ISBN: 978-88-940679-6-5



## INDICE

### **Prima sessione – Il suolo negli obiettivi dello sviluppo sostenibile**

*Relazione ad invito: utilizzo dell'informazione pedologica come vettore di informazioni dinamiche di supporto agli SDGs attraverso applicazioni modellistiche del sistema suolo-pianta-atmosfera*  
*Bonfante A., Basile A., Bouma J.*

*Formazione di interazioni organo-minerali durante la prima fase della terraformazione*  
*Giannetta B., Caporale A.G., Olivera de Souza D., Adamo P., Zaccone C.*

*Impatto di diverse tecniche gestionali del suolo sulla produzione potenziale di gas serra e sul microbioma coinvolto*  
*Casagli A., Pastorelli R., Becagli C., Castaldini M., Bigiotti G., Rocchi F. Lagomarsino A.*

*Pratiche di uso sostenibile del suolo: un'analisi delle barriere all'adozione dell'agricoltura conservativa nel bacino del Mediterraneo*  
*Circelli L., Marandola D.*

*Caratterizzazione di suolo rizosferico e suolo bulk di *Arthrocnemum macrostachyum* (Mor.) K. Koch in un'area seminaturale del Delta del Po (Lido di Spina, Ferrara, Italia)*  
*Salvucci A., Cardelli V., Serrani D., Camponi L., Corti G., Cocco S.*

*Influenza della gestione forestale sullo stock di nutrienti (C e Pav) e lombricofauna in boschi di castagno del centro Italia*  
*Camponi L., Gavinelli F., Cardelli V., Serrani D., Salvucci A., Concheri G., Nardi S., Cocco S., Corti G.*

*Qualità del suolo e pool della sostanza organica in un clima temperato (Italia settentrionale) con diversi usi del suolo*  
*Vittori Antisari L., Trenti W., De Feudis M., Bianchini G., Falsone G.*

### **Seconda sessione - Il suolo nella “governance”**

*Relazione ad invito: approcci digitali avanzati a supporto della governance del suolo*  
*Langella G.*

*Effetti del riscaldamento globale sui sistemi colturali: opzioni per affrontare gli impatti con i progetti PON-WATER4AGRI FOOD e PSR-SMART FUTURE ORGANIC FARM nell'Italia Meridionale*  
*Parlavecchia M., Garofalo P., Giglio L., Tucci V., Campobasso I., Vonella A.V., Fornaro F., Bregaglio S.U.M., Ferrara R.M., Lagomarsino A., Ventrella D.*

*Modellazione e mappatura della biodiversità del suolo e delle sue funzioni a livello Europeo: il progetto MINOTAUR*  
*Mocali S.*

### **Terza sessione - Il suolo nella bioeconomia**

Effetto dell'irrigazione con acque reflue agrumarie sulla fertilità del suolo e su *Lactuca sativa*  
*Lucia C., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.*

Valorizzazione agronomica dell'hydrochar per la gestione della fertilità dei suoli  
*Bona D., Tambone F., Zaccone C., Borgonovo G., Mazzini S., Bertoldi D., Silvestri S.*

L'impatto ambientale dei reflui zootecnici e la valutazione del flusso di nutrienti in sistemi agricoli sostenibili  
*Giagnoni L., Sergi V., Caprarulo V., Simonetto A., Gilioli G.*

Impatto della fertilizzazione a base di digestati anaerobici provenienti da scarti di macellazione sulla fertilità del suolo e sul rilascio dell'azoto  
*Ciurli A., Di Biase G., Rapisarda S., Ciavatta C., Cavani L.*

Effetti dell'applicazione di micorrize sul destino nel suolo e nelle piante di prodotti farmaceutici derivanti dal riutilizzo delle acque reflue trattate in agricoltura  
*De Mastro F., Brunetti G., De Mastro G., Ruta C., Stea D., Murgolo S., De Ceglie C., Mascolo G., Sannino F., Coccozza C., Traversa A.*

Effetto di trattamenti su suolo e su pianta di sottoprodotti industriali a base di zolfo idrofilico  
*Cardelli V., Serrani D., Salvucci A., Camponi L., Nali M., De Angelis A.R., Bonoldi L., Rizzo C., Moscotti D.G., Corti G., Cocco S.*

Effetto della pratica bio-conservativa su suoli coltivati della Vallesina – regione Marche, Italia  
*Serrani D., Cardelli V., Camponi L., Salvucci A., Tiberi S., Corti G., Cocco S.*

Il ruolo delle piantagioni da frutto coltivate secondo criteri biologici nell'incremento di carbonio nel suolo (Studio preliminare)  
*Poesio C., De Feudis M., Trenti W., Vianello G., Vittori Antisari L.*

Ruolo e potenzialità della pedofauna nei processi di biorisanamento di suoli contaminati  
*Remelli S., Celico F., Menta C.*

### **Quarta sessione - Il suolo nell'era digitale**

*Relazione ad invito*: la rivoluzione socio-digitale per la conservazione del suolo inizia da qui: Partnership "Agriculture of data" e Mission "Soil deal for Europe"  
*Roggero P.P.*

Messa a punto di una procedura speditiva di campo e di uno strumento software per quantificare e monitorare l'erosione del suolo nel vigneto  
*Andrenelli M.C., Fila G., Vignozzi N., Pellegrini S.*

Sequenziamento del metagenoma del suolo con tecnologia Nanopore per valutare l'effetto di un inoculo fungino sulla sua biodiversità  
*Pin L., Testone G., Giannino D., Cardarelli M., Colla G., Pinzari F.*

## **Quinta sessione - Il suolo nella società moderna**

*Relazione ad invito: il suolo nella società moderna: stato dell'arte e prospettive future*  
*Muscolo A.*

Un nuovo approccio al QBS-ar considerando tutte le forme biologiche: in caso di studio su diverse colture (melo, pomodoro, fragola) in Romagna  
*Bigiotti G., Vitali F., Tommasini M.G., Turci S., D'Avino L.*

Nutrienti e attività biologica del suolo in un meieto a gestione biologica e integrata  
*Morelli R., Collier E., Zandoni S., Zanzotti R., Maines R., Bertoldi D., Prodorutti D.*

Valutazione della biodiversità agronomica del suolo: un approccio multilivello  
*Vitali F., Costa C., Canfora L., Antonucci F., Violino S., Malusà E., Mocali S.*

Meccanismi di stoccaggio di carbonio organico lungo due climo-cronosequenze  
*Galluzzi G., Plaza C., Giannetta B., Priori S., Zaccone C.*

L'uso di un approccio genomico-fenomico per migliorare la sicurezza e l'efficienza agronomica degli inoculanti microbici del suolo  
*Mocali S., Bigiotti G., Vitali F., Manfredini A., Pinzari F., Canfora L.*

Il biomonitoraggio del suolo tramite lo studio dei microartropodi  
*Jacomini C.*

Impatto delle microplastiche sulle caratteristiche biochimiche del suolo. Risultati preliminari  
*Massaccesi L., Marabottini R., De Feudis M., Leccese A., Marinari S., Agnelli A.*

Impatto a lungo termine delle micro(nano)plastiche in PVC sui parametri chimici e microbici del suolo  
*Barili S., Bernetti A., Sannino C., Pezzolla D., Buzzini P., Turchetti B., Gigliotti G.*

## **Sesta sessione - Equità, diversità ed inclusività nella scienza del suolo**

*Relazione ad invito: Equilibrio di genere nella scienza del suolo italiana: una prima analisi*  
*Adamo P., Benedetti A., Bonifacio E., Calzolari C., Celi L., Cocco S., Marinari S., Vingiani S.*

## Sessione poster

Caratteristiche pedoclimatiche e adattabilità dei portinnesti della vite: un'applicazione per facilitarne la scelta

*Andrenelli M.C., Pellegrini S., L'Abate G., Becagli C., Barbetti R., Valboa G., Orlandini G., Perria R., Vignozzi N.*

Qualità del suolo e sicurezza alimentare in territori potenzialmente contaminati

*Aromolo R., Benedetti A., Socciarelli S.*

Bioeconomia per l'agricoltura di montagna: impegno di fertilizzanti organici per la gestione della sostanza organica e dei nutrienti in frutticoltura

*Bona D., Cristoforetti A., Morelli R., Zanzotti R., Zanoni S., Tambone F., Pedò S., Fornasier F., Silvestri S.*

La presenza del compost nella rizosfera del cetriolo favorisce la crescita delle piante e riduce l'ingresso di inquinanti organici

*Carnimeo C., Gelsomino A., Panuccio M. R., Loffredo E.*

Qualità del suolo delle aree agricole urbane e periurbane di Roma: analisi preliminare dei dati disponibili

*Chandramohan M. S., Marinari S., Altobelli F., Dallamarta A.*

Indicatori algali dei suoli in vigneti a diversa gestione agronomica

*Ciutti F., Collier E., Morelli R., Cappelletti C.*

Il sovescio migliora la qualità del suolo in un vigneto arido del lago di Garda?

*Collier E., Morelli R., Zanzotti R., Bertola N., Bertola V., Bertoldi D., Chiusole M., Prodorutti D.*

Gli Stock di C degli Umbrisol del Parco Nazionale della Valgrande

*D'Amico M., Pintaldi E., Stanchi S., Benech A., Freppaz M.*

Gli effetti di diverse strategie di gestione sostenibile del suolo e di protezione delle piante sulla diversità microbica del suolo in un vigneto di Sangiovese

*Fabiani A., Cucu M.A., Valboa G., Carella G., Mugnai L., Perria R., Storchi P., Mocali S.*

Validazione di un metodo QuEChERS modificato per l'estrazione di diverse classi di farmaci dai suoli

*De Mastro F., Coccozza C., Traversa A., Cacace C., Mottola F., Mezzina A., Brunetti G.*

La pedoteca CREA-AA: un nuovo database per una mappa nazionale dei dati sulla radioattività del suolo

*Fontana C., Barbetti R., Fontana F.*

Funzionalità e sostenibilità nel suolo: venti anni di saggio enzimatico ad altissima processività

*Fornasier F.*

SOLIOMICS: una risorsa innovativa per valutare la funzionalità del suolo e la sostenibilità

*Fornasier F., Piva N.*

Le rotazioni quale strumento per ridurre l'impatto ambientale e migliorare la redditività aziendale: il progetto ROSTRI

*Iovieno P., Pane C., Sigillo L., Zaccardelli M., Avallone R., Cardone A., Mori M., Di Mola I.*

Effetti dell'applicazione di compost da scarti aziendali sulla qualità biologica di un suolo agrario dopo due anni di trattamenti

*Iovieno P., Scotti R., Cardone A., Zaccardelli M.*

La biodiversità del suolo, questa sconosciuta risorsa utile e necessaria

*Jacomini C.*

Attività microbica ed eterogeneità degli habitat nel suolo superficiale in un paesaggio prativo di alta montagna (Appennino centrale, Italia)

*Massaccesi L., Marinari S., Bellisario B., Cancellieri L., Marabottini R., Filibeck G.*

Utilizzo del biochar come strategia per la bonifica di suoli contaminati da idrocarburi

*Massaccesi L., Mazzurco Miritana V., Marabottini R., Passatore L., Zacchini M., Pietrini F., Carloni S., Peruzzi E., Nogues I., Marinari S.*

Verso una previsione dei parametri del suolo mediante spettroscopia a raggi gamma su ambienti orticoli in Europa

*L'Abate G., Vitali F., Bigiotti G., Vignozzi N., D'Avino L.*

Il biochar può influenzare negativamente la capacità del cloroformio di lisare le cellule microbiche del suolo?

*Paliaga S., Badalucco L., Said-Pullicino D., Laudicina V.A.*

Un metodo fisico per la lisi delle cellule microbiche del suolo basato su alte pressurizzazioni con CO<sub>2</sub>

*Paliaga S., Laudicina V.A., Badalucco L.*

Interazione tra acque reflue dell'industria agrumaria e rame sulla nitrificazione del suolo

*Pampinella D., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.*

Alla ricerca dei Nunatak Alpini: i paleosuoli nascosti del Plateau dello Stollenberg (Alpi Nord-Occidentali)

*Pintaldi E., D'Amico M., Santoro V., Colombo N., Celi L., Freppaz M.*

Uso agricolo dei sottoprodotti di rifiuti biodegradabili e gestione sostenibile del suolo

*Rossi G., Beni C., Socciarelli S.*

Simulazione di incendio e pioggia in laboratorio: risultati preliminari sugli effetti degli incendi sul suolo

*Stanchi S., Marzano R., Bonifacio E., Iannicelli M., Martin M.*

Approccio basato su modelli per la gestione della fertilità chimica nel vigneto

*Valboa G., Andrenelli M.C., Orlandini A., Vignozzi N., Pellegrini S., L'Abate G., Barbetti, R., Criscuoli I., D'Avino L.*





**PRIMA SESSIONE – IL SUOLO NEGLI OBIETTIVI DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE**



## **Utilizzo dell'informazione pedologica come vettore di informazioni dinamiche di supporto agli SDGs attraverso applicazioni modellistiche del sistema suolo-pianta-atmosfera**

Bonfante A.<sup>1\*</sup>, Basile A.<sup>1</sup>, Bouma J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Consiglio Nazionale delle Ricerche – CNR, Italia

<sup>2</sup> Professore Emerito di Scienza del suolo, Università di Wageningen, Paesi Bassi

\*antonello.bonfante@cnr.it

Le tradizionali indagini pedologiche sono state tradizionalmente accompagnate da interpretazioni di carattere qualitativo, empirico e statico. Queste informazioni sono state senz'altro utili per affrontare problematiche di pianificazione a scala regionale o nazionale, ma non risultano efficaci ad una scala di semi-dettaglio dove concretamente si deve operare. Gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (SDGs) ed il EU-Green Deal richiedono un uso multifunzionale del suolo, in cui non solo la produzione di cibo sano è importante, ma anche la qualità delle acque sotterranee e superficiali, nonché la cattura del carbonio per mitigazione del clima e conservazione della biodiversità. Tutte queste richieste corrispondono a una serie di funzioni del suolo e relativi servizi ecosistemici – variabili nello spazio e nel tempo – da fornire alla società. Ovviamente, le interpretazioni tradizionali del suolo non possono fornire questo tipo di informazioni, ma l'approccio pedologico può ancora essere rilevante in un contesto moderno. È necessaria quindi un'analisi completa dei sistemi attraverso modelli di simulazione suolo-pianta-atmosfera (SPA) per migliorare la valutazione del regime di umidità del suolo e per sviluppare opzioni alternative di uso dello stesso che soddisfino le esigenze spesso contrastanti dei vari servizi ecosistemici. In questo contributo, verranno mostrati esempi in cui i modelli di simulazione del SPA esprimono gli effetti di diverse forme di degrado del suolo: compattazione, impoverimento della materia organica ed erosione, dimostrando che tipi diversi di suolo mostrano comportamenti significativamente diversi, illustrando il potenziale dell'utilizzo delle diverse tipologie di suolo come “*carriers*” di informazioni essenziali per definire procedure di gestione sostenibile.

Parole chiave: SDGs; soil database; Land evaluation

## **Using soil types as carriers of dynamic SDG-related information obtained by modelling**

Bonfante A.<sup>1\*</sup>, Basile A.<sup>1</sup>, Bouma J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute for Mediterranean Agricultural and Forestry Systems, National Research Council – CNR, Italy

<sup>2</sup> Emeritus Professor of Soil Science, Wageningen University, the Netherlands

\*antonello.bonfante@cnr.it

Traditional soil surveys were accompanied by interpretations with a qualitative, empirical, and static character: soils have “moderate limitations for a given form of land use.” This information has been valuable for broad land-use questions on a regional or national scale. UN-Sustainable Development Goals in 2015 and the EU-Green Deal in 2019 require multifunctional land use, where not only production of healthy food is important but where also the quality of ground- and surface-water is considered, as well as carbon capture for climate mitigation and biodiversity preservation. All these demands correspond with a series of soil functions and related soil ecosystem services – varying in space and time to be provided to society. Obviously, the traditional interpretations of soil survey reports can’t provide this type of information, but Soil Taxonomy can still be relevant in a modern context. A comprehensive systems analysis is needed and soil-water-atmosphere-plant simulation models are essential to improve assessment of soil moisture regime and for developing alternative land-use options that satisfy the often-contrasting demands of the various ecosystem services (e.g., for provisioning and regulating). Examples will be shown where models express the effects of several forms of soil degradation: compaction, organic matter depletion and erosion, showing that different soil types show significantly different forms of behaviour illustrating the potential of using soil types as “carriers” of essential information to define suitable management procedures resulting in sustainable development.

Keywords: SDGs; soil database; Land evaluation

## **Formazione di interazioni organo-minerali durante la prima fase della terraformazione**

Giannetta B.<sup>1\*</sup>, Caporale A.G.<sup>2</sup>, Olivera de Souza D.<sup>3</sup>, Adamo P.<sup>2</sup>, Zaccone C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biotecnologie, Università di Verona, Verona, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Italia

<sup>3</sup> ELETTRA Sincrotrone Trieste, Basovizza, Italia

\*beatrice.giannetta@univr.it

Una delle principali sfide per la ricerca spaziale riguarda lo sviluppo di un'agricoltura biorigenerativa basata sull'utilizzo di regolite, insieme a un'efficiente gestione dei rifiuti durante le missioni su Marte. Questa ricerca studia i meccanismi di weathering dei minerali e del turnover della sostanza organica (OM) nelle prime fasi della terraformazione. Il Mojave Mars Simulant MMS-1, puro (R100) e con aggiunta di compost commerciale 70:30 v:v (R70C30), è stato confrontato con una sabbia fluviale, pura e con compost (S100 e S70C30). Su questi substrati è stata coltivata la patata per 99 giorni in serra. I campioni sono stati frazionati, ottenendo OM particolata (POM) e associata ai minerali (MAOM), e caratterizzati mediante CHNS (per azoto totale e carbonio organico; OC), XRD, Fe K-edge X-ray absorption near edge structure (XANES) e Fe extended X-ray absorption fine structure (EXAFS).

Nel substrato tal quale, il OC risulta maggiore in S70C30 (10×) e R70C30 (25×); nelle frazioni, OC aumenta nella POM di entrambi i substrati (10× in S70C30 e 20× in R70C30), mentre nella MAOM è 3× superiore in R70C30 rispetto a S70C30. Le forme di Fe in S100 sono clorite, smectite e goethite (XANES). Il Fe(III)-OM risulta comune ad entrambe le frazioni di S70C30, mentre l'analisi EXAFS ha evidenziato la presenza di ematite nella POM e di goethite nella MAOM. Smectite, maghemite e ferridrite sono presenti in R100, mentre nontronite ed ematite in MAOM e POM, rispettivamente (XANES). Studiare le specie di Fe coinvolte nella formazione delle interazioni organo-minerali aiuterà a rendere l'agricoltura spaziale sostenibile.

Parole chiave: regolite marziana; frazionamento SOM; pool di C; Fe EXAFS; Fe XANES

## **Investigating the formation of organo-mineral interactions during the first stage of terraforming**

Giannetta B.<sup>1\*</sup>, Caporale A.G.<sup>2</sup>, Olivera de Souza D.<sup>3</sup>, Adamo P.<sup>2</sup>, Zaccone C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biotechnology, University of Verona, Verona, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Portici, Italy

<sup>3</sup> ELETTRA Sincrotrone Trieste, Basovizza, Italy

\*beatrice.giannetta@univr.it

The development of a regolith-based bioregenerative agriculture, coupled to an efficient waste management during long-term manned missions to Mars, represents one of the major challenges for space research.

This study aims at understanding the mineral weathering and organic matter (OM) turnover in the early stages of terraforming. The Mojave Mars Simulant MMS-1, alone (R100) and with a commercial compost 70:30 v:v (R70C30), was compared to a fluvial sand, alone and with compost (S100 and S70C30). Potato was grown on these substrates for 99 days in greenhouse. Samples were fractionated, obtaining particulate OM (POM) and mineral associated OM (MAOM), and characterized for total nitrogen and organic carbon (OC) and for iron (Fe) K-edge X-ray absorption near edge structure (XANES) and extended X-ray absorption fine structure (EXAFS).

In the whole medium, OC increased in S70C30 (10×) and R70C30 (25×). As expected, OC content increased mainly in the POM fraction of both growing media (10× in S70C30 and 20× in R70C30), while OC in the MAOM was 3-times higher in R70C30 than in S70C30. Chlorite, smectite and goethite were the main Fe species in S100, according to XANES, while Fe(III)-OM was found in both fractions of S70C30. Moreover, according to EXAFS, hematite occurred in POM, whereas goethite in MAOM. XANES revealed the occurrence of smectite, maghemite and ferrihydrite in R100, and of nontronite and hematite in the MAOM and POM, respectively. Revealing Fe species involved in the formation of organo-mineral interactions will help improving sustainable space farming.

Keywords: Mars regolith; SOM fractionation; C pools; Fe EXAFS; Fe XANES

## **Impatto di diverse tecniche gestionali del suolo sulla produzione potenziale di gas serra e sul microbioma coinvolto**

Casagli A.\*, Pastorelli R., Becagli C., Castaldini M., Bigiotti G., Rocchi F., Lagomarsino A.

CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\*alessandro.casagli@crea.gov.it

L'adozione di tecniche gestionali sostenibili in grado di aumentare gli input organici al suolo e di ridurre le perdite offre grandi potenzialità di mitigazione dei cambiamenti climatici, mediante la riduzione della produzione di gas serra (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).

Il Progetto SUVISA mira a valutare il coinvolgimento del microbiota nel suolo nella produzione di GHG nei sistemi viticoli sottoposti a diverse gestioni del suolo: inerbimento permanente; inerbimento con sovescio; lavorazione meccanica eseguita a fine primavera a metà estate. Come approccio metodologico, per la misurazione delle emissioni di gas serra, è stato messo a punto un sistema di incubazione di campioni di suolo indisturbati in mesocosmi e lettura delle emissioni di CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> mediante analizzatore FTIR-GASMET; per le successive analisi microbiologiche, la quantificazione di gruppi microbici legati al ciclo dell'N e del C è stata eseguita tramite Real Time PCR. I primi risultati evidenziano come le emissioni di CO<sub>2</sub> contribuiscano maggiormente alle emissioni complessive di GHG e al potenziale di riscaldamento globale dei sistemi viticoli. Si evidenzia una prevalenza di assorbimento di CH<sub>4</sub> atmosferico. La presenza di indicatori delle comunità batteriche del suolo è coerente con le emissioni di CO<sub>2</sub> registrate. In particolare, il suolo inerbito presenta una comunità batterica totale significativamente più abbondante, mentre il suolo gestito a sovescio sembra essere più adatto ad ospitare le comunità microbiche coinvolte nei processi di metanogenesi e nitrificazione. Il tipo di suolo e le condizioni climatiche sono i fattori maggiormente rilevanti. Infatti l'effetto dei trattamenti dipende fortemente dalle condizioni pedoclimatiche.



## **Evaluation of microbioma involved in greenhouse gas production in soils of two vineyards under different managements**

Casagli A.\*, Pastorelli R., Becagli C., Castaldini M., Bigiotti G., Rocchi F., Lagomarsino A.

CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

\*alessandro.casagli@crea.gov.it

The adoption of sustainable management techniques capable of increasing organic inputs to the soil and reducing losses offers great potential for mitigating climate change, by reducing the production of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O). The SUVISA project aims to evaluate the involvement of soil microbiota in GHGs production, in viticultural systems of two different areas with different climate, soil characteristics and managements (permanent grassing, alternate row planting with green manure, and mechanical tillage in late spring and mid-summer).

As a methodological approach, we developed a mesocosm system for measuring GHG emissions by incubating undisturbed soil samples and reading CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions using a FTIR-GASMET analyzer. Successively, microbiological analysis for quantification of N- and C-cycle-related microbial groups was conducted by real time PCR.

Preliminary results showed that CO<sub>2</sub> emissions contributed most to the overall greenhouse gas emissions and global warming potential of viticultural systems, while N<sub>2</sub>O emissions were only relevant in those days following fertilization, particularly after organic fertilization. Moreover, there was evidence of a prevalence of atmospheric CH<sub>4</sub> uptake.

The presence of soil bacterial community indicators went along with the higher CO<sub>2</sub> emissions: grassed soil had a significantly more abundant bacterial community, while the microbial communities of green manure managed soil appeared to be more hosted by methanogens and nitrifiers.

In conclusion, the effect of treatments is not unique, but strongly depends on soil-climatic conditions. This study investigates the impacts of soil management techniques in vineyards, being part of climate change mitigation and technological/digital research in agriculture.

**Pratiche di uso sostenibile del suolo: un'analisi delle barriere all'adozione dell'agricoltura conservativa nel bacino del Mediterraneo**

Circelli L. \*, Marandola D.

CREA Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia, Roma, Italia

\*luana.circelli@crea.gov.it

L'agricoltura conservativa (AC) è riconosciuta come una forma di uso sostenibile del suolo e per questo è anche incentivata nell'ambito dei Programmi di sviluppo rurale (PSR) finanziati dalla Politica Agricola Comune (PAC) dell'Unione europea. Tuttavia, nonostante il sostegno pubblico e i vantaggi garantiti da questo sistema di gestione, i tassi di adozione dell'AC rimangono ancora molto bassi, soprattutto fra gli agricoltori dei paesi del Mediterraneo dove i benefici del sistema sarebbero particolarmente utili a contrastare i crescenti fenomeni di desertificazione e degrado del suolo.

Il Progetto CAMA (*Research-based participatory approaches for adopting Conservation Agriculture in the Mediterranean Area*) finanziato dal programma PRIMA, ha dedicato una specifica linea di attività per indagare ed analizzare le principali barriere agronomiche, economiche e sociali che si propongono come ostacolo all'adozione dell'AC in 8 Paesi del bacino del Mediterraneo. Strumenti di indagine sono stati questionari e focus groups diretti ad agricoltori, tecnici ed esperti dei Paesi coinvolti dal progetto.

Il presente contributo intende offrire una panoramica dei primi risultati ottenuti con l'attività di indagine in corso di svolgimento. Tra tutte, le barriere politiche e socio-culturali appaiono influenzare particolarmente le scelte degli agricoltori creando un ostacolo all'attuazione del sistema agricolo conservativo che richiede un intervento dedicato da parte delle politiche e dei servizi di supporto all'agricoltura.

Per maggiori dettagli su CAMA: <http://www.camamed.eu/en/index>.

Parole chiave: agricoltura conservativa; gestione sostenibile del suolo; politica di sviluppo rurale

**Practices of sustainable land use: an analysis of the barriers to the adoption of conservation agriculture in the Mediterranean basin**

Circelli L.\*, Marandola D.

CREA Research Centre for Agricultural Policies and Bioeconomy, Rome, Italy

\*luana.circelli@crea.gov.it

Conservation agriculture (CA) is recognized as a form of sustainable land use and, for this reason, it is also encouraged under the Rural development programmes (RDPs) funded by the Common Agricultural Policy (CAP) of the European Union. However, despite the public support and the advantages ensured by this management system, the adoption rates of CA still remain very low, especially among farmers in the Mediterranean countries, where the benefits of the system would be particularly useful in combating the growing phenomena of desertification and soil degradation.

The CAMA project (Research-based participatory approaches for adopting Conservation Agriculture in the Mediterranean Area), funded by the PRIMA program, dedicated a specific line of activities to investigate and analyze the main agronomic, economic and social barriers acting as an obstacle to the adoption of CA in 8 countries of the Mediterranean basin. Survey tools were questionnaires and focus groups addressed to farmers, technicians and experts from the countries involved in the project.

This contribution aims to offer an overview of the first results obtained with the ongoing investigation activity. Among all, the political and socio-cultural barriers appear to particularly influence the choices of farmers by creating an obstacle to the implementation of the conservative agricultural system that requires dedicated intervention by agricultural support policies and services.

For more details on CAMA: <http://www.camamed.eu/en/index>.

Keywords: conservation agriculture; sustainable soil management; rural development policy

**Caratterizzazione di suolo rizosferico e suolo bulk di *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch in un'area seminaturale del Delta del Po (Lido di Spina, Ferrara, Italia)**

Salvucci A.<sup>1\*</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Corti G.<sup>2</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\*andrea.salvucci@pm.univpm.it

La salinizzazione è tra i principali processi di degrado del suolo con impatti negativi sui servizi ecosistemici da esso forniti. Tra questi, la produzione agricola, la biodiversità e la struttura del suolo possono essere compromessi con conseguenze sulla vita umana. La FAO, riferendosi al solo suolo superficiale, stima che a livello mondiale più di 424 milioni di ettari siano affetti da salinità e che la distribuzione possa aumentare a causa delle condizioni climatiche e all'avanzamento del cuneo salino. Pertanto, è fondamentale comprendere i meccanismi che le piante adottano per sopravvivere in queste condizioni.

Questo studio ha lo scopo di caratterizzare il suolo bulk e suolo rizosferico di *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch in un'area seminaturale del Delta del Po. Gli orizzonti superficiali registrano un maggior pH dell'estratto di pasta satura e un maggior contenuto di TOC, POC e carbonio umico, probabilmente a causa della considerevole presenza di radici e all'accumulo di residui vegetali. Tuttavia, non si sono rilevate differenze tra suolo bulk e rizosferico, probabilmente a causa della lisciviazione dei prodotti radicali provocata dall'oscillazione della falda superficiale, che spesso oltrepassa il piano di campagna formando una temporanea palude. Successive analisi biologiche consentiranno di comprendere i sistemi adottati dalle piante per tollerare la salinità, investigando la presenza di microrganismi alofili e il loro ruolo nei meccanismi di resistenza della pianta.

Parole chiave: salinizzazione del suolo; suolo rizosferico; area seminaturale; Delta del Po

**Characterization of rhizosphere and bulk soil of *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch in a seminatural area of the Delta Po river (Lido di Spina, Ferrara, Italy)**

Salvucci A.<sup>1\*</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Corti G.<sup>2</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

\*andrea.salvucci@pm.univpm.it

Soil salinization is major soil degradation process that has serious impacts on soil ecosystem services. Among these, agricultural productivity, soil biodiversity, and soil structure may be compromised leading to consequences to human life. The Food and Agriculture Organization (FAO) estimates that more than 424 million hectares of World topsoil are salt-affected, and the spatial distribution may increase due to the even warmer climatic conditions and the advancements of saline wedges. Therefore, it is mandatory to better understand the mechanisms that plants adopt to survive in these unfavorable conditions.

In view of this, the work aims to report a general characterization of rhizosphere and bulk soil of *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch in a seminatural area of the Delta Po River.

As expected, surface horizons have relatively higher pH of saturated paste extract, and higher contents of TOC, POC and humic carbon because of the presence of a thick root mat and plant residues accumulation. However, no differences were detected between bulk and rhizosphere soil probably because of the leach out of root products from the rhizosphere because of the frequent oscillation of the groundwater level, which often goes over the ground level forming a temporary swamp. Biological analyses have been forecasted to better understand tolerance of plants to salt-accumulation, investigating on the presence of halophyte microorganisms in the rhizosphere.

Keywords: soil salinization; rhizosphere soil; seminatural area; Delta Po River

## **Influenza della gestione forestale sullo stock di nutrienti (C e P<sub>av</sub>) e lombricofauna in boschi di castagno del centro Italia**

Camponi L.<sup>1\*</sup>, Gavinelli F.<sup>2</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Concheri G.<sup>2</sup>, Nardi S.<sup>2</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>, Corti G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

<sup>2</sup> DAFNAE, Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro, Padova, Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Italia

\*l.camponi@pm.univpm.it

I suoli forestali risultano essere tra i serbatoi di carbonio più importanti della Terra (1462-1548 Pg). Nel bacino del Mediterraneo tra le specie forestali di interesse per le funzioni di stoccaggio del C e il sostentamento antropico, il castagno rappresenta sicuramente una delle principali. Nei suoli forestali, il lombrico ha un ruolo chiave nel sequestro del carbonio, riciclo dei nutrienti e della sostanza organica grazie alla sua attività biologica. La creazione di gallerie permette di migliorare la porosità del suolo e la permeabilità di acqua e gas, mentre l'ingestione di lettiera e suolo permette, grazie al particolare microbiota contenuto nel tratto digerente, di produrre deiezioni particolarmente arricchite di batteri, funghi e nutrienti (C, N, K e P).

Lo studio si è concentrato su tre boschi di castagno a differente gestione (castagneto, castagneto in conversione a marroneto e marroneto a gestione secolare) al fine di poter discriminare lo stato di qualità del suolo e l'influenza della gestione. I suoli sono stati descritti e campionati per orizzonti genetici e su di essi sono state effettuate analisi sui principali parametri fisico-chimici, sul livello di attività enzimatica e microbica, sulle interazioni tra lombricofauna e ambiente forestale e quantificazione degli stock di C e P<sub>av</sub>.

I risultati hanno mostrato una differente clusterizzazione tra gli orizzonti organici (OL<sub>n</sub>/OL<sub>v</sub>/OH) e minerali (A/AB/Bw/Bg) e più in generale una differenziazione tra la gestione a marroneto e le altre dal punto di vista fisico-chimico, nello stoccaggio di nutrienti e nella quantità e varietà della lombricofauna.

Parole chiave: soil; nutrients stock; earthworms

## **Influence of forest management on nutrient stock (C and Pav) and earthworm fauna in chestnut woods in central Italy**

Camponi L.<sup>1\*</sup>, Gavinelli F.<sup>2</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Concheri G.<sup>2</sup>, Nardi S.<sup>2</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>, Corti G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Ancona, Italy

<sup>2</sup> DAFNAE, Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro, Padua, Italy

<sup>3</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Italy

\*l.camponi@pm.univpm.it

Forest soils are the most important Earth carbon reservoir (1462-1548 Pg). In the Mediterranean basin, among the forest species of interest for C storage and anthropogenic sustenance, the chestnut is certainly one of the most important. Due to their biological activity, earthworms play a key role in carbon sequestration and nutrients and organic matter recycling. The creation of tunnels maximizes soil porosity with consequently improving of water and gas permeability. The ingestion and alteration of litter and soil allows the production of cast enriched in bacteria, fungi, and nutrients (C, N, K, and P).

The study was focused on three wooded areas under different management (chestnut grove, chestnut grove in conversion to marroni grove, and marroni grove with secular management) to discriminate soil quality and the influence of management. Soils were sampled, described per genetic horizons and analysed for the main physico-chemical parameters and levels of enzymatic and microbial activity. Further, C and Pav stocks were calculated and interactions between earthworms and the forestry environment were investigated.

The results showed a different clusterization between the organic (OLn, OLv, and OH) and mineral horizons (A, AB, Bw, and Bg). Differences between the marroni grove trial and the others were displayed for physico-chemical parameters, content of nutrients and earthworms' abundance and variety.

Keywords: soil; nutrients stock; earthworms

## **Qualità del suolo e pool della sostanza organica in un clima temperato (Italia settentrionale) con diversi usi del suolo**

Vittori Antisari L.<sup>1</sup>, Trenti W.<sup>1\*</sup>, De Feudis M.<sup>1</sup>, Bianchini G.<sup>2</sup>, Falsone G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università di Ferrara, Ferrara, Italia

\*william.trenti2@unibo.it

La salute e la produttività del suolo è fondamentale per la sostenibilità degli ecosistemi, poiché essi forniscono servizi ecosistemici indispensabili per raggiungere obiettivi di carattere ecologico, economico e sociale.

La salvaguardia della qualità del suolo è essenziale nelle politiche di gestione del territorio come il Green Deal europeo, che indica come raggiungere la neutralità rispetto alla degradazione del suolo entro il 2030. I suoli temperati sono minacciati dal degrado e dalla perdita di sostanza organica (SOM) a causa della combinazione tra geomorfologia, tipologia di suolo e pressione antropica. In 54 siti dell'Italia settentrionale, caratterizzati da usi del suolo, climi, geologia e suoli diversi, è stata determinata la qualità del suolo, i pattern di accumulo/degradazione della SOM, e l'effetto dell'uso e della gestione del suolo sulla sua qualità. Sono stati prelevati campioni alle profondità di 0-15 e 15-30 cm, sui quali sono stati determinati i parametri raccomandati dalla FAO (bulk density, pH, C organico e microbico, N totale, respirazione del suolo) e quelli legati ai pool della SOM. I risultati hanno mostrato che le aree agricole ammendate con materia organica presentavano una buona qualità del suolo e un uso efficiente del C microbico. Suoli torbosi bonificati mostravano segni di degradazione a causa di condizioni sfavorevoli alla biomassa microbica. Castagneti gestiti con pratiche conservative presentavano un ridotto rischio di degrado del suolo. L'analisi dei parametri del suolo raccomandati dalla FAO può essere utilizzata per valutare la sostenibilità delle pratiche agricole rispetto alla qualità del suolo, all'attività microbica e alle dinamiche della SOM.

Parole chiave: carbonio organico del suolo; gestione sostenibile del suolo; parametri ecofisiologici; sostanze umiche; indicatori di qualità del suolo



## **Soil quality and organic matter pools in a temperate climate (northern Italy) under different land uses**

Vittori Antisari L.<sup>1</sup>, Trenti W.<sup>1\*</sup>, De Feudis M.<sup>1</sup>, Bianchini G.<sup>2</sup>, Falsone G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Bologna, Italy

<sup>2</sup> Department of Physics and Earth Sciences, University of Ferrara, Ferrara, Italy

\*william.trenti2@unibo.it

Healthy and productive soils are important for the long-term sustainability of ecosystems as they provide key ecosystem services that also support the goals of ecological, economic, and social management. For these reasons, the protection of soil quality is essential for policies such as the European Green Deal, which addresses how to achieve land degradation neutrality by 2030. Temperate soils are threatened by degradation and soil organic matter (SOM) loss due to several factors such as geomorphology, soil type, and anthropic pressure. In 54 sites in Northern Italy, characterized by different land uses, climates, geological substrates, and soils, we assessed the soil quality, the SOM dynamics, and the effect of land use and soil management practices on sustainability based on changes in soil quality. Soil samples from the 0–15 and 15–30 cm deep layers were collected and analyzed for the parameters recommended by the FAO (bulk density, pH, organic and microbial C, total N, and soil respiration rate) and for the chemical SOM pools. The findings showed that agricultural lands where organic material was added had good soil quality and used microbial C efficiently. Reclaimed peaty soils showed signs of degradation due to stressful conditions for the soil microbial biomass as supported by several ecophysiological indices. Conservative management practices carried out in chestnut groves were found to have a decreased soil degradation risk. An investigation of the soil parameters recommended by the FAO can be used to evaluate sustainable practices and soil quality on microbial activity and SOM dynamics.

Keywords: soil organic carbon; sustainable land use; ecophysiological data; humic substances; soil quality indicators

**SECONDA SESSIONE – IL SUOLO NELLA GOVERNANCE**



## **Approcci digitali avanzati a supporto della governance del suolo**

Langella G.

Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli Federico II, Napoli, Italia

\*glangella@unina.it

La rappresentazione digitale di un'entità fisica complessa, come il suolo, è alla base della conoscenza e della gestione dei territori e quindi rappresenta la base informativa per la corretta governance del suolo. La rappresentazione digitale dei suoli è un'esigenza imprescindibile ma presenta non pochi problemi. Infatti, non abbiamo – con particolare riferimento alla situazione italiana – gli strumenti per costruire una rappresentazione digitale del suolo caratterizzata da una base scientifica robusta e che risolva l'intero territorio nazionale.

Il problema può essere scomposto analizzandolo su piani differenti, ovvero sul piano politico-legislativo (a causa di una legislazione carente), sul piano conoscitivo (a causa di osservazioni pedologiche scarse e sparse) e sul piano tecnico-scientifico (a causa della mancanza di approcci scientifici adeguati). Nonostante diverse iniziative europee come la strategia tematica (STS 2021), la definizione di living labs (EU Mission: A Soil Deal for Europe) e l'imminente legge sulla salute del suolo (la Soil Health Law è attesa entro luglio 2023), in Italia abbiamo una gestione frammentata (per lo più regionale) del suolo e non esiste ancora una legge organica nazionale che definisca il suolo e ne regoli l'uso. Due disegni di legge sul suolo proposti – prima nel 2016 e poi nel 2022 – dalle società scientifiche italiane per promuovere una trattazione organica a livello nazionale non hanno avuto, ad oggi, un seguito parlamentare.

Sul piano conoscitivo, le banche dati pedologiche sono retaggio delle regioni, non sono digitalizzate o lo sono con formati tra loro incompatibili. I dati pedologici – soprattutto quelli primari e puntuali – non sono condivisi ma lo sono soltanto i prodotti derivati.

Sul piano tecnico-scientifico si evidenzia la mancanza di approcci digitali e pedometrici in letteratura scientifica che trattino come base informativa spazializzata l'orizzonte di suolo con le sue classi e le sue proprietà. Con questo contributo si propone di utilizzare una piattaforma digitale intelligente per incorporare banche dati pedologiche omogeneizzate in modo da costruire una rappresentazione spaziale continua dei suoli nello spazio tridimensionale e realizzare calcoli per misurare lo stato di salute dei suoli. Almeno tre soluzioni tecniche sono significative per rappresentare la geografia dei suoli esaustivamente, dimostrando la centralità di tecnologie intelligenti nella governance:

1. Soluzioni che coinvolgono tecnologie basate su cubi di dati sia puntuali che raster per immagazzinare e gestire tutte le informazioni sui suoli, primarie e derivate.
2. Soluzioni che integrano tecniche e procedure numeriche o pedometriche allo scopo di trasformare informazioni puntuali sui suoli in informazioni geograficamente continue.
3. Soluzioni basate su tecnologie intelligenti per integrare le soluzioni precedenti in un'unica piattaforma – ovvero un sistema di supporto alle decisioni via web basato su un'infrastruttura cibernetica geospaziale – per consentire a chiunque di interrogare i suoli per ottenerne informazioni sulla sua salute.

## **Advanced digital approaches supporting soil governance**

Langella G.

Department of Agriculture, University of Naples Federico II | Napoli, Italy

\*glangella@unina.it

The production of a digital representation of a complex physical object, such as soil, is at the very base of the knowledge and management of landscapes and therefore represents the first step to get useful information for a correct governance of soils. The digital representation of soils is an essential requirement but presents different problems. In fact, we do not have – with particular reference to the Italian situation – the tools to build a digital representation of soils characterized by a sound scientific basis and which resolves the entire national territory.

The problem can be broken down by analyzing it on different levels, that is on the political-legislative level (due to deficient legislation), on the cognitive level (due to scarce and sparse pedological observations) and on the technical-scientific level (due to the lack of suitable scientific approaches). Despite several European initiatives such as the Soil Thematic Strategy (STS 2021), the definition of living labs (EU Mission: A Soil Deal for Europe) and the forthcoming EU Soil Health Law (which is expected by June 2023), in Italy we have a fragmented (mostly regional) management of the soil and there is still no national organic law that defines the soil and regulates its use. Two draft laws on soil proposed – first in 2016 and then in 2022 – by the Italian scientific societies to promote an organic treatment at national level have not had, to date, a parliamentary follow-up.

In terms of knowledge, the soil databases are a legacy of the regions, they are not digitized or are in incompatible formats. Soil data – especially the primary and punctual ones – are not shared but only the derivative products are.

On the technical-scientific level, there is a lack of digital and pedometric approaches in scientific literature dealing with the soil horizon with its classes and its properties in a geospatial explicit context. With this contribution it is proposed to use a smart digital platform to incorporate homogenized soil databases in order to build a continuous spatial representation of soils in three-dimensional space and to carry out calculations to measure the state of soil health. At least three technical solutions are significant for representing the geography of soils exhaustively, demonstrating the centrality of smart technologies in the governance of the territory:

1. Solutions involving technologies based on both point and raster data cubes to store and manage all primary and derived soil information.
2. Solutions that integrate numerical procedures or pedometric techniques in order to transform point-based primary soil information into geographically continuous derived information.
3. Solutions based on smart technologies to integrate the previous solutions in a single platform – i.e., a web-based decision support system based on a geospatial cyber-infrastructure – to allow any stakeholder to get the most up-to-date soil health information.

## **Effetti del riscaldamento globale sui sistemi colturali: opzioni per affrontarne gli impatti con i progetti PSR-SFOF e PON-W4AF nell'Italia meridionale**

Parlavecchia M.\*, Garofalo P., Giglio L., Tucci V., Campobasso I., Vonella A.V., Fornaro F., Bregaglio S.U.M., Ferrara R.M., Lagomarsino A., Ventrella D.

CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Bari, Italia

\*marco.parlavecchia@crea.gov.it

L'aumento delle temperature medie, la maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi, quali gelate e ondate di calore, periodi di siccità e tempeste, sono conseguenze del riscaldamento globale (GW). Pertanto, è necessario un approccio per adattare e mitigare gli effetti del GW sulle colture. Le strategie di adattamento mirano a minimizzare gli effetti negativi del GW e possono essere la modifica della data di semina/trapianto e/o la massimizzazione dell'efficienza degli agro-input (acqua e concimazioni azotate). Le strategie di mitigazione puntano a ridurre le emissioni di gas-serra e preservare o incrementare la dotazione di carbonio organico nel suolo e le rese, riducendo le pratiche colturali (lavorazioni e apporto di nutrienti). Sono dunque necessari studi integrati per adattare i sistemi colturali alle mutate condizioni climatiche. Lo scopo dei progetti PSR-SFOF e PON-W4AF (nel quadro generale di AGROMODELLI) è lo sviluppo di strumenti innovativi per aiutare gli agricoltori a realizzare strategie sostenibili, preservando la disponibilità idrica e di carbonio nel suolo, riducendo gli oneri ambientali. L'obiettivo finale dei progetti sarà la realizzazione di due sistemi di supporto alle decisioni. Il primo (DSS\_SFOF) sarà un'applicazione per calcolare l'impronta idrica e di carbonio dei sistemi cerealicoli biologici in ambiente Mediterraneo e per scegliere le più adeguate strategie di management eco-friendly. Il secondo (DSS\_W4AF) sosterrà le politiche territoriali in termini di opzioni di adattamento al GW, con l'obiettivo di massimizzare il risparmio idrico per le coltivazioni di frumento duro e pomodoro in due aree del Sud Italia, la "Capitanata" e il "Metapontino", rispettivamente in Puglia e Basilicata.

Parole chiave: riscaldamento globale; sostanza organica; acqua; modellistica

**Effects of global warming on cropping systems: options to face the impacts with PSR-SFOF and PON-W4AF projects in Southern Italy**

Parlavecchia M.\*, Garofalo P., Giglio L., Tucci V., Campobasso I., Vonella A.V., Fornaro F., Bregaglio S.U.M., Ferrara R.M., Lagomarsino A., Ventrella D.

CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Bari, Italy

\*marco.parlavecchia@crea.gov.it

Rise of the average temperature, more and more occurrence of extreme weather events, such as frosts and heat waves, periods of dryness and storms, are consequences of global warming (GW). Therefore, it is needed to implement approaches to adapt and mitigate the effects of GW on crop performances. Adaptation strategies aim to minimize the negative effects of GW, such as modifying the sowing/transplanting date and/or maximizing the efficiency of agro-inputs (i.e., water and nitrogen). Mitigation strategies aim to reduce greenhouse gas emissions and to preserve or increase the organic carbon storage in soil and yield by reducing the soil and crop practices (i.e., tillage and nutrient supply). Consequently, integrated studies are necessary to redesign and adapt the cropping systems to the changed climate conditions. The purpose of PSR-SFOF and PON-W4AF projects (in the general framework of AGROMODELLI) is to develop innovative tools for supporting farmers to carry out sustainable strategies to preserve the water availability and soil carbon storage, by reducing the environmental burdens. The final goal of the projects will be the implementation of two decision support systems. The first tool will be an application (DSS\_SFOF) for computing the carbon and water footprint of organic cereal systems in Mediterranean environment and to screen among eco-friendly management strategies. The second one (DSS\_W4AF) will support territorial policies in terms of adaptation options to GW, focusing on water saving for durum wheat and tomato cultivations in two areas in Southern Italy i.e., “Capitanata” and “Metapontino”, located in Puglia and Basilicata regions, respectively.

Keywords: global warming; organic carbon; water; modelling

## **Modellazione e mappatura della biodiversità del suolo e delle sue funzioni a livello Europeo: il progetto MINOTAUR**

Mocali S.\*

CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\* stefano.mocali@crea.gov.it

La biodiversità del suolo è essenziale per la salute dei suoli e per una gestione sostenibile del suolo, soprattutto in agricoltura. La nuova strategia EU per il suolo per il 2030 contribuisce agli obiettivi del Green Deal europeo, proponendo che entro il 2030 il 75% dei suoli europei dovrà essere sano o, perlomeno, mostrare un significativo avvicinamento dei valori verso soglie di indicatori considerate accettabili, e a supporto dei servizi ecosistemici.

Tuttavia, finora sono stati compiuti solo sforzi limitati per identificare e condividere i dati di biodiversità del suolo disponibili. Inoltre, l'armonizzazione dei dati è ancora lontana. Pertanto, i valori attuali e le dinamiche della biodiversità del suolo in Europa sono poco conosciuti e sarà necessario selezionare indicatori adeguati per valutare la vulnerabilità dei suoli ai cambiamenti climatici e il loro stato di salute.

Qui presenterò il progetto EJP Soil MINOTAUR “Modelling and mapping soil biodiversity patterns and functions across Europe” (<https://ejpsoil.eu/soil-research/minotaur>), che mira a fornire modelli, mappe e indicatori con relativi valori di riferimento per il monitoraggio della biodiversità del suolo e specifiche funzioni. Inoltre, mirerà a comprendere come le pratiche agricole possano contribuire alla mitigazione e all'adattamento dei suoli ai cambiamenti climatici a livello europeo. Il progetto collaborerà con importanti progetti di ricerca, reti e programmi internazionali focalizzati sulla biodiversità del suolo (es. JRC/LUCAS, EUdaphobase, SOILBON, EUSO), per armonizzare e integrare i dati di biodiversità del suolo, contribuendo così a sostenere le relazioni internazionali e la condivisione a lungo termine di dati e informazioni armonizzate sul suolo europeo.

Parole chiave: biodiversità del suolo; monitoraggio del suolo; indicatori biologici; Minotaur; cartografia



## **Modelling and mapping soil biodiversity patterns and functions across Europe: the MINOTAUR project**

Mocali S.\*

CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

\* stefano.mocali@crea.gov.it

Soil biodiversity is considered an essential element for healthy soils and a keystone towards a more sustainable soil management, especially in agriculture. The EU Soil Strategy for 2030 contributes to the objectives of the EU Green Deal and is part of the Biodiversity Strategy, setting the ambitious target that 75% of European soils to be healthy by 2030, or show a significant improvement towards accepted thresholds of indicators, to support ecosystem services.

However, to date only limited efforts have been made at national and international level to identify available biodiversity data sources, and the harmonization of the available data is still far to be accomplished. Thus, the current status and trends in soil biodiversity across Europe are poorly known, and adequate taxonomical and functional indicators are needed to evaluate the vulnerability of soils to climate change as well as their health status.

Here, I'll present the EJP Soil internal project MINOTAUR “Modelling and mapping soil biodiversity patterns and functions across Europe” (<https://ejpsoil.eu/soil-research/minotaur>), which aims to provide models, maps and policy-relevant indicators with validated reference values for monitoring soil biodiversity and associated functions at EU level. Moreover, it will aim to understand how agricultural practices can contribute to climate change mitigation and adaptation at regional and national levels across the EU. The project will collaborate with relevant EU research projects, international soil biodiversity networks and programs (i.e. JRC/LUCAS, EUDaphobase, SOILBON, EUSO) to harmonize and integrate soil biodiversity data and contribute to support long-term harmonized EU soil information and international reporting.

Keywords: soil biodiversity; soil monitoring; biological indicators; Minotaur; mapping

**TERZA SESSIONE - IL SUOLO NELLA BIOECONOMIA**



## **Effetto dell'irrigazione con acque reflue agrumarie sulla fertilità del suolo e su *Lactuca sativa***

Lucia C., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.\*

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli studi di Palermo, Palermo, Italia

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

L'aumento della domanda di acqua e il deterioramento della qualità dei corpi idrici richiedono un uso corretto delle fonti idriche. Si prevede, inoltre, un aumento della domanda di acqua per la produzione agricola [1]. Il settore agricolo si è dimostrato il più adatto all'utilizzo delle acque reflue. Le acque reflue dell'industria agrumaria (CWWs) sono sottoprodotti del processo di trasformazione degli agrumi. Poiché le acque reflue possono contenere sia nutrienti che composti ad alto valore aggiunto, possono essere sfruttate per scopi agricoli [2]. Sulla base di queste considerazioni, è stato condotto un esperimento in vaso all'interno di una serra per studiare gli effetti di applicazioni ripetute di CWWs non trattate sul suolo e sulle colture di lattuga (*Lactuca sativa*). La lattuga in vaso è stata irrigata con acque reflue di limone o arancia diluite con acqua in ragione di 1/3 o 2/3 o non diluite (3/3), al fine di mantenere la capacità di ritenzione idrica del suolo tra il 40 e il 60%. L'irrigazione con le acque reflue ha aumentato il contenuto in carbonio organico totale (TOC) solo quando le acque reflue sono state applicate alla dose più alta. La stimolazione della respirazione microbica in seguito all'applicazione delle CWWs ha aumentato il quoziente metabolico ( $qCO_2$ ), suggerendo la comparsa di condizioni di stress; tuttavia, anche in condizioni di stress, i microrganismi nel suolo irrigato con CWWs, ad eccezione di quelli irrigati con OWWs 3/3, sono stati in grado di utilizzare il C organico per la loro crescita, come evidenziato dall'aumento del quoziente microbico ( $Q_{micr}$ ). I risultati dimostrano che le acque reflue possono essere utilizzate per l'irrigazione del suolo nell'ambito dell'agricoltura sostenibile, poiché aumentano i pool di C totale e labile e stimolano l'attività microbica.

**Effect of irrigation with citrus wastewaters on soil fertility and *Lactuca sativa***

Lucia C., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.\*

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli studi di Palermo, Palermo, Italia

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

The increase of water demand and degradation of water body quality call for a proper use of water sources. Moreover, the demand of water for the agricultural production is expected to increase [1]. The agricultural sector has proved to be the most suitable for the use of wastewater. Citrus wastewaters (CWWs) are by-products of the citrus fruit transformation process. Because CWWs may hold both nutrients and value-added biomolecules, they can be exploited for agricultural purposes [2]. Based on the above considerations, a pot experiment was carried out in a greenhouse to investigate the effects of repeated applications of not treated CWWs on soil and lettuce crops (*Lactuca sativa*). Lettuce in pots was irrigated with lemon or orange wastewaters diluted with water at the rate of 1/3 or 2/3 or not diluted (3/3), in order to maintain the soil water holding capacity between 40 and 60%. Irrigation with CWWs increased total organic carbon (TOC) only when CWWs were applied at the highest dose. The stimulation of microbial respiration following the application of CWWs increased the metabolic quotient ( $qCO_2$ ) which suggested the incoming of stress conditions; however, also under stress, microorganisms in soil irrigated with CWWs, except for those irrigated with OWWs 3/3, were able to use organic C for their growth as evidenced by the increase of the microbial quotient ( $Q_{micr}$ ). Results provide evidence that CWWs may be used for soil irrigation within sustainable agriculture purposes since they increased total and labile C pools and stimulated microbial activity.

## **Valorizzazione agronomica dell'hydrochar per la gestione della fertilità dei suoli**

Bona D.<sup>1\*</sup>, Tambone F.<sup>2</sup>, Zaccone C.<sup>3</sup>, Borgonovo G.<sup>4</sup>, Mazzini S.<sup>4</sup>, Bertoldi D.<sup>1</sup>, Silvestri S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione Edmund Mach, San Michele a/A, Italia

<sup>2</sup> Ricicla Group - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia - Università di Milano, Milano, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Biotecnologie, Università di Verona, Verona, Italia

<sup>4</sup> Dipartimento of Food, Environmental and Nutritional Sciences (DeFENS), Università di Milano, Milano, Italia

\*daniela.bona@fmach.it

L'impiego di hydrochar (HC) come ammendante è motivato dal significativo contenuto in carbonio e micro e macronutrienti (e.g., azoto, fosforo), anche se presenta ormai note problematiche multi-parametriche di fitotossicità dovute sia al trattamento idrotermico di carbonizzazione (HTC) che alle biomasse umide utilizzate (e.g., fanghi, digestati). L'elevato consumo di ossigeno (indice respirometrico dinamico, IR) dell'HC rispetto al compost indica una scarsa stabilità biologica (3370 e 405 mgO<sub>2</sub>/kgSV\*h), suggerendo la presenza di composti facilmente degradabili che possono determinare un incremento dell'attività microbica nel suolo con conseguente anossia. I dati ottenuti mediante <sup>13</sup>C NMR hanno evidenziato nell'HC un contenuto elevato di DOM e una predominanza di composti alifatici piuttosto che aromatici. Tale tendenza è stata confermata dalla caratterizzazione termica (TGA-DSC) che evidenzia una percentuale maggiore di molecole meno complesse e termicamente meno stabili nell'HC. Il progetto HYDRORG “Metodi di interazione tra ammendanti e sostanza organica del suolo: il caso dell'Hydrochar”, finanziato dalla Fondazione VRT, ha testato le proprietà agronomiche di una miscela (50:50 p/p) ottenuta da compost e HC, ottenuto da fanghi agro-industriali, dopo un periodo (30 giorni) di stabilizzazione in cumulo aerato. L'analisi <sup>13</sup>C NMR mostra nel mix finale la presenza di composti con peso molecolare inferiore rispetto a quelli riscontrati nel compost, e solitamente associati all'attività microbica. I valori di IR (421 mgO<sub>2</sub>/kgSV\*h), i test agronomici condotti su lattuga, le analisi spettrofotometriche e termiche dimostrano che questo veloce trattamento aerobico elimina la fitotossicità iniziale dell'HC e le caratteristiche del prodotto finale ottenuto sono compatibili con quelle di un buon ammendante.

Parole chiave: hydrochar; carbonio organico; nutrienti; fitotossicità; proprietà ammendanti

## **Agronomic valorisation of hydrochar for soil fertility management**

Bona D.<sup>1\*</sup>, Tambone F.<sup>2</sup>, Zaccone C.<sup>3</sup>, Borgonovo G.<sup>4</sup>, Mazzini S.<sup>4</sup>, Bertoldi D.<sup>1</sup>, Silvestri S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione Edmund Mach, San Michele a/A, Italy

<sup>2</sup> Ricicla Group - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia - University of Milano, Milan, 20133, Italy

<sup>3</sup> Department of Biotechnology, University of Verona, Verona, Italy

<sup>4</sup> Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences (DeFENS), University of Milano, Milan, Italy

\*daniela.bona@fmach.it

The use of hydrochar (HC) as the amendment is due to its content of carbon and micro- and macro-nutrients (e.g., nitrogen and phosphorus). The main critical issue of HC use is the phytotoxicity occurrence, determined by both the biomass used for HC production and the thermochemical reactions (HTC). The HC is less stable than compost, considering the higher dynamic respirometric index (DRI, 3370 and 405 mgO<sub>2</sub>/kgVS\*h), demonstrating higher content of easily degradable compounds, which could increase the microbial activity in the soil, resulting in anoxia. The data obtained from <sup>13</sup>C NMR of HC showed a high content of DOM and a predominance of aliphatic over aromatic compounds. Thermal analysis confirms the difference between the products and reports a presence in HC of less thermal stable, low molecular weight compounds. The HYDRORG project "Methods of interaction between soil improvers and organic matter in the soil: the case of Hydrochar", aims to define the properties of compost and hydrochar mix (50:50 w/w), obtained from agro-industrial sludge, after a fast (30 days) aerobic stabilization in a passively aerated pile. <sup>13</sup>C NMR analysis showed in the final product (MIX) the presence of compounds with a molecular weight lower than the compost, probably due to microbial biological transformation of organic compounds. DRI data (421 mgO<sub>2</sub>/kgSV\*h), agronomic tests on lettuce germination and growth, and spectrophotometric and thermal analyses demonstrated the positive effect of fast aerobic HC post-treatment on phytotoxicity reduction. The final MIX shows good agronomic properties, thus suggesting its utilization as a “good quality” amendment.

Keywords: hydrochar; organic carbon; nutrient; phytotoxicity; amendment properties

## **L'impatto ambientale dei reflui zootecnici e la valutazione del flusso di nutrienti in sistemi agricoli sostenibili**

Giagnoni L.\*, Sergi V., Caprarulo V., Simonetto A., Gilioli G.

Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università degli Studi di Brescia, (BS), Italia

\*laura.giagnoni@unibs.it

L'allevamento è considerato un settore che contribuisce in modo significativo alle emissioni di gas serra (GHGs) e di ammoniaca, e alla contaminazione delle acque. Tuttavia, l'uso dei reflui zootecnici ha mostrato benefici per fertilità del suolo e per la produttività colturale.

La gestione ottimale dei flussi di nutrienti negli allevamenti è una sfida primaria del Green Deal, perché consente di ridurre le emissioni di gas, gli impatti ambientali, la produzione di rifiuti e le richieste di input esterni, ottimizzare la fertilizzazione, migliorare la qualità del suolo e aumentare la circolarità.

L'obiettivo generale del nostro progetto è sviluppare uno strumento per la gestione razionale dei nutrienti negli allevamenti. Pertanto, il progetto prevede la valutazione dei flussi di nutrienti negli allevamenti mediante un approccio sistematico e multidisciplinare, monitorando input e output dei nutrienti ed eseguendo la modellazione del processo. Poiché il suolo è un compartimento importante per la trasformazione e lo stoccaggio dei nutrienti, obiettivi specifici della sperimentazione prevedono la caratterizzazione del suolo e la valutazione degli impatti della gestione dei reflui zootecnici (liquame e digestato) in suoli agricoli del nord Italia.

Abbiamo misurato le emissioni dal suolo di gas serra ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) e di ammoniaca durante la crescita del mais, utilizzando rispettivamente camere statiche e trappole acide. Inoltre, abbiamo analizzato le proprietà fisico-chimiche del suolo, le attività enzimatiche e la respirazione del suolo per valutare la fertilità. I risultati della sperimentazione consentiranno di acquisire conoscenze sui processi legati ai flussi di nutrienti nel suolo per sviluppare uno strumento di gestione sostenibile dell'azienda agricola.

Parole chiave: flussi di nutrienti; reflui; suolo



## **The environmental impact of livestock sludges in soil and the evaluation of nutrient fluxes in sustainable agricultural system**

Giagnoni L.\*, Sergi V., Caprarulo V., Simonetto A., Gilioli G.

Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università degli Studi di Brescia, (BS), Italy

\*laura.giagnoni@unibs.it

Livestock farming is considered one of the main sectors significantly contributing to greenhouse gases (GHGs) and ammonia emission and water contamination. However, the use of livestock waste in soil showed beneficial effects for soil fertility and crop productivity.

The optimal nutrient fluxes management in livestock farm is a primary challenge of Green deal, because it allows reducing gases emissions, environmental impacts, waste production and external input needs, optimizing the fertilization input, improving the soil quality, and increasing the circularity.

The general objective of our project is the development of a tool for the rational management of nutrients in livestock farming. The project requires the evaluation of the nutrient fluxes in livestock farms adopting a systematic and multidisciplinary approach based on nutrients input and output monitoring and process modelling. Since the soil is an important compartment for nutrient transformation and storage, specific objectives of the field experiments are the soil characterization and the evaluation of the impacts of livestock waste management (sewage and biogas digestate) in agricultural soils in Northern Italy.

We measured the Greenhouse gases ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) and ammonia emission in soil during the maize growth, by means of static chambers and acid traps, respectively, to evaluate the impact of different soil management on soil emissions. Moreover, we analysed soil physio-chemical properties, enzyme activities and soil respiration to evaluate the soil fertility. The results of the field trials will permit to fill knowledge gap on soil processes related to nutrient fluxes to develop a sustainable farm management tool.

Keywords: nutrient fluxes; livestock waste; soil

## **Impatto della fertilizzazione a base di digestati anaerobici provenienti da scarti di macellazione sulla fertilità del suolo e sul rilascio dell'azoto**

Ciurli A.\*, Di Biase G., Rapisarda S., Ciavatta C., Cavani L.

Dept. of Agricultural and Food Sciences, *Alma Mater Studiorum* University of Bologna, Italia

\*andrea.ciurli3@unibo.it

Nel modello di economia circolare, il riutilizzo e la rigenerazione dei sottoprodotti industriali è fondamentale per consentire il riciclo e riuso dei materiali più a lungo possibile. Il digestato, che è il maggior sottoprodotto della produzione di biogas, trova applicazione in agricoltura sostituendo, almeno parzialmente, la fertilizzazione minerale. Gli scarti di macellazione costituiscono un'ampia fonte di biomassa e perciò posseggono un alto potenziale di riutilizzo. Nel presente lavoro viene mostrato come i digestati provenienti da scarti di macellazione possano avere un impatto positivo sulla fertilità del suolo. Due digestati anaerobici sono stati valutati in un esperimento di incubazione nel suolo, a confronto con un fertilizzante minerale e uno organico.

In entrambi i suoli utilizzati è stato osservato un graduale rilascio di azoto (N) inorganico, fino al 20-25% dell'N totale contenuto nei digestati. Al contrario, la fertilizzazione minerale ha rilasciato N nitrico in maniera immediata e massiccia, creando i presupposti per un rischio di lisciviazione. Inoltre, le attività metaboliche ed enzimatiche sono risultate incrementate dopo l'applicazione dei digestati. L'effetto combinato di rilascio graduale dei nutrienti e promozione dell'attività microbica ha avuto effetti positivi sul suolo, rendendo promettente l'utilizzo di questo tipo di prodotti in un'ottica di sostenibilità e produttività.

Il presente lavoro getta le basi per un recupero vantaggioso delle biomasse provenienti da scarti di macellazione a fronte di un promettente utilizzo in agricoltura che si basa sulla comprensione e valutazione delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche di ogni prodotto.

Parole chiave: sostenibilità; fertilizzazione; digestati anaerobici; fertilità del suolo

**Impact on soil fertility and N dynamics of fertilizer from beef slaughtering waste anaerobic digestates**

Ciurli A.\*, Di Biase G., Rapisarda S., Ciavatta C., Cavani L.

Dept. of Agricultural and Food Sciences, *Alma Mater Studiorum* University of Bologna, Italy

\*andrea.ciurli3@unibo.it

In a view of circular economy, regeneration and re-utilization of by-products allow to always keep the highest utility and value of the productive processes (Sikdar, 2019). Digestate – the main by-product of the biogas production – can be used in agriculture as partial replacement of mineral fertilizers (Möller & Müller, 2012; Möller, 2015). Slaughterhouse wastes could be a promising resource for improving the energy-recovering rate of slaughter industry after anaerobic digestion (Mozhiarasi & Natarajan., 2022). In the present work, we assessed that anaerobic digestates from beef slaughtering waste had a positive impact on soil fertility.

We incubated two soils having different characteristics with two dried anaerobic digestates and compared their effect with an animal manure-based fertilizer and a mineral fertilizer. Inorganic N release kinetics revealed that digestates gradually increased inorganic N in the soil, releasing up to 20-25% of their N content. Conversely, mineral fertilizer showed an immediate and massive release of nitric N that could lead to leaching in the field. Moreover, microbial metabolic and enzymatic activity was increased after digestates application, with a positive effect on soil fertility. The combined effect of nutrient release and metabolic activity promotion is promising for a sustainable and valuable use of digestates from slaughtering wastes in agriculture.

This work states that the use of digestate from slaughterhouse waste as fertilizer is powerful and begins with the evaluation of their chemical-physical characteristics and nutrient release kinetics in soil environment, to match the soil and crops requirements.

Keywords: sustainability; fertilization; anaerobic digestate; soil fertility

## **Effetti dell'applicazione di micorrize sul destino nel suolo e nelle piante di prodotti farmaceutici derivanti dal riutilizzo delle acque reflue trattate in agricoltura**

De Mastro F.<sup>1\*</sup>, Brunetti G.<sup>1</sup>, De Mastro G.<sup>2</sup>, Ruta C.<sup>2</sup>, Stea D.<sup>2</sup>, Murgolo S.<sup>4</sup>, De Ceglie C.<sup>4</sup>, Mascolo G.<sup>4</sup>, Sannino F.<sup>3</sup>, Cocozza C.<sup>1</sup>, Traversa A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università di Bari Aldo Moro, Bari, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e territoriali, Università di Bari Aldo Moro, Bari, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (NA), Italia

<sup>4</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Ricerca sulle acque (IRSA), Bari, Italia

\*francesco.demastro@uniba.it

Il riutilizzo delle acque reflue trattate in agricoltura può essere una strategia sostenibile per risolvere il problema della scarsità dell'acqua. Tuttavia, l'irrigazione con acque reflue trattate può essere responsabile del rilascio di farmaci (PhACs) nel suolo e della loro traslocazione nelle colture, con conseguenti effetti tossici per l'uomo. I funghi micorrizici arbuscolari (AMF) possono essere impiegati per la rimozione dei PhACs dal suolo. Questo studio si proponeva di valutare il riutilizzo di acque reflue trattate per l'irrigazione di piante di carciofo micorrizzate e l'eventuale presenza di PhACs nelle loro parti eduli. Le piante di carciofo, non inoculate ed inoculate con due diversi AMF, sono state irrigate con acque reflue trattate (WW), con acqua di pozzo (FW) e con acqua di pozzo addizionata con otto PhACs ad una concentrazione di 200 ppb (EW), molto più elevata di quanto si riscontri normalmente nelle acque reflue. Gli inoculi erano di due tipologie: un puro (MSE) ed uno commerciale (MSY). I suoli con piante micorrizzate hanno mostrato una minore concentrazione di PhACs, confermando il ruolo positivo degli AMF nella rimozione dei PhACs. Solo con l'applicazione di EW sono stati riscontrati la carbamazepina ed il fluconazolo nelle piante di carciofo, e l'MSE ha determinato una significativa riduzione della concentrazione di carbamazepina e fluconazolo negli organi vegetali rispetto all'MSY. Infine, la resa del carciofo non è stata influenzata dal tipo di acqua utilizzato. Pertanto, i risultati del presente studio suggeriscono un uso sicuro delle acque reflue trattate in agricoltura.

Parole chiave: contaminanti di emergente preoccupazione; irrigazione; pianta di carciofo; micorrize

## **Effects of mycorrhizal applications on the fate in soil and plants of pharmaceuticals deriving from the treated wastewater reuse in agriculture**

De Mastro F.<sup>1\*</sup>, Brunetti G.<sup>1</sup>, De Mastro G.<sup>2</sup>, Ruta C.<sup>2</sup>, Stea D.<sup>2</sup>, Murgolo S.<sup>4</sup>, De Ceglie C.<sup>4</sup>, Mascolo G.<sup>4</sup>, Sannino F.<sup>3</sup>, Cocozza C.<sup>1</sup>, Traversa A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Soil, Plant, and Food Sciences, University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy

<sup>3</sup> Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Portici (Naples), Italy

<sup>4</sup> National Research Council (CNR), Water Research Institute (IRSA), Bari, Italy

\*francesco.demastro@uniba.it

The reuse of treated wastewater in agriculture could be a sustainable strategy to solve water scarcity problem. Nevertheless, the irrigation with treated wastewaters can be responsible to the release of pharmaceuticals (PhACs) into soils and their translocation into crops, which can result in toxic effects on humans. The arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can be employed for the removal of PhACs from soil, reducing their possible input into crops.

This study aimed to evaluate the use of treated wastewater for the irrigation of mycorrhizal artichoke plants and the possible presence of PhACs in their edible parts. Artichoke plants, not inoculated and inoculated with two different AMF, were irrigated with treated wastewater (WW), fresh water (FW) or fresh water spiked with eight PhACs at a concentration of 200 ppb (EW), a much higher concentration than is normally found in wastewater. The inocula were a crude inoculum of one AMF (MSE) and a commercial inoculum (MSY), containing two AMF.

Soils with mycorrhizal plants showed reduced PhACs concentration, confirming the positive role of AMF in the removal of PhACs. Only with EW irrigation, the antibiotic carbamazepine and the antifungal fluconazole were found in all artichoke organs. In addition, MSE determined a significant reduction in the concentration of carbamazepine and fluconazole in plant organs compared to MSY. Finally, the yield of artichoke was not affected by the type of water used. Therefore, the results of the present study suggested a safe use of treated wastewater in agriculture.

Keywords: contaminants of emerging concern; irrigation; artichoke plant; mycorrhizae

## **Effetto di trattamenti su suolo e su pianta di sottoprodotti industriali a base di zolfo idrofilico**

Cardelli V.<sup>1\*</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Nali M.<sup>2</sup>, De Angelis A.R.<sup>2</sup>, Bonoldi L.<sup>2</sup>, Rizzo C.<sup>2</sup>, Moscotti D.G.<sup>2</sup>, Corti G.<sup>1,3</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali. Università Politecnica delle Marche Ancona, Italia

<sup>2</sup> Eni S.p.A. Dipartimento di Ricerca e Innovazione, San Donato Milanese, Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\*v.cardelli@univpm.it

La trasformazione energetica in atto ha incentivato processi produttivi ed estrattivi più efficienti. Nuove tecniche di desolfurazione del metano restituiscono zolfo in forma colloidale, come sottoprodotto. Il presente studio ha valutato l'effetto dell'applicazione di tale tipologia di zolfo sia su suolo alcalino che su coltura di ricino, in un'ottica di economia circolare. In particolare, i trattamenti distribuiti al suolo prima della semina sono stati: *i*) controllo (C), nessuna aggiunta di zolfo; *ii*) S in polvere (Sp); *iii*) S colloidale (Ss); *iv*) S-colloidale+ flocculante (Ssp) ciascuna in dose di 30 kg ha<sup>-1</sup> di S. Al termine del ciclo vegetativo, campioni di pianta e suolo sono stati prelevati per la caratterizzazione finale. In termini assoluti, le piante nelle parcelle trattate con zolfo colloidale hanno prodotto una maggiore quantità di semi, ma la percentuale maggiore d'olio per seme è stata registrata per le piante trattate con Sp a cui corrisponde però la produzione di seme più bassa. Tuttavia, non sono state riscontrate differenze statistiche fra trattamenti, per cui non è possibile definire un effetto prevalente in termini di produzione della pianta. Similmente, anche per i parametri pedologici presi in considerazione, i trattamenti a base di zolfo non hanno manifestato effetti duraturi. Concludendo, i trattamenti a base di zolfo colloidale non hanno interferito sulle proprietà pedologiche prese in considerazione su suolo alcalino ma il loro impiego non si traduce in vantaggi per la coltura, per cui il loro utilizzo non è incentivato.

Parole chiave: zolfo; economia circolare; ricino; suolo alcalino

## **Effect of hydrophilic sulphur industrial by-products treatments on soil and plant**

Cardelli V.<sup>1\*</sup>, Serrani D.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Nali M.<sup>2</sup>, De Angelis A.R.<sup>2</sup>, Bonoldi L.<sup>2</sup>, Rizzo C.<sup>2</sup>, Moscotti D.G.<sup>2</sup>, Corti G.<sup>1,3</sup>, Cocco S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Ancona, Italy

<sup>2</sup> Eni S.p.A. Research and Technological Innovation Department, San Donato Milanese, Italy

<sup>3</sup> CREA Research Centre for Agricultural and Environment, Florence, Italy

\*v.cardelli@univpm.it

Nowadays, the energetic transformation has enhanced more efficient productive and extractive processes. Innovative techniques of methane desulfuration return colloidal sulfur as by-product. The present study aims to analyze the effect of treatments based on this sulfur product on alkaline soil and castor plant, in a circular economy scenario. Specifically, treatments, distributed before the seeding, were: *i*) control (C), no sulfur distribution; *ii*) powder sulfur (Sp); *iii*) colloidal sulfur (Ss) and *iv*) colloidal sulfur + flocculant (Ssp), in amount of 30 kg ha<sup>-1</sup> of S for each treatment. At the end of the growing season, plant and soil samples were collected for the post-treatment characterization. Considering the averaged values, plants in Ss treatments produced a greater number of seeds, while the highest content of oil per seed was recorded for Sp, despite of a lower seed production. Statistically, no differences among treatments were highlighted, thus, it is not possible to assign a prevalent effect of a treatment on plant performances. Similarly, treatments did not display durable effects on pedological properties. In conclusion, hydrophilic sulfur-based product does not interfere with the properties of alkaline soils, but its application neither has a favorable effect on plant.

Keywords: sulfur; circular economy; castor plant; alkaline soil

## **Effetto della pratica bio-conservativa su suoli coltivati della Vallesina – regione Marche, Italia**

Serrani D.<sup>1\*</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Tiberi S.<sup>2</sup>, Corti G.<sup>1,3</sup>, Cocco S<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

<sup>2</sup> ARCA Srl Benefit, Apiro (MC), Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\*d.serrani@univpm.it

La salvaguardia del suolo e il suo miglioramento sono aspetti fondamentali nel concetto di sostenibilità delle pratiche umane, specialmente per quanto riguarda il settore agricolo. La conservazione delle caratteristiche del suolo sta diventando un aspetto sempre più importante, considerando la crescente domanda di cibo, contro la costante diminuzione dei suoli fertili coltivabili. In questo contesto, la protezione del suolo dovrebbe rivestire un ruolo centrale nello sviluppo economico, partendo dall'attuazione di cambiamenti in ambito agricolo, come l'adozione di macchinari poco invasivi, l'apporto di sostanza organica stabile e il controllo dell'erosione.

Per valutare l'effetto di pratiche agronomiche conservative sul suolo, in quattro aziende agricole della Vallesina – regione Marche (Italia) è stato effettuato uno studio pedologico su suoli gestiti con pratiche biologiche (legislazione UE) e pratiche biologico-conservative nelle annate colturali 2019/2020 e 2020/2021. I campioni sono stati prelevati prima della semina (T0) e subito prima della raccolta (T1). I campioni del topsoil (orizzonti Ap1 e Ap2) sono stati condotti in due repliche e sono stati analizzati per il pH, il carbonio organico totale, l'azoto totale e il fosforo disponibile. Mentre nel corso dei due anni il trend delle proprietà chimiche del suolo è risultato variabile a seconda delle località, i risultati statistici hanno evidenziato differenze tra le due gestioni in due dei quattro siti, dove la gestione biologico-conservativa ha migliorato le proprietà chimiche considerate.

Anche se le osservazioni sono riferite a solo due annate agrarie, le pratiche biologico-conservative sembrerebbe aver avuto un effetto positivo sui parametri del suolo, rispetto alla gestione in biologico.

Parole chiave: gestione bio-conservativa; agricoltura sostenibile; conservazione del suolo



## **Effect of conservative-organic management on cultivated soils in Vallesina – Marche region, Italy**

Serrani D.<sup>1\*</sup>, Cardelli V.<sup>1</sup>, Camponi L.<sup>1</sup>, Salvucci A.<sup>1</sup>, Tiberi S.<sup>2</sup>, Corti G.<sup>1,3</sup>, Cocco S<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Ancona, Italy

<sup>2</sup>ARCA Srl Benefit, Contrada Sant'Urbano, 5/6 - 62021 Apiro (MC), Italy

<sup>3</sup>CREA Research Centre for Agricultural and Environment, Florence, Italy

\*d.serrani@univpm.it

Nowadays, soil preservation and amelioration are crucial points for the concept of sustainability of human practices, especially for the agricultural sector. The conservation of soil resources is becoming even more important, due to the increasing food demand and the decreasing fertility of cultivated soils.

In this context, soil protection should cover a central role in the economic development, starting from the actuation of several agronomic changes such as the adoption of low-invasive mechanization, the incorporation of stable organic matter, and the control of soil erosion.

To test the effect of conservative practices on soil properties, a pedological survey was conducted on four farms in the Vallesina valley - Marche region (Italy), under organic (EU legislation) and conservative-organic management during the 2019/2020 and 2020/2021 crop years. Soils were samples before the sowing (T0) and immediately before the harvesting (T1). Topsoil (Ap1 and Ap2 horizons) was sampled under each management (two replicates) and analyzed for pH, total organic carbon, total nitrogen, and available phosphorous. While soil chemical properties show variable trends over the years depending on the locations, statistical results enhanced differences between the two types of management in two of the four locations, where the conservative-organic management has improved the considered soil parameters.

Thus, even if observations were restricted to two crop years only, the effect of conservative-organic management seemed to produce a positive effect on soil parameters with respect to organic management.

**Keywords:** conservative-organic management; sustainable agriculture; soil conservation

## **Il ruolo delle piantagioni da frutto coltivate secondo criteri biologici nell'incremento di carbonio nel suolo (Studio preliminare)**

Poesio C.<sup>1\*</sup>, De Feudis M.<sup>1</sup>, Trenti W.<sup>1</sup>, Vianello G.<sup>2</sup>, Vittori Antisari L.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie AgroAlimentari. Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Italia.

<sup>2</sup> Accademia Nazionale di Agricoltura, Italia

\* chiara.poesio2@unibo.it

Successivamente alla decisione 529/2013/EU per il reintegro della sostanza organica nel suolo, viene definito il Regolamento 842/2018/EU *Land Use, Land Use Change and Forests* (LULUCF). Quest'ultimo sottolinea l'importante ruolo del suolo, oltre che delle coperture arboree, del legno e derivati, per lo stoccaggio del carbonio. In Italia il regolamento è stato recepito con la Strategia Forestale pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale nel febbraio 2022. Bisognerà però stabilire standard per suoli interessati anche da altre tipologie di coltivazione, definendo con priorità alcuni indicatori chiave quali superficie di riferimento, densità d'impianto, tempo di controllo e modalità di determinazione analitica della sostanza organica. Inoltre, le linee guida fornite da LULUCF precisano che la metodologia può essere applicata esclusivamente a nuovi impianti eseguiti dopo il 1990 per intervento volontario.

L'obiettivo del lavoro riguarda l'applicazione delle linee guida per quantificare il sequestro di C nel comparto suolo, ponendo forte attenzione al campionamento e alle analisi. La mancata considerazione delle effettive analisi nel suolo può portare a possibili speculazioni legate al nuovo mercato volontario dei crediti di carbonio. Il modello è stato applicato a due aree: un ciliegeto ed un castagneto da frutto, ambedue a conduzione biologica, senza lavorazioni del suolo ed asporto dei materiali organici di superficie. I risultati mostrano un incremento medio di carbonio organico nell'arco di 15 anni rispettivamente di 65,9 e 61,4 Mg ha<sup>-1</sup> nei primi 30 cm di suolo. Parallelamente a tale sperimentazione si indagano la quantificazione della CO<sub>2</sub> assimilata dalle piante mediante l'utilizzo dei sensori ®Tree talker e la misurazione delle emissioni della stessa dal suolo.

Parole chiave: LULUCF; linee guida; carbonio organico; sequestro del carbonio; pianta da frutto

**The role of fruit plants under biological management in increasing soil carbon (Preliminary study)**

Poesio C.<sup>1\*</sup>, De Feudis M.<sup>1</sup>, Trenti W.<sup>1</sup>, Vianello G.<sup>2</sup>, Vittori Antisari L.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie AgroAlimentari. Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Italy

<sup>2</sup> Accademia Nazionale di Agricoltura, Italy

\* chiara.poesio2@unibo.it

Following the decision 529/2013/EU for the reintegration of the organic matter in soil, the Regulation 842/2018/EU Land Use, Land Use Change and Forests (LULUCF) is defined. LULUCF emphasizes the important role of soil, as well as forests, tree coverings, wood and wood by-products, for carbon stock, providing guidelines for good practices. In Italy the regulation was implemented with the Forestry Strategy approved by law in February 2022. Standards can also be defined to evaluate the organic carbon stock in soils affected by other types of cultivation. The standard requires the definition of some key indicators, such as reference surface, plant density, control time and methods of organic carbon analytical determination. The LULUCF guidelines also specify that the methodology can only be applied to new plants performed after 1990 by voluntary human intervention. The goal of this work concerns the application of guidelines for quantifying the carbon sequestration in soil paying special attention on sampling and analysis which make clear possible speculations related to the new voluntary carbon credit market. The model was applied to two areas: a cherry grove and a fruit chestnut grove, both organically run, without tillage and removal of organic surface materials. The results show an average increase in organic carbon over 15 years of 65.9 and 61.4 Mg ha<sup>-1</sup> respectively in the first 30 cm of soil. In parallel with this experiment, the quantification of CO<sub>2</sub> assimilated by plants through the use of ®Tree talker sensors and the measurement of its emissions from the soil are being investigated.

Keywords: LULUCF; guidelines; organic carbon; carbon sequestration; fruit plant

## **Ruolo e potenzialità della pedofauna nei processi di biorisanamento di suoli contaminati**

Remelli S. \*, Celico F., Menta C.

Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma, 43124, Parma, Italia

\*sara.remelli@unipr.it

La fauna edafica è sia bioindicatrice che promotrice della salute e della qualità del suolo. In relazione a ciò, il presente studio si propone di valutare le funzionalità della pedofauna durante l'intero processo di biorimediazione (identificazione del disturbo, selezione degli organismi, bonifica, biomonitoraggio), testandola su alcuni contaminanti organici: IPA, PCB e PCDD/DF. Dallo studio ecotossicologico e della pedofauna autoctona di aree con manifestazioni naturali di idrocarburi è emersa la capacità del lombrico *Eisenia fetida* di sopravvivere e svilupparsi in presenza di IPA. Risultati analoghi sono stati ottenuti su terreni inquinati da PCB e PCDD/DF. Su questi suoli sono state valutate le capacità biorimedianti di *E. fetida*, singolarmente o in associazione con una specie vegetale (*Lepidium sativum*, crescita), considerando le concentrazioni e i congeneri dei contaminanti, e valutando l'influenza di *E. fetida* sul loro trasporto in falda. Test ecotossicologici con il collembolo *Folsomia candida* (sopravvivenza, riproduzione) e con crescita (germinazione, elongazione radicale) sono stati applicati su suolo ed elutriato per studiare l'efficacia del biorisanamento sulla riduzione della tossicità.

Sono state tratte le seguenti conclusioni: (i) la necessità, nella valutazione del rischio, di integrare l'approccio chimico con quello ecotossicologico (considerando diversi organismi ed end-points, e le informazioni ottenute dall'elutriato, oltre che dalla fase solida della matrice contaminata), (ii) la potenzialità dei lombrichi di ridurre la tossicità di suoli con contaminanti organici, con buone prospettive per la riduzione delle loro concentrazioni nei suoli. Vanno tenute in considerazione le caratteristiche del mezzo, data la possibilità che essi favoriscano la percolazione in falda dei contaminanti.

Parole chiave: biomonitoraggio; vermirimediazione; contaminanti organici; mesofauna; bioindicazione

## **Soil fauna: role and capabilities in bioremediation processes of contaminated soils**

Remelli S. \*, Celico F., Menta C.

Department of Chemistry, Life Sciences and Environmental Sustainability, University of Parma, 43124, Parma, Italy

\*sara.remelli@unipr.it

Soil fauna is both bioindicator and promoter of soil health, and quality. Given those characteristics, this study aims to evaluate edaphic fauna functions over the entire bioremediation process (identification of disturbance, organisms' selection, remediation, biomonitoring), testing them on some organic pollutants: PAHs, PCBs and PCDD/Fs. From ecotoxicity tests and autochthonous soil fauna study in areas with natural hydrocarbon seepages emerged that the earthworm *Eisenia fetida* can survive and grow in PAH environments. Similar results were obtained in PCB and PCDD/Fs contaminated soils. On those soils, the remediation capacity of *E. fetida*, alone or in association with a plant species (*Lepidium sativum*, cress), was evaluated considering contaminant concentration and congeners, and evaluating the effect of *E. fetida* on contaminant percolation into groundwater. Ecotoxicity tests on collembolan *Folsomia candida* (survival, reproduction) and cress (germination, root elongation) were carried out on soil and elutriate to study the success of the bioremediation process in reducing toxicity.

The following conclusions were drawn: (i) the need for toxicity-based approaches to supplement a chemical-based approach when running risk assessment (considering different target organisms and end-points in soil-ecotoxicity monitoring, and the role of elutriation tests with soil fauna as a complement of the solid phase), (ii) it emerged that earthworms could be an effective tool to reduce ecotoxicity of organically contaminated soils, with good possibilities for organic contaminants concentration reduction; although, the characteristics of the contaminated media should be taken into consideration, since there is a chance that these organisms could enhance the percolation of contaminants into groundwater.

Keywords: biomonitoring; vermiremediation; organic pollutants; mesofauna; bioindication

**QUARTA SESSIONE – IL SUOLO NELL’ERA DIGITALE**



## **La rivoluzione socio-digitale per la conservazione del suolo inizia da qui: Partnership “Agriculture of data” e Mission “Soil deal for Europe”**

Roggero P.P.

Ministero Università e Ricerca, Gruppo di esperti Horizon Europe Cluster 6  
Università degli studi di Sassari

\*pproggero@uniss.it

La strategia europea sul suolo ha dato un impulso decisivo allo sviluppo della nuova direttiva quadro sulla salute dei suoli europei, che rappresenta una attenzione senza precedenti della politica europea su questo argomento. Il cammino verso la direttiva è accompagnato da diversi programmi di ricerca tra i quali assumono particolare rilevanza la missione “Un patto sul suolo per l’Europa” (*Soil deal for Europe Mission*) e la partnership “Agricoltura dei dati” (*Agridata*).

La missione sul suolo è già alla terza *call* e a oggi (febbraio 2023) ha mobilitato risorse per 288 M€. L’ultima *call* aperta il 17 gennaio con scadenza il 20 settembre 2023 ha un budget di 126M€. Non è secondario sottolineare che questo programma è uno delle 5 missioni di grande rilevanza per Horizon Europe (*Climate change, Oceans and waters, Cancer, Climate neutral and smart cities, A soil deal for Europe*). È la prima volta in assoluto che la CE investe così tante risorse nella ricerca sul suolo.

La mission è imperniata sul concetto di *Living lab* e *Lighthouses*, sperimentato con successo in altri ambiti, la cui declinazione per la conservazione del suolo in ambiti agrari, forestali e urbani è particolarmente sfidante. La comunità scientifica italiana ha risposto molto bene alle prime *call* posizionandosi seconda in Europa per numero di progetti approvati e *budget* complessivo. I nuovi Centri Nazionali avviati con il PNRR (NBFC e Agritech) potrebbero rappresentare una opportunità formidabile per aggregare una massa critica di ricercatori italiani capace di coordinare diverse iniziative in questa *call*. La collaborazione tra comunità accademica, organizzazioni di ricerca e imprese private rappresenta infatti un punto nodale per affrontare con successo i temi della lotta alla desertificazione e la sensibilizzazione pubblica sulla rilevanza del suolo per la salute del pianeta.

La partnership *Agridata* è in una fase ancora preliminare e i primi bandi usciranno tra fine 2023 e il 2024: la consultazione pubblica della agenda strategica per la ricerca e l’innovazione si è appena conclusa (gennaio 2023) e sarà finalizzata nei prossimi mesi. Si tratta di una *partnership cofunded* la cui attuazione è determinata dai contributi dei singoli paesi e da un cofinanziamento del 30% da parte della CE. I Ministeri dell’università e della Ricerca e il Ministero dell’Agricoltura hanno investito risorse per oltre 20M di euro in cash in questa partnership, un contributo tra i più alti in Europa, a dimostrazione della rilevanza strategica del tema per l’agricoltura nazionale. Il meccanismo della *partnership* è ancora aperto e consente la partecipazione attiva e il cofinanziamento anche di altre organizzazioni pubbliche e private (es. le regioni e l’agenzia spaziale italiana). Un ambito molto rilevante di questo tema è legato alle applicazioni del telerilevamento satellitare. L’applicazione di tecnologie digitali e satellitari all’agricoltura offre opportunità inedite per affrontare le sfide dell’adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici in agricoltura, per il monitoraggio e valutazione dell’efficacia della attuazione delle politiche agricole.

Per maggiori dettagli sulla mission Soil deal for Europe: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/horizon-europe-work-programmes\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/horizon-europe-work-programmes_en)

Per maggiori dettagli su Agridata: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-04/ec\\_rtd\\_he\\_partnership-agriculture-data.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-04/ec_rtd_he_partnership-agriculture-data.pdf)

Parole chiave: conservazione del suolo; programmi europei di ricerca e innovazione; agricoltura digitale



## **The socio-digital revolution for soil conservation starts here: Partnership "Agriculture of data" and Mission "Soil deal for Europe"**

Roggero P. P.

Ministry of University and Research, Horizon Europe Cluster 6 Expert Group  
University of Sassari

\*pproggero@uniss.it

The European Soil Strategy has given decisive impetus to the development of the new European Soil Health Framework Directive, which represents an unprecedented focus of European policy on this issue. The path towards the Directive is supported by several research programs, among which the “Soil deal for Europe” Mission and the “Agriculture of Data” Partnership (*Agridata*) are particularly relevant.

The third call of the Soil deal for Europe Mission has been published on January 17<sup>th</sup> 2023 and to date (February 2023) has mobilized 288M€. The deadline for this last call is September 20, 2023, with a total budget of 126M€. This program is one of the 5 Horizon Europe Missions of great relevance (*Climate change, Oceans and waters, Cancer, Climate neutral and smart cities, A soil deal for Europe*). This is the first time that the Commission invested so many resources in soil science research. The Mission is based on the design and implementation of the *Living lab* and *Lighthouse* concepts, which had been successfully implemented in other research areas (e.g. Urban planning). Extending these concepts with a focus on soil conservation in agricultural, forestry and urban areas is particularly challenging. The Italian scientific community performed very well on the first *calls*, ranking second in Europe for the number of approved projects and overall *budget*. The new National Centres launched with the Recovery and Resilience National Plan – PNRR, namely NBFC and Agritech, could represent a great opportunity to aggregate a critical mass of Italian researchers capable of coordinating different initiatives for this call. The collaboration between the academic community, research organizations and private companies represents a key point to successfully addressing the issues of combating desertification and raising public awareness of the importance of soil for the health of the planet.

The *Agridata* partnership is still at a preliminary stage and the first calls will be launched between the end of 2023 and 2024: the public consultation of the strategic agenda for research and innovation has just ended (January 2023) and will be finalized in the coming months. It is a co-funded partnership whose implementation is determined by contributions from individual countries and 30% co-financing by the EC. The Italian Ministry of University and Research and the Ministry of Agriculture have invested in this partnership over 20M euros in cash, one of the highest contributions in Europe, demonstrating the strategic importance of the issue for national agriculture. The *partnership* mechanism is still open and allows the active participation and co-financing of other public and private organizations (e.g. the administrative regions and the Italian Space Agency). A very relevant area of this theme is related to the applications of satellite remote sensing. The application of digital and satellite technologies to agriculture offers unprecedented opportunities to address the challenges of adaptation and mitigation of climate change in agriculture, through monitoring and evaluating the effectiveness of agricultural policy implementation.

For more details on the Soil deal for Europe mission: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/horizon-europe-work-programmes\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/horizon-europe-work-programmes_en)

For more details about Agridata: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-04/ec\\_rtd\\_he-partnership-agriculture-data.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-04/ec_rtd_he-partnership-agriculture-data.pdf)

Keywords: soil conservation; european research and innovation programmes; digital agriculture

## **Messa a punto di una procedura speditiva di campo e di uno strumento software per quantificare e monitorare l'erosione del suolo nel vigneto**

Andrenelli M.C.<sup>1\*</sup>, Fila G.<sup>2</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Padova, Italia

\*mariacostanza.andrenelli@crea.gov.it

La viticoltura è uno dei sistemi colturali maggiormente soggetti ai fenomeni di erosione a causa della frequente collocazione dei vigneti su versanti ripidi e di pratiche gestionali che possono aumentare l'erodibilità del suolo.

Da qui l'idea di sviluppare uno strumento per monitorare la dinamica della superficie del suolo che fosse facilmente utilizzabile da qualsiasi agricoltore e in grado di quantificare il tasso di erosione medio annuo dalla data di impianto del vigneto.

Basato sull'Improved Stock Unearthing Method (ISUM), lo strumento software stima il tasso di erosione nell'interfilare dei vigneti attraverso la misura della differenza tra il livello attuale della superficie del suolo e quello al momento della messa a dimora delle barbatelle, identificato dalla posizione del punto di innesto. L'applicazione restituisce, per ogni transetto, l'area della sezione di terreno interessata da asportazione o accumulo di materiale, consentendo così il calcolo del tasso di erosione o deposizione fra transetti adiacenti.

Lo strumento software fornisce tutte le indicazioni necessarie per condurre correttamente il rilievo in campo e consente all'utente di personalizzare la geometria del vigneto, le specifiche tecniche della trattrice e le caratteristiche del suolo. Il software, inoltre, assiste l'utente nell'intero processo di immissione ed elaborazione dei dati attraverso distinti fogli di calcolo. Viene fornito un esempio di applicazione dello strumento, riferito ad un vigneto di 16 anni con diversa gestione degli interfilari negli ultimi due anni: inerbimento permanente, lavorazione continua e sovescio.

Parole chiave: erosione del suolo; vigneto; ISUM

## **Set-up of a straightforward field procedure and a software tool to quantify and monitor soil erosion in vineyard**

Andrenelli M.C.<sup>1\*</sup>, Fila G.<sup>2</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Padova, Italy

\*mariacostanza.andrenelli@crea.gov.it

Viticulture is one of the cropping systems most prone to erosion phenomena, due to the frequent placement of vineyards on steep slopes and to management practices that can increase soil erodibility. Hence the idea of developing a practical software tool to monitor soil surface dynamics, simple for any farmer to use and capable of quantifying the average annual erosion rate since the vineyard plantation.

Based on the Improved Stock Unearthing Method (ISUM), the tool estimates the erosion rate in the vineyard inter-row by based on the difference between the current soil surface level and that at vines plantation time, identified by the position of the grafting point. The application returns, for each measured transect, the area of the soil section affected by removal or accumulation of material, thus allowing the calculation of the erosion or deposition rate between consecutive transects.

The tool provides all the instructions required to properly conduct the field survey and allows the user to optimize vineyard design, tractor characteristics and soil features. Moreover, it has an intuitive workflow and layout that facilitate the whole process from data entry to elaboration and output display through separated spreadsheets.

A real-world example of tool application is provided, based on a 16-year-old vineyard conducted for two years with different inter-row managements: permanent grass cover, continuous tillage, and green manure.

Keywords: soil erosion; vineyard; ISUM

## **Sequenziamento del metagenoma del suolo con tecnologia Nanopore per valutare l'effetto di un inoculo fungino sulla sua biodiversità**

Pin L.<sup>1,\*</sup>, Testone G.<sup>1</sup>, Giannino D.<sup>1</sup>, Cardarelli M.<sup>2</sup>, Colla G.<sup>2</sup>, Pinzari F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto per i Sistemi Biologici, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Monterotondo, (RM) Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia

<sup>a</sup> “Ricerca finanziata da “POR-FESR Lazio 2014 – 2020, Azione 1.2.1, Progetto “MicrobiALIENI”, A0375-2020-36644.”

\*lorenzo.pin@cnr.isb.it

Diverse specie di funghi e batteri sono attualmente utilizzate per produrre fertilizzanti e pesticidi a base di microrganismi (biofertilizzanti e prodotti per biocontrollo). I bioinoculanti hanno un grande potenziale in agricoltura perché possono aiutare a ottenere rese e qualità elevate delle colture. Tuttavia, si sa molto poco degli effetti dell'introduzione di una specie fungina sulle comunità locali. La diffusione di un fungo competitivo e altamente performante nel suolo può influenzare l'omeostasi dei network ecologici. Inoltre, la diffusione a livello mondiale di inoculanti commerciali potrebbe aumentare la somiglianza genotipica dei microrganismi del suolo con effetti poco prevedibili sul funzionamento degli ecosistemi a lungo termine. Abbiamo testato l'efficacia di dispositivi di sequenziamento di terza generazione (Oxford Nanopore Technology, ONT) per rilevare, monitorare e quantificare le comunità microbiche in suoli inoculati con un ceppo fungino commerciale. Un protocollo rapido per il sequenziamento “shotgun” del metagenoma del suolo è stato usato per confrontare la biodiversità di suoli agrari coltivati con piante di pomodoro da industria. Il DNA è stato estratto dal terreno campionato vicino a piante trattate e non con una sospensione di spore di *Trichoderma atroviridae*, un fungo con comprovate proprietà protettive e fertilizzanti per le piante. La tecnologia ONT consente di sequenziare lunghi frammenti di DNA ed è particolarmente adatta per rintracciare e quantificare singole specie di funghi o altri organismi in campioni complessi. In questa sede vengono discussi i pro e i contro della tecnica, la sua efficacia nel rintracciare il fungo e nel monitorare la biodiversità del suolo.

Parole Chiave: suolo; *Trichoderma*; Nanopore; metagenoma; biodiversità

## **Soil metagenome sequencing with Nanopore technology to assess the effect of a fungal inoculum on biodiversity**

Pin L.<sup>1, a\*</sup>, Testone G.<sup>1</sup>, Giannino D.<sup>1</sup>, Cardarelli M.<sup>2</sup>, Colla G.<sup>2</sup>, Pinzari F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto per i Sistemi Biologici, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Monterotondo, (RM), Italy

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy

<sup>a</sup> “Ricerca finanziata da “POR-FESR Lazio 2014 – 2020, Azione 1.2.1, Progetto “MicrobiALIENI”, A0375-2020-36644.”

\*lorenzo.pin@cnr.isb.it

Different species of fungi and bacteria are currently utilised to produce microbial-based fertilisers and pesticides (biofertilisers and biocontrol products). Bioinoculants have great potential in agriculture because they represent an effective eco-sustainable contribution to high yield and quality crop production. However, very little is known about the effects of introducing a fungal species on the local communities. The spread of competitive and highly performing fungi in the soil can influence ecological networks' homeostasis. The worldwide diffusion of commercial microbial products might increase soil microbial genotypic similarity with poorly predictable effects on ecosystems functioning in the long term. We tested the efficacy of third-generation sequencing technology devices (Oxford Nanopore Technology, ONT) for detecting, monitoring and quantifying microbial communities in soils inoculated with a commercial fungal strain. In this study, a rapid protocol for shotgun metagenome sequencing of soil DNA was optimised and used to compare the biodiversity of treated and untreated agrarian soils of processing experimental tomato fields. DNA was extracted from the soil collected a few cm from plants whose roots were soaked (at the transplant) with a spore suspension of *Trichoderma atroviridae*, a fungus with proven plant protective and fertilising properties. ONT technology allows the sequencing of long DNA fragments and is particularly suitable for tracing and quantifying single species of fungi or other organisms in complex samples. The pros and cons of the technique are discussed here, along with its effectiveness in tracking the fungus and monitoring soil biodiversity.

Key Words: soil; *Trichoderma*; Nanopore; metagenome; biodiversity

**QUINTA SESSIONE – IL SUOLO NELLA SOCIETA' MODERNA**



## **Il suolo nella società moderna. Stato dell'arte e prospettive future**

Muscolo A.

Università Mediterranea, Dipartimento di AGRARIA, Feo di Vito, Reggio Calabria, Italia

\*amuscolo@unirc.it

### **Stato dell'arte**

I suoli sono il fondamento della produzione e della sicurezza alimentare, fornendo alle piante nutrienti, acqua e sostegno per le loro radici. Oltre al loro ruolo nella produzione alimentare, i suoli forniscono altri servizi ecosistemici che sono vitali per la stabilità e la resilienza dell'ambiente terrestre. Gli ultimi dati di ISPRA, attestano che il consumo di suolo è in media di 19 ettari al giorno, ovvero 70 km<sup>2</sup> di nuove coperture artificiali in un solo anno. Una trasformazione pari a circa 2.2 m<sup>2</sup> di suolo irreversibilmente persi ogni secondo. La copertura artificiale del suolo è passata dal 2.7% al 7.65% (+180%), intaccando ormai 23.063 chilometri quadrati del nostro territorio. Nel 2012 nasce il Global Soil Partnership (GSP), un partenariato riconosciuto a livello mondiale istituito con la missione di posizionare i suoli nell'agenda globale e promuovere una gestione sostenibile del suolo. Il partenariato, ospitato dalla FAO, lavora duramente per la salvaguardia del suolo per migliorare la qualità del suolo e per garantire suoli produttivi ai fini della sicurezza alimentare, mitigazione dei cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile. Il ruolo principale è quello di rafforzare collaborazioni e sinergie di sforzi tra tutte le parti interessate. Dagli utenti del territorio fino ai responsabili politici. Sin dalla sua creazione, GSP è diventato un importante partenariato in cui le questioni globali del suolo vengono discusse e affrontate da più parti interessate, per colmare una lacuna esistente nella promozione della gestione sostenibile del suolo. Le azioni prioritarie per contrastare il degrado progressivo del suolo sono quelle di promuovere la definizione di politiche inclusive e «governance» del suolo, promuovere investimenti nella gestione sostenibile del suolo, promuovere la ricerca mirata del suolo, promuovere programmi educativi e di estensione efficaci sui suoli, ridurre al minimo il degrado dei suoli ripristinando anche la produttività dei suoli già degradati nelle regioni più vulnerabili, stabilizzare le riserve globali di materia organica del suolo, compreso il carbonio organico del suolo e gli organismi del suolo, stabilizzare o ridurre l'uso globale di fertilizzanti a base di azoto e fosforo, aumentando al contempo l'uso di fertilizzanti nelle regioni carenti di nutrienti e infine migliorare la nostra conoscenza dello stato e dell'andamento delle condizioni del suolo attraverso l'istituzione o il rafforzamento dei sistemi di informazione del suolo. Per poter far fronte alla perdita di suolo produttivo bisogna quindi affrontare il tema della gestione sostenibile del suolo nei diversi programmi di sviluppo sostenibile. Il gruppo tecnico intergovernativo sui suoli (ITPS) è stato istituito durante la prima Assemblea plenaria del Global Soil Partnership tenutasi presso la sede della FAO nel 2013 proprio con questo obiettivo. I temi che verranno sviluppati nel prossimo futuro riguarderanno la «governance» del suolo, l'educazione e la consapevolezza del suolo, l'inquinamento del suolo, il cambiamento climatico e la compattazione del suolo.

### **Prospettive future**

Il lavoro futuro è rivolto principalmente alla selezione di indicatori e metodologie di laboratorio armonizzate applicabili in tutti i Paesi per l'adozione di pratiche di gestione sostenibile e per la definizione di indicatori comparabili per garantire che i suoli del mondo siano gestiti in modo sostenibile e che i benefici socio-economici dei suoli sani siano preservati per le generazioni future. Si sta inoltre lavorando all'armonizzazione dei termini e a far riconoscere e adottare a livello globale nuovi concetti quali *salute del suolo* che è stato identificato nella capacità del suolo di sostenere la produttività, la diversità e l'ambiente ed è già stato accettato e adottato a livello internazionale dal settore agricolo e decisori politici, che riconoscono i collegamenti tra la salute dei suoli e la salute dei consumatori. La salute del suolo è ora ritenuto un prerequisito fondamentale per raggiungere uno sviluppo sostenibile. Il concetto sicurezza del suolo è invece molto più recente e non ha ancora lo



stesso riconoscimento del concetto *salute del suolo*, si basa sullo sviluppo di approcci interdisciplinari e transdisciplinari per esplorare questioni relative al legame tra suolo e salute umana.

A tal riguardo nel prossimo futuro ricerche incentrate sulla salvaguardia della biodiversità del suolo, riutilizzo di rifiuti, per contribuire a ridurre le esternalità agricole come la contaminazione dell'acqua, gli effetti sugli ecosistemi e il cambiamento climatico sono indispensabili. Inoltre rientra tra le prospettive future la divulgazione di come il suolo sia strettamente connesso alla salute umana coinvolgendo con un approccio *bottom up* la nostra società, in modo da aumentarne la consapevolezza a tutti i livelli. Tra gli obiettivi vi è la necessità di creare team multidisciplinari di ricercatori che lavorino insieme per comuni obiettivi quali salute del suolo e salute umana e che divulgino conoscenza su questi importanti argomenti per un futuro migliore.

In breve, il futuro è incentrato sulla multidisciplinarietà e su ricerche che valutino gli effetti che più fattori o mix di sostanze hanno sul suolo e sulla salute. Inoltre per poter cambiare direzione e frenare il degrado del suolo e dell'ambiente è necessario comunicare efficacemente i risultati delle ricerche scientifiche alla società civile, che non potrà essere consapevole delle sfide che affrontiamo e delle opportunità che abbiamo se non vi è un adeguato sistema di divulgazione.

## **Il soil in the modern society. State of the art and future prospects**

Muscolo A.

Mediterranean University, Department of AGRICULTURE, Feo di Vito, Reggio Calabria, Italy

amuscolo@unirc.it

### **State of art**

Soils are the foundation of food production and food security, providing plants with nutrients, water and root support. In addition to their role in food production, soils provide other ecosystem services that are vital to the stability and resilience of the earth's environment. The latest data from ISPRA attest that soil consumption is on average 19 hectares per day, or 70 km<sup>2</sup> of new artificial covers in just one year. A transformation equal to about 2.2 m<sup>2</sup> of soil irreversibly lost every second. Artificial land cover has increased from 2.7% to 7.65% (+180%), now affecting 23,063 Km<sup>2</sup> of our territory. In 2012, the Global Soil Partnership (GSP) was born, a globally recognized partnership established with the mission to put the soils on the global agenda and promote sustainable soil management. The partnership, hosted by FAO, works hard to conserve soil to improve soil quality and to ensure productive soils for food security, climate change mitigation and sustainable development. The main role is to strengthen collaborations and synergies between all stakeholders, from land users to policy makers. Since its creation, GSP has become an important partnership where global soil issues are discussed and addressed by multiple stakeholders, to fill an existing gap in promoting sustainable soil management. The priority actions to combat progressive soil degradation are to promote the definition of inclusive policies and "governance" of the soil, promote investments in sustainable soil management, promote targeted soil research, promote effective educational and extension programs on soils, minimize land degradation including restoring the productivity of already degraded soils in the most vulnerable regions, stabilize global reserves of soil organic matter, including soil organic carbon and soil organisms, stabilize or reduce global use of nitrogen and phosphorus fertilizers, while increasing the use of fertilizers in nutrient-deficient regions, and ultimately improve our knowledge of the state and trend of soil conditions through the establishment or strengthening of information systems of the soil. In order to cope with the loss of productive soil, it is therefore necessary to address the issue of sustainable soil management in the various sustainable development programmes. The Intergovernmental Technical Group on Soils (ITPS) was established during the first Plenary Assembly of the Global Soil Partnership held at FAO Headquarters in 2013 with precisely this objective. The topics that will be developed in the near future will concern soil governance, soil education and awareness, soil pollution, climate change and soil compaction.

### **Future perspectives**

Future work is mainly aimed at selecting harmonized indicators and laboratory methodologies applicable in all countries for the adoption of sustainable management practices and for the definition of comparable indicators to ensure that the world's soils are managed sustainably and that the socio-economic benefits of healthy soils are preserved for future generations.

Work is also underway on harmonizing terms and getting new concepts recognized and adopted globally such as soil health which has been identified in the ability of soil to support productivity, diversity and the environment and has already been accepted and adopted at international level by the agricultural sector and policy makers, who recognize the links between soil health and consumer health. Soil health is now considered a fundamental prerequisite for achieving sustainable development. The concept of soil safety is instead much more recent and does not yet have the same recognition as the concept of soil health, it is based on the development of interdisciplinary and transdisciplinary approaches to explore issues relating to the link between soil and human health.

In this regard, research focused on the preservation of soil biodiversity, reuse of waste, to help reduce agricultural externalities such as water contamination, the effects on ecosystems and climate change

are indispensable in the near future. Furthermore, the dissemination of how soil is closely connected to human health is part of the future prospects, involving our society with a bottom-up approach, in order to increase awareness at all levels. Among the objectives there is the need to create multidisciplinary teams of researchers who work together for common goals such as soil health and human health and who disseminate knowledge on these important topics for a better future.

In short, the future is centred on multidisciplinary and on researches that evaluate the effects that multiple factors or mixes of substances have on soil and health. Furthermore, in order to be able to change direction and curb soil and environmental degradation, it is necessary to effectively communicate the results of scientific research to civil society, which will not be able to be aware of the challenges we face and the opportunities we have if there is no adequate dissemination system.

## **Un nuovo approccio al QBS-ar considerando tutte le forme biologiche: in caso di studio su diverse colture (melo, pomodoro, fragola) in Romagna**

Bigiotti G.<sup>1\*</sup>, Vitali F.<sup>1</sup>, Tommasini M.G.<sup>2</sup>, Turci S.<sup>2</sup>, D'Avino L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

<sup>2</sup> RI.NOVA soc. Coop - Agriculture, Environment and Food Cesena, Italy

\*[gaia.bigiotti@crea.gov.it](mailto:gaia.bigiotti@crea.gov.it)

Questo lavoro ha lo scopo di valutare la biodiversità della fauna del suolo in sei diverse prove sperimentali (meleti, fragole e campi di pomodoro). La gestione biologica e quella integrata sono state confrontate per ogni coltura applicando l'indice QBS-ar (Soil Biological Quality based on microarthropods). Il QBS-ar rappresenta ad oggi uno strumento appropriato per classificare la diversità dei microartropodi del suolo, raggruppandoli in base al loro morfotipo e rappresentando un modello della biodiversità della fauna del suolo. Le prove sono state effettuate durante l'autunno 2020 e la primavera 2021. Inoltre, è stato proposto un altro indice che considera tutte le forme biologiche (QBS-ar\_BF) e che è stato confrontato con il risultato ottenuto con il QBS-ar per evidenziare eventuali differenze tra i trattamenti. Come risultato, il QBS-ar\_BF ha evidenziato differenze significative (test di Kruskal Wallis,  $p = 0,05$ ; effect size = 0,714). Inoltre, la densità (artropodi per kg di suolo secco) delle forme biologiche euedafiche ed emiedafiche è risultata più elevata nelle prove biologiche rispetto a quelle integrate. I risultati ottenuti suggeriscono quindi che l'uso del suolo può influenzare i valori di QBS-ar e, di conseguenza, l'abbondanza e la diversità della comunità di microartropodi del suolo. In conclusione, il QBS-ar e, in particolare, il QBS-ar\_BF testato in questa ricerca, sembrano strumenti appropriati per descrivere la mesofauna del suolo e questo modello sarà applicato in 7 Paesi europei nell'ambito del progetto H2020 Excalibur.

Parole chiave: QBS-ar; mesofauna; bioindicatori del suolo; forme euedafiche; artropofauna

**A new approach to QBS-ar considering all biological forms. A case study on different crops (apple, tomato, strawberry) in Romagna**

Bigiotti G.<sup>1\*</sup>, Vitali F.<sup>1</sup>, Tommasini M.G.<sup>2</sup>, Turci S.<sup>2</sup>, D'Avino L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

<sup>2</sup> RI.NOVA soc. Coop - Agriculture, Environment and Food Cesena, Italy

\*gaia.bigioti@crea.gov.it

In this work the soil fauna biodiversity was assessed by CREA-AA in six different experimental trials (two in apple orchards, two in strawberries in a greenhouse, and two in processing tomatoes in an open field, respectively) carried out by RI.NOVA in Emilia Romagna Region (Po Valley, Italy). Organic vs integrated management systems were compared for each crop by applying the QBS-ar index (Soil Biological Quality based on microarthropods). QBS-ar represents an appropriate tool to classify soil microarthropods' diversity, grouping them according to their morpho-type and representing the mesoscale pattern of soil fauna biodiversity. To reach this goal, the samples were collected during autumn 2020 and spring 2021. Moreover, an index considering all biological forms was proposed (QBS-ar\_BF) and compared with the result obtained by QBS-ar to highlight differences among treatments. As a result, QBS-ar\_BF evidenced significant differences (Kruskal Wallis test,  $p = 0.05$ ; effect size = 0.714). Furthermore, the density (arthropods per kg of dry soil) of euedaphic and emiedaphic biological forms was higher in organic trials than in those integrated. Thus, the obtained results suggest that land use can affect QBS-ar values and, consequently, the soil microarthropod community's abundance and diversity. In conclusion, QBS-ar and, in particular, QBS-ar\_BF as tested in this research, seem useful to describe mesofauna soil health and, this pattern will be applied in 7 European countries within the H2020 Excalibur project.

Keywords: QBS-ar; mesofauna; soil bioindicator; euedaphic forms; soil fauna community

## **Nutrienti e attività biologica del suolo in un meleto a gestione biologica e integrata**

Morelli R.<sup>1\*</sup>, Coller E.<sup>1</sup>, Zandoni S.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Maines R.<sup>1</sup>, Bertoldi D.<sup>2</sup>, Prodorutti D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento Ambiente e Agricoltura di montagna, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige (TN), Italia

<sup>2</sup> Dipartimento Alimenti e Trasformazione, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige (TN), Italia

\*[raffaella.morelli@fmach.it](mailto:raffaella.morelli@fmach.it)

L'agricoltura biologica e l'utilizzo di matrici organiche può migliorare la fertilità del suolo, prevenirne la degradazione e garantire un adeguato nutrimento alle piante. Il presente studio, condotto in un meleto del Trentino, si inserisce in tale contesto, valutando la capacità degli ammendanti organici di migliorare la disponibilità dei nutrienti nel suolo, rendendoli così disponibili per la pianta. Il frutteto, gestito con pratiche agronomiche integrate, nel 2018 è stato suddiviso in due parcelle: integrata (fertilizzazione minerale) e biologica (letame). Dopo quattro anni, sono state monitorate le concentrazioni dei nutrienti nel suolo e nel frutto. Parallelamente è stata monitorata l'attività biologica del suolo come dinamica della respirazione. I risultati hanno mostrato come nel suolo la disponibilità dei nutrienti abbia risposto in maniera diversa in funzione della gestione agronomica. Nel biologico le concentrazioni disponibili di B e P sono aumentate nel tempo, mentre nell'integrato sono rimaste costanti. K e Mn disponibili, pur aumentando significativamente in entrambe le gestioni, hanno subito un incremento più incisivo nel biologico. Non sono state riscontrate variazioni temporali significative per N, Ca, Mg, Zn e Fe. Nel biologico è stato, inoltre, registrato un incremento dell'attività respiratoria del suolo, responsabile della mineralizzazione e del rilascio dei nutrienti. Nei frutti, le concentrazioni di B, K e P sono cresciute significativamente nel biologico, mentre quelle di N e Ca sono aumentate nell'integrato, a seguito delle concimazioni fogliari ammesse per questa gestione. Lo studio ha evidenziato come l'utilizzo di matrici organiche migliori la fertilità biologica del suolo e rappresenti una riserva di nutrienti, diversamente dalla fertilizzazione minerale.

Parole chiave: agricoltura biologica; letame; disponibilità di nutrienti; respirazione del suolo

## **Nutrients and soil biological activity in an apple orchard managed with organic and integrated practices**

Morelli R.<sup>1\*</sup>, Collier E.<sup>1</sup>, Zanoni S.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Maines R.<sup>1</sup>, Bertoldi D.<sup>2</sup>, Prodorutti D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento Ambiente e Agricoltura di montagna, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige (TN), Italy

<sup>2</sup> Dipartimento Alimenti e Trasformazione, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige (TN), Italy

\*[raffaella.morelli@fmach.it](mailto:raffaella.morelli@fmach.it)

Organic farming and the use of organic matrices can improve soil fertility, prevent soil degradation and ensure adequate nutrition for plants. This study, carried out in an apple orchard in Trentino, fits into this context and evaluates the ability of organic amendments to improve the availability of nutrients in soil and their uptake by plants. The orchard, managed with integrated practices until 2017, was divided into two plots in 2018: one managed with mineral fertilisers (integrated plot) and the other with cattle manure (organic plot). After four years, nutrient concentrations in soil and fruit were monitored. Furthermore, soil biological activity was studied as respiration dynamics. The results showed that nutrient availability in soil responded differently depending on agronomic management. In the organic plot the available fractions of B and P increased over time, whereas in the integrated plot no change was observed. The available fractions of K and Mn increased significantly in both plots, with a higher raise in the organic one. No significant modifications over time were found for N, Ca, Mg, Zn and Fe. Soil respiration, responsible for mineralisation and nutrient release, showed higher values in soil managed with organic fertilisation than in soil managed with mineral fertiliser after four years. The concentrations of B, K and P in the fruits grew significantly in the organic management, whereas N and Ca increased in the integrated plot, due to the leaf fertilisation allowed for this management. The study showed that the use of organic matrices improves soil biological fertility and represents a sink of nutrients, unlike mineral fertilisation.

Keywords: organic farming; cattle manure; nutrient availability; soil respiration

## **Valutazione della biodiversità agronomica del suolo: un approccio multilivello**

Vitali F.<sup>1\*</sup>, Costa C.<sup>2</sup>, Canfora L.<sup>3</sup>, Antonucci F.<sup>2</sup>, Violino S.<sup>2</sup>, Malusà E.<sup>4</sup>, Mocali S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Cascine del Riccio (FI), Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Monterotondo (RM), Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma, Italia

<sup>4</sup> The National Institute of Horticultural Research, 96-100 Skierniewice, Polonia

\*francesco.vitali@crea.gov.it

La biodiversità del suolo è un aspetto chiave nel mantenimento della sua salute e per la fornitura dei servizi ecosistemici. Tuttavia, un esaustivo approccio metodologico per comprenderne le dinamiche in relazione ai diversi fattori agro-ecologici, non è ancora definito. Il progetto H2020 EXCALIBUR mira a migliorare l'efficacia delle pratiche di biocontrollo e biofertilizzazione nell'agricoltura orticola sfruttando il potenziale di biodiversità naturale del suolo. Qui presentiamo i risultati di un approccio multilivello proposto per la valutazione della biodiversità iniziale del suolo delle prove sul campo (baseline) in diverse condizioni pedoclimatiche in Europa, considerando la biodiversità del suolo come una complessa rete interattiva, che include tutti i livelli del biota.

Inizialmente, abbiamo valutato le relazioni tra diversi insiemi di variabili (fisico-chimiche, Macrofauna, Mesofauna, Microfauna, Comunità microbiche) e fattori sperimentali generali per comprendere le fonti di variazioni non biologiche. L'analisi della corrispondenza canonica è stata impiegata per valutare la relazione tra la fauna del suolo (lombrichi, nematodi, artropodi) e le condizioni ambientali, evidenziando associazioni tra artropodi e frazioni specifiche della comunità di nematodi nella zona mediterranea più calda. L'analisi mediante self-organizing maps (S-OM) ha permesso di valutare la relazione non supervisionata tra le diverse variabili; consentendo la valutazione generale di come diverse variabili interagiscono alle condizioni di baseline, utile per la futura contestualizzazione dei cambiamenti osservati a seguito dei trattamenti. Inoltre, è stata eseguita una valutazione del microbiota del suolo su dati meta-tassonomici, per comprendere la diversità della comunità locale che ospiterà il bioinoculante, dando luogo a possibili meccanismi di cooperazione o competizione.

Parole chiave: biodiversità del suolo; intero biota del suolo; analisi multivariata; machine learning



## **Evaluation of agronomic soil biodiversity: a multi-level approach**

Vitali F.<sup>1\*</sup>, Costa C.<sup>2</sup>, Canfora L.<sup>3</sup>, Antonucci F.<sup>2</sup>, Violino S.<sup>2</sup>, Malusà E.<sup>4</sup>, Mocali S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment Cascine del Riccio (FI), Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing, Monterotondo (RM), Italy

<sup>3</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Roma, Italy

<sup>4</sup> The National Institute of Horticultural Research, 96-100 Skierniewice, Poland

\*francesco.vitali@crea.gov.it

Soil biodiversity is a key aspect in the maintenance of soil health and in the provision of its ecosystem services. However, a comprehensive and exhaustive methodological approach for understanding its dynamics in relation to the different agro-ecological factors is still lacking. The H2020 EXCALIBUR project aims to enhance the efficacy of biocontrol and biofertilization practices in horticultural farming by exploiting the natural soil biodiversity potential. Here we present the results of a multi-level approach proposed for the assessment of the initial soil biodiversity (baseline) of the EXCALIBUR field trials across different pedoclimatic conditions in Europe. With this approach, soil biodiversity is considered as a whole, complex and interactive network, including all different levels of the soil biota.

At first, an evaluation of the relationship between different variables sets (physico-chemical, Macrofauna, Mesofauna, Microfauna, Microbial communities) and general experimental factors was performed to understand non biological sources of variation. Canonical Correspondence analysis was employed to evaluate relationship between soil fauna (earthworms, nematodes, arthropods) and environmental conditions, highlighting associations between arthropods and specific fractions of the nematode community in hotter Mediterranean zone. Analysis by self-organizing maps (S-OM) was performed to assess unsupervised relationship between different variables. This approach allowed the general evaluation of how different variables interact at baseline conditions, useful for the future contextualization of observed changes following the treatments. In addition, an evaluation of soil microbiota was performed on meta-taxonomic data, to understand diversity of local community which will ultimately host the bioinoculant, giving rise to mechanisms of cooperation or competition.

Keywords: soil biodiversity; whole soil biota; multivariate analysis; machine learning

## **Meccanismi di stoccaggio di carbonio organico lungo due climo-cronosequenze**

Galluzzi G.<sup>1\*</sup>, Plaza C.<sup>2</sup>, Giannetta B.<sup>1</sup>, Priori S.<sup>3</sup>, Zaccone C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biotecnologia, Università di Verona, Verona, Italia

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agraria, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid, Spagna

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e forestali, Università della Tuscia, Viterbo, Italia

\*giorgio.galluzzi@univr.it

Il presente lavoro ha come scopo la comprensione dei meccanismi di sequestro di carbonio organico (SOC) in funzione di tempo e clima. Sono state studiate due cronosequenze localizzate lungo un gradiente climatico. La prima (ADI) è costituita da terrazzi fluviali del fiume Adige, mentre la seconda (LED) da terrazzi fluvio-glaciali del lago di Ledro. Tutti i siti presentano lo stesso utilizzo del suolo. I suoli sono stati campionati (1 profilo, 2 carote) per orizzonte e sub-campionati per profondità (5 cm). I singoli campioni sono stati caratterizzati per pH, EC, C organico ( $C_{org}$ ), N totale, tessitura, mineralogia, e contenuto in micro-/macro-elementi. Per ogni sub-campione sono state determinate l'attività enzimatica e la respirazione basale, tramite incubazione, ed isolate la sostanza organica particolata (POM) e associata ai minerali (MAOM). Entrambe le frazioni sono state caratterizzate mediante analisi elementare (CHNS) e termica (TGA-DSC).

In ADI, è il sito più vecchio (125 ky) ad accumulare più  $C_{org}$  mentre in LED è il sito più giovane (13-11 ky) a presentare lo stock più alto. In LED, il contributo della POM è predominante nel topsoil (10 cm); il rapporto fra  $C_{org}$  nella MAOM/POM varia nel range 0.7-1.6 ed aumenta con la profondità. In ADI, invece, è la MAOM ad avere un ruolo predominante nello stoccaggio del SOC.

I dati mostrano che MAOM e POM giocano ruoli differenti nelle climo-cronosequenze, che il fattore profondità condiziona la stabilità del SOC, e che il fattore clima ha un'influenza maggiore, rispetto al tempo, nel sequestro del SOC.

Parole chiave: SOC stocks; cronosequenze; MAOM; POM; respirazione basale

## Soil organic carbon stabilization mechanisms along two climo-chronosequences

Galluzzi G.<sup>1\*</sup>, Plaza C.<sup>2</sup>, Giannetta B.<sup>1</sup>, Priori S.<sup>3</sup>, Zaccone C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biotechnology, University of Verona, Verona, Italy

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agrarias, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Department of Agricultural and Forestry Sciences, University of Tuscia, Viterbo, Italy

\*giorgio.galluzzi@univr.it

The aim of the work is to study the mechanisms of soil organic carbon (SOC) sequestration as a function of time and climate. Two chronosequences located along a climate gradient (i.e., climo-chronosequence) were compared. The first (ADI) consists of river terraces of the Adige river (Veneto region) whereas the second (LED) of river-glacial terraces of Ledro lake (Trentino Alto-Adige region). All sites were grassland. Soil samples were collected (1 profile and 2 cores) for horizon and sub-sampled by depth (5 cm). Sub-samples were characterized by pH, EC, organic C ( $C_{org}$ ), total nitrogen, texture, major and trace elements, and horizons were characterized by XRD. Basal soil respiration and enzymatic assays were determined for all sub-samples. Particulate organic matter (POM) and mineral-associated organic matter (MAOM) were also isolated and characterized by elemental (CHNS) and thermal (TGA-DSC) analyses.

In the ADI chronosequence, the oldest site (125 ky) had the highest SOC stock, whereas, in LED chronosequence, the highest SOC storage was found in the youngest site (13-11 ky). In LED sites, the contribution of POM on SOC storage was predominant in the first 10 cm. The ratio between  $C_{org}$  in MAOM/POM ranged between 0.7-1.6, and increased with depth. On the opposite, in ADI, the MAOM played a more important role on SOC storage.

Obtained data indicate that i) MAOM and POM may play a different role on SOC accumulation in chronosequences, ii) SOC stability generally increases with depth, and iii) the climate plays a major role, compared to time, on SOC sequestration.

Keywords: SOC stocks; MAOM; POM; chronosequence; basal soil respiration

## **L'uso di un approccio genomico-fenomico per migliorare la sicurezza e l'efficienza agronomica degli inoculanti microbici del suolo**

Mocali S.<sup>1\*</sup>, Bigiotti G.<sup>1</sup>, Vitali F.<sup>1</sup>, Manfredini A.<sup>2</sup>, Pinzari F.<sup>3</sup>, Canfora L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Cascine del Riccio (FI), Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma, Italia

<sup>3</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Sistemi Biologici (CNR-ISB), Montelibretti (RM), Italia

\*stefano.mocali@crea.gov.it

A luglio 2022 è stato adottato il nuovo “Regolamento sui prodotti fertilizzanti (FPR)” (Reg. UE n.1009/2019) che apre il mercato a nuovi fertilizzanti di origine biologica. Sorprendentemente, FPR consente di utilizzare solo quattro generi di microrganismi come componenti di biofertilizzanti. Sono state previste delle disposizioni legali per estendere l'elenco dei microrganismi ammessi come biofertilizzanti e una possibile procedura per farlo. Tuttavia, sono disponibili poche informazioni sull'utilizzo di consorzi microbici. Infatti, le interazioni di due o più ceppi microbici possono fornire diverse risposte metaboliche del consorzio microbico rispetto ai singoli ceppi, sia in termini di sicurezza che di efficienza agronomica. Pertanto, nel progetto H2020 EXCALIBUR abbiamo utilizzato la tecnologia Phenotype Microarray (PM) per definire il potenziale metabolico degli inoculanti microbici per ottimizzarne l'applicazione. In un caso, *Bacillus subtilis* è stato confrontato con *Paenibacillus polymixa* mediante un'analisi congiunta dei loro dati genomici e fenomici, evidenziando le vie metaboliche associate alla variabilità fenotipica. I risultati hanno mostrato che *P.polymixa* ha un potenziale maggiore nel metabolismo di C e S, indicando la sua possibile applicazione per migliorare la tolleranza delle piante al sale o ai metalli pesanti. In un altro esperimento, i profili metabolici di *Bacillus subtilis* e *B.licheniformis* sono stati confrontati con il co-inoculo di entrambi i ceppi insieme. I risultati hanno mostrato un potenziale catabolico più elevato del co-inoculo su alcune fonti di C e N come D-xilosio e guanina, rispettivamente, suggerendo così un aumento del metabolismo delle purine e della xantina, note per promuovere la tolleranza delle piante allo stress abiotico.

Parole chiave: Biolog; Phenotype Microarray; fenomica; inoculanti microbici del suolo; fertilizzanti

## **The use of a genomic-phenomic approach to enhance the safety and agronomic efficiency of soil microbial inoculants**

Mocali S.<sup>1\*</sup>, Bigiotti G.<sup>1</sup>, Vitali F.<sup>1</sup>, Manfredini A.<sup>2</sup>, Pinzari F.<sup>3</sup>, Canfora L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Cascine del Riccio (FI), Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Roma, Italy

<sup>3</sup> CNR - Institute for Biological Systems, Monterotondo (RM), Italy

\*stefano.mocali@crea.gov.it

The new “Fertilising Products Regulation (FPR)” (EU Reg. n.1009/2019) has been adopted in July 2022, opening the market to new bio-based fertilisers. Remarkably, FPR only allows four genera of microorganisms to be used as components of microbial plant biostimulants. Legal provisions to extend the list of microorganisms allowed as biofertilizers and a possible procedure to do that, have been proposed. However, poor information is available about the use of microbial consortia. In fact, the interactions of two or more microbial strains may provide different metabolic responses of the microbial consortium compared to the single strains, in terms of safety and agronomic efficiency. Thus, in the H2020 EXCALIBUR project we applied the Phenotype Microarray (PM) technology to define the metabolic potential of microbial inoculants to optimize their application. In one case, *Bacillus subtilis* was compared to the closely related *Paenibacillus polymixa* by means of a joint analysis of their genomic and phenomic data, highlighting those pathways and reactions most probably associated with phenotypic variability. The results showed that *P.polymixa* exhibited a higher potential on C and S metabolism, indicating its possible application to enhance plant tolerance to salt or heavy metals. In another experiment, the metabolic profiles of *Bacillus subtilis* and *B.licheniformis* were compared with the co-inoculation of both strains together. The results showed a higher catabolic potential of the co-inoculum on some C and N source such as D-Xylose and Guanine, respectively, thus suggesting an increased purine and xanthine metabolism, which are known to promote plant tolerance to abiotic stress.

Keywords: Biolog; Phenotype Microarray; phenomics; soil microbial inoculants; fertilizers

## **Il biomonitoraggio del suolo tramite lo studio dei microartropodi**

Jacomini C.\*

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA, Roma, Italia

\*carlo.jacomini@isprambiente.it

L'utilizzo dei microartropodi del suolo, la componente della mesofauna edafica più diffuso e facile da studiare, è una pratica efficace ed efficiente per il monitoraggio della qualità dei suoli e per seguirne le condizioni, sia nei casi di ripristino ambientale sia nel monitoraggio a lungo termine. Una serie di esempi portati dall'esperienza sul campo e dalla letteratura ci mostrano come sia possibile in poco tempo, sfruttando ridotte risorse a disposizione, adoperare questa componente fondamentale degli ecosistemi come indicatore biologico nei monitoraggi ambientali. Una serie di studi e ricerche mostrano le applicazioni e i dettagli di una pratica poco nota ma che sta diffondendosi sempre più in Italia e nel mondo.

**Soil biodiversity, this unknown and useful, necessary resource**

Jacomini C.\*

Italian Institute for Environmental Protection and Research - ISPRA, Rome, Italy

\*carlo.jacomini@isprambiente.it

The use of soil microarthropods, the most widespread and easiest-to-study component of edaphic mesofauna, is an effective and efficient practice for monitoring soil quality and following its condition, both in cases of environmental restoration and in long-term monitoring. A number of examples brought from the field experience and the literature show us how it is possible in a short time, using scarce resources, to employ this key component of ecosystems as a biological indicator in environmental monitoring. A series of studies and research show the applications and details of a little-known but increasingly popular practice in Italy and around the world.

## **Impatto delle microplastiche sulle caratteristiche biochimiche del suolo. Risultati preliminari**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, De Feudis M.<sup>2</sup>, Leccese A.<sup>3</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Agnelli A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento per l'innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali. Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia.

<sup>2</sup> Dipartimento di scienze e tecnologie agro-alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Italia.

<sup>3</sup> Dipartimento di scienze agrarie, alimentari e ambientali, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italia.

\*luisa.massaccesi@gmail.com

La contaminazione da microplastiche, un problema emergente che riguarda sia gli ecosistemi acquatici che quelli terrestri, è dovuta alla difficile degradazione dei materiali plastici ed al loro limitato riciclo. Queste combinazioni di fattori fa sì che grandi quantità di rifiuti plastici vengano scaricati nell'ambiente e siano soggetti ad una progressiva frammentazione provocata da vari agenti ambientali. Questo processo di frammentazione trasforma i rifiuti plastici in particelle sempre più piccole, fino a raggiungere dimensioni millimetriche (microplastiche 0,25 – 5 mm) o, addirittura, inferiori. Dato che l'impatto delle microplastiche sul suolo è ancora poco chiaro, lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare gli effetti di diverse quantità (0, 1, 2 % v/v) di particelle di HDPE di dimensioni 1-0,25 mm sulle caratteristiche chimiche e biochimiche (N totale, C organico e N solubile, P disponibile, respirazione basale, C biomassa microbica, attività enzimatica, PLFA) dell'orizzonte A di un Inceptisuolo. Il monitoraggio ha avuto una durata di circa 2 anni, le parcelle trattate sono state periodicamente campionate e le emissioni di CO<sub>2</sub> dal suolo misurate.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> verso l'atmosfera si sono differenziate a seconda del trattamento e, dopo circa 3 mesi dall'aggiunta delle microplastiche e fino alla fine delle osservazioni, le parcelle trattate hanno mostrato valori tendenzialmente minori del controllo. Mentre i parametri chimici (N totale, C ed N solubili, P disponibile) non hanno presentato differenze sensibili rispetto al controllo, si sono registrate alcune variazioni relative al contenuto ed all'attività della biomassa microbica, che ha mostrato una certa sensibilità ai trattamenti soprattutto nel lungo periodo, dopo 3-6 mesi dal trattamento.

I risultati preliminari di questo studio in campo sembrerebbero quindi indicare che le microplastiche, seppur in quantità relativamente bassa, hanno effetto sulle caratteristiche biochimiche del suolo.

Parole chiave: HDPE; flussi di CO<sub>2</sub>; proprietà biochimiche; esperimento in campo



## **Impact of microplastics on the biochemical characteristics of the soil. Preliminary results**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, De Feudis M.<sup>2</sup>, Leccese A.<sup>3</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Agnelli A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department for Innovation in Biological, Agro-food and Forest Systems DIBAF - University of Tuscia, Viterbo, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy.

<sup>3</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia, Perugia, Italy

\*luisa.massaccesi@gmail.com

Microplastic contamination, an emerging problem affecting both aquatic and terrestrial ecosystems, is due to the difficult degradation of plastic materials and their limited recycling. This combination of factors results in large amounts of plastic waste being dumped into the environment and subjected to progressive fragmentation driven by various environmental agents. This fragmentation process transforms plastic waste into smaller and smaller particles, up to millimeter size (microplastics, 0.25-5 mm) or even smaller. Since, the impact of microplastics on soil is still unclear, the aim of this work was to evaluate the effects of different quantities (0, 1, 2% v/v) of 1-0.25 mm HDPE particles on the chemical and biochemical soil characteristics (total N, organic C and soluble N, available P, basal respiration, C microbial biomass, enzymatic activity, PLFA) of the A horizon of an Inceptisol. Monitoring lasted about 2 years, the treated plots were periodically sampled, and CO<sub>2</sub> fluxes from the soil to the atmosphere measured. During the experimental period, the CO<sub>2</sub> soil emissions differed depending on the treatment and, from about 3 months after the addition of the microplastics and until the end of the observations, the treated plots tended to show lower values than the control. While the chemical parameters (total N, C and soluble N, available P) did not differ significantly from the control, some changes related to the content and activity of microbial biomass were observed, especially in the long term (3-6 months after treatment).

Thus, the preliminary results of this field study would seem to indicate that microplastics, albeit in low relative amounts, have an effect on the biochemical characteristics of the soil.

Keywords: HDPE; CO<sub>2</sub>; emission; biochemical soil properties; field trials

## **Impatto a lungo termine delle micro(nano)plastiche di PVC sui parametri chimici e microbici del suolo**

Barili S.<sup>1</sup>, Bernetti A.<sup>2</sup>, Sannino C.<sup>2</sup>, Pezzolla D.<sup>1</sup>, Buzzini P.<sup>2</sup>, Turchetti B.<sup>2</sup>, Gigliotti G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Science, University of Perugia, Italy

\*[daniela.pezzolla@unipg.it](mailto:daniela.pezzolla@unipg.it)

Le microplastiche sono sostanze inquinanti presenti in molti ecosistemi, compreso il suolo. Il cloruro di polivinile (PVC) è un polimero con una notevole resistenza alla degradazione che può creare seri problemi ambientali.

Per studiare gli effetti delle microplastiche sulle proprietà chimiche del suolo e sulle comunità microbiche edafiche è stata allestita una prova di laboratorio inoculando una bassa dose di micro(nano)plastiche di PVC (0,021% p/p).

Sono stati valutati alcuni parametri chimici e microbiologici del suolo dopo 3, 7, 14, 21, 30, 60, 90, 120, 180, 360 giorni. Oltre alla respirazione del suolo e all'attività idrolitica, è stato valutato il carbonio organico totale (TOC), la sostanza organica solubile in acqua, in termini di C (WEOC) e N (WEN) e l'assorbanza UV specifica a 254 nm. La struttura delle comunità microbiche è stata studiata con approccio metagenomico, mediante sequenziamento del gene 16S (batteri) e ITS2 (funghi) del rDNA (Illumina MiSeq).

Nel breve periodo (0-30 giorni), le micro(nano)plastiche di PVC hanno influenzato negativamente TOC, WEOC, WEN e la respirazione del suolo, probabilmente a causa di un'iniziale fase di adattamento dei microrganismi alla plastica; nel lungo periodo il PVC non ha alterato le principali proprietà chimiche, fatta eccezione per un incremento significativo dell'attività idrolitica, dopo 180 e 360 giorni.

Sebbene con un trend a volte fluttuante, l'aggiunta di PVC ha significativamente influenzato l'abbondanza di specifici taxa microbici; in particolare Candidatus\_Saccharibacteria, Proteobacteria, Actinobacteria, Acidobacteria e Bacteroides per i batteri, e Basidiomycota, Mortierellomycota e Ascomycota per i funghi sono stati i phyla significativamente influenzati dal PVC.

Parole chiave: microplastiche; suoli inquinati; degrado della plastica

## **Long term impact of PVC micro(nano)plastics on soil chemical and microbial parameters**

Barili S.<sup>1</sup>, Bernetti A.<sup>2</sup>, Sannino C.<sup>2</sup>, Pezzolla D.<sup>1</sup>, Buzzini P.<sup>2</sup>, Turchetti B.<sup>2</sup>, Gigliotti G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Science, University of Perugia, Italy

\*[daniela.pezzolla@unipg.it](mailto:daniela.pezzolla@unipg.it)

Microplastics are emerging pollutants which occur in many ecosystems including soil. Polyvinyl chloride (PVC) is a polymer with remarkable resistance to degradation; its nature could create environmental concerns during manufacturing and waste disposal. A microcosm experiment was set up to investigate the effects of low concentration of PVC micro(nano)microplastics (0.021% w/w) on chemical and microbial parameters of an agricultural soil.

Soil chemical and microbial parameters were evaluated at different sampling times (3, 7, 14, 21, 30, 60, 90, 120, 180, 360 days). Both soil respiration and FDAs hydrolysis were measured to determine the microbial dynamics. Total organic C (TOC), water extractable organic matter, in terms of C (WEOC) and N (WEN), and specific UV absorbance at 254 nm were also analysed. The structure of soil microbial communities was studied using metagenomic approach, by sequencing bacterial 16S and fungal ITS2 rDNA (Illumina MiSeq).

In the short period (0-30 days), PVC micro(nano)plastics negatively affected TOC, WEOC, WEN content and soil respiration, likely due to an initial phase of microorganisms' adaptation to plastics; in the long period PVC did not significantly alter the main chemical proprieties, except for hydrolytic activity which was higher at day 180 and 360 in amended soil.

About the microbial diversity, the PVC addition significantly affected the abundances of specific bacterial and fungal taxa: although fluctuating trends were sometimes observed during the whole time of the experiment, *Candidatus\_Saccharibacteria*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Acidobacteria* and *Bacteroides* among bacteria, and *Basidiomycota*, *Mortierellomycota* and *Ascomycota* among fungi, were the phyla significantly affected by PVC.

Keywords: microplastics; polluted soils; plastic degradation

**SESTA SESSIONE**

**EQUITA', DIVERSITA' ED INCLUSIVITA' NELLA SCIENZA DEL SUOLO**



## **Equilibrio di genere nella scienza del suolo italiana: una prima analisi**

Adamo P.<sup>1</sup>, Benedetti A.<sup>2</sup>, Bonifacio E.<sup>3</sup>, Calzolari C.<sup>4\*</sup>, Celi L.<sup>3</sup>, Cocco S.<sup>5</sup>, Marinari S.<sup>6</sup>, Vingiani S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Napoli Federico II, Italia

<sup>2</sup> CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'economia agraria, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Italia

<sup>4</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di BioEconomia, Italia

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Italia

<sup>6</sup> Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università degli studi della Tuscia, Italia

\*mariacostanza.calzolari@cnr.it

In questa nota vengono analizzati i dati sulle donne scienziate del suolo che lavorano negli Enti di Ricerca pubblici e nelle Università, nonché su quelle affiliate alle società di scienza del suolo, considerando i cambiamenti nell'equilibrio di genere nel tempo. Viene inoltre fornita un'analisi dell'impatto degli articoli scritti da donne italiane per valutarne il contributo alla scienza del suolo negli ultimi 20 anni. I risultati mostrano che gli Enti Nazionali di Ricerca hanno raggiunto un equilibrio di genere più bilanciato rispetto alle Università. Per quanto riguarda le società scientifiche, si osserva una forte mancanza di inclusione femminile nei primi anni della Società Italiana di Scienza del Suolo, fondata nel 1952, e della Società Italiana di Pedologia, anche se è stata fondata molto più tardi nel 1998. La Società Italiana di Chimica Agraria è meno discriminante, probabilmente per la presenza di diverse sotto-discipline tradizionalmente più aperte alle donne. Con il tempo, in tutte le società e istituti di ricerca si registra un trend positivo con un migliore equilibrio e una partecipazione attiva delle donne. Tuttavia, si osserva una persistente perdita di ricercatrici altamente qualificate dalla fase di formazione all'inizio della carriera, nonché una sotto rappresentanza delle donne nei ruoli apicali. Valutando la produzione scientifica, non emergono differenze statistiche tra donne e uomini a tutti i livelli di carriera, a conferma del contributo chiave delle donne alla scienza del suolo, nonostante le difficoltà e disparità professionali.

Parole chiave: equilibrio di genere; donne italiane nelle scienze del suolo; società scientifiche; enti di ricerca

## **Gender balance in Italian soil science: a first analysis**

Adamo P.<sup>1</sup>, Benedetti A.<sup>2</sup>, Bonifacio E.<sup>3</sup>, Calzolari C.<sup>4\*</sup>, Celi L.<sup>3</sup>, Cocco S.<sup>5</sup>, Marinari S.<sup>6</sup>, Vingiani S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Sciences, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy

<sup>2</sup> CREA Council for Agricultural Research and Economics, Italy

<sup>3</sup> Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, Università degli Studi di Torino, Italy

<sup>4</sup> National Research Council (CNR), Institute of BioEconomy, Italy

<sup>5</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Università Politecnica delle Marche, Italy

<sup>6</sup> Department for Innovation in Biological, Agro-food and Forest systems, Università degli studi della Tuscia, Italy

\*[mariacostanza.calzolari@cnr.it](mailto:mariacostanza.calzolari@cnr.it)

In this work we analyse data on women soil scientists working in public research institutions and universities as well as on those affiliated with soil science societies, considering the changes in gender balance with time. An analysis of the impact of papers authored by Italian women is also provided to gauge the contribution of Italian women to soil science in the last 20 years. The results show that the National Research Institutions reached a more equal balance between genders compared to universities. With regard to scientific societies, we observed a strong lack of female inclusion in the first years of the Italian Soil Science Society, founded in 1952, and the Italian Society of Pedology, even if it was founded much later in 1998. The Italian Society of Agricultural Chemistry was less discriminant, likely due to the presence of different sub-disciplines traditionally more open to women, although always far from real equality. With time, in all societies and research institutions we registered a positive trend with a better balance and a pro-active participation of women. However, we observed a persistent loss of highly qualified women resources from the training phase to the beginning of the career as well as under-representation of women in top roles and in the research centre leaderships. However, when we evaluated the scientific production, no statistical differences appear between women and men at all career levels, confirming the key contribution of women to soil science, despite facing major professional difficulties and disparities.

Keywords: gender balance; Italian women in soil science; scientific societies; research institutions

**SESSIONE POSTER**





## **Caratteristiche pedoclimatiche e adattabilità dei portinnesti della vite: un'applicazione per facilitarne la scelta**

Andrenelli M.C.<sup>1\*</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>, L'Abate G.<sup>1</sup>, Becagli C.<sup>1</sup>, Barbetti R.<sup>2</sup>, Valboa G.<sup>1</sup>, Orlandini A.<sup>1</sup>, Perria R.<sup>3</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato, Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Viticoltura e Enologia, Arezzo, Italia

\*nadia.vignozzi@crea.gov.it

La scelta del portinnesto ha un'importanza cruciale in fase di progettazione di un nuovo vigneto. Il portinnesto permette infatti di modulare la risposta vegeto-produttiva della vite sulla base delle caratteristiche del suolo, della compatibilità con la cultivar e degli obiettivi enologici. Partendo da una rosa di 15 portinnesti, (K5BB, SO4, 420A, 1103P, 110R, 140Ru, 101.14, 196.17, Gravesac, 41B, Fercal, M1, M2, M3, M4) individuati tra quelli maggiormente diffusi, l'applicazione consente di escludere i portinnesti considerati non adatti alla luce delle caratteristiche pedoclimatiche del sito. Le informazioni utilizzate per la valutazione provengono da banche dati esistenti; l'utente può comunque inserire dati sito-specifici in suo possesso, quali calcare totale, salinità, acidità, classe di fertilità, di rischio di ristagno e di stress idrico. Le valutazioni relative alle proprietà chimiche e fisiche del suolo si riferiscono all'intero volume radicabile. La classe di fertilità, il rischio di ristagno e di stress idrico sono ottenuti tramite algoritmi o modelli basati su dati geomorfologici, pedologici e climatici facilmente reperibili. Ciascuna caratteristica o proprietà viene valutata utilizzando gli schemi di valutazione, specifici per la vite, disponibili nella bibliografia tecnica e scientifica. L'applicazione fornisce come output l'elenco dei portinnesti più adatti nell'ambito del quale potrà essere fatta l'ulteriore selezione in funzione di specifici obiettivi produttivi. Si riportano i risultati del suo utilizzo in fase di progettazione di un nuovo vigneto nell'area del Chianti Classico Fiorentino.

Parole chiave: applicazione, suolo, clima, portinnesto, *vitis vinifera*

## **Pedoclimatic characteristics and adaptability of vine rootstocks: an application to facilitate its choice**

Andrenelli M.C.<sup>1\*</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>, L'Abate G.<sup>1</sup>, Becagli C.<sup>1</sup>, Barbetti R.<sup>2</sup>, Valboa G.<sup>1</sup>, Orlandini A.<sup>1</sup>, Perria R.<sup>3</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Center for Agriculture and Environment, Florence, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Center for Forestry and Wood, Casale Monferrato, Italy

<sup>3</sup> CREA Research Center for Viticulture and Enology, Arezzo, Italy

\*[nadia.vignozzi@crea.gov.it](mailto:nadia.vignozzi@crea.gov.it)

The choice of rootstock is crucial when planning a new vineyard. The rootstock makes it possible to modulate the vegeto-productive response of the vine based on the characteristics of the soil, the compatibility with the cultivar and the oenological objectives. Starting from a set of 15 rootstocks, (K5BB, SO4, 420A, 1103P, 110R, 140Ru, 101.14, 196.17, Gravesac, 41B, Fercal, M1, M2, M3, M4) identified among the most widespread, the application allows to exclude the rootstocks considered unsuitable because of the pedoclimatic characteristics of the site. The information used for the evaluation comes from existing databases; however, the user can enter their own site-specific data, such as total limestone, salinity, acidity, fertility class, risk of stagnation and water stress. The soil assessments inherent the chemical and physical soil properties refer to the whole rootable volume. The fertility class, the risk of stagnation and water stress are obtained by algorithms or models based on easily available geomorphological, pedologic and climatic data. Each characteristic or property is assessed using the evaluation schemes, specific for the vine, available in the technical and scientific literature. The application provides as output the list of the most suitable rootstocks within which further selection can be made according to specific production objectives. The results of its use in the design phase of a new vineyard in the Chianti Classico Fiorentino area are reported.

Keywords: application, soil, climate, rootstock, *vitis vinifera*

## **Qualità del suolo e sicurezza alimentare in territori potenzialmente contaminati**

Aromolo R., Benedetti A., Socciarelli S.\*

CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma, Italia

\*silvia.socciarelli@crea.gov.it

La contaminazione del suolo da parte di elementi potenzialmente tossici, metalli pesanti, metalloidi ed elementi in traccia, costituisce un rischio per il biota e la salute umana. A basse concentrazioni alcuni di essi sono essenziali per il normale funzionamento e riproduzione di microrganismi, piante e animali. Tuttavia, ad elevate concentrazioni tali elementi possono risultare tossici.

Nell'inquinamento del suolo causato da eventuali pratiche illegali la situazione ambientale diventa problematica per l'eterogeneità dei potenziali elementi inquinanti e per il loro comportamento nell'agro-ecosistema.

L'accumulo di sostanze potenzialmente tossiche nei suoli può derivare sia da cause naturali che antropiche. La presenza di elevate quantità di metalli pesanti o di radionuclidi in relazione al substrato roccioso su cui si è formato il suolo sono naturali, mentre antropiche possono essere le pratiche agricole, per l'apporto esterno di sostanze xenobiotiche impropriamente presenti nei mezzi tecnici di scarsa qualità che vengono utilizzati, nonché a causa di sversamenti abusivi ed abbandono di rifiuti. In questo ambito si inserisce l'attività prevista dall'incarico DM 136/2013 “indicazioni per lo svolgimento delle indagini tecniche per la mappatura dei terreni della Regione Campania destinati all'agricoltura” il cui obiettivo principale è quello di pervenire all'individuazione di criteri per la valutazione dei terreni agricoli, finalizzati ad assicurare la salubrità e la qualità delle produzioni agroalimentari a tutela della salute umana.

Con questa finalità è stato elaborato un modello scientifico di riferimento che prevede la classificazione dei terreni agricoli a rischio di contaminazione ambientale e che può essere esteso ed utilizzato anche in altre realtà geografiche.

Parole chiave: inquinamento ambientale; qualità del suolo; metalli pesanti; sicurezza alimentare

## **Soil quality and food safety in potentially contaminated areas**

Aromolo R., Benedetti A., Socciarelli S.\*

CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Rome, Italy

\*silvia.socciarelli@crea.gov.it

Soil contamination by potentially toxic elements, heavy metals, metalloids and trace elements, constitutes a risk to biota and human health. At low concentrations some of them are essential for the normal functioning and reproduction of microorganisms, plants and animals. However, at high concentrations these elements can be toxic.

In the soil pollution caused by any illegal practices, the environmental situation becomes problematic due to the heterogeneity of potential pollutants and their behavior in the agro-ecosystem.

The accumulation of potentially toxic substances in soils can derive from both natural and anthropogenic causes. The presence of high quantities of heavy metals or radionuclides in relation to the rocky substrate on which the soil was formed are natural, while agricultural practices may be anthropogenic, due to the external contribution of xenobiotic substances improperly present in poor quality technical means. that are used, as well as due to illegal spills and abandonment of waste.

The activity envisaged by the Ministerial Decree 136/2013 "indications for carrying out the technical surveys for the mapping of the Campania Region land destined for agriculture" is part of this context, the main objective of which is to arrive at the identification of criteria for the evaluation of agricultural land, aimed at ensuring the wholesomeness and quality of agri-food productions to protect human health.

With this aim, a scientific reference model has been developed which provides for the classification of agricultural land at risk of environmental contamination and which can also be extended and used in other geographical areas.

Keywords: environmental pollution; soil quality; heavy metals; food safety

## **Bioeconomia per l'agricoltura di montagna: impegno di fertilizzanti organici per la gestione della sostanza organica e dei nutrienti in frutticoltura**

Bona D.<sup>1\*</sup>, Cristoforetti A.<sup>1</sup>, Morelli R.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Zanoni S.<sup>1</sup>, Tambone F.<sup>2</sup>, Pedò S.<sup>1</sup>, Fornasier F.<sup>3</sup>, Silvestri S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italia

<sup>2</sup> Ricicla Group - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia, Università di Milano

<sup>3</sup> CREA Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia, Gorizia, Italia

\*daniela.bona@fmach.it raffaella.morelli@fmach.it

Nel 2019, è stata avviata una prova a lungo termine di impiego di fertilizzanti organici in tre frutteti (integrati e biologici). Sono stati comparati la frazione solida del digestato (SD; 7 kg/pianta), letame "maturo" (MM; 10,7 kg/pianta) e biochar da pirogassificazione di tralci di vite (B; 10 L/pianta). I prodotti sono stati caratterizzati rispetto a pH, conducibilità, nutrienti e presenza/contenuto di IPA e metalli pesanti. Per valutare l'impatto sulla sostanza organica del suolo, è stata considerata la stabilità biologica degli ammendanti considerati (indice respirometrico) e l'identificazione delle frazioni recalcitranti e labili del C (parte solida tramite <sup>13</sup>C CPMAS NMR dopo estrazione alcalina e della frazione organica disciolta mediante <sup>1</sup>N NMR). Annualmente i frutteti sono stati campionati per valutare effetti sui suoli (nutrienti e sostanza organica), sugli aspetti fisiologici della pianta (SPAD, NDVI, nutrienti fogliari), biometrici e di qualità dei frutti. I prodotti mostrano differenze significative riguardo il contenuto di C e N (carbonio: 80.6, 38.8 e 41.4 %<sub>ss</sub>. Azoto: 0.2, 2.56 e 4.15 %<sub>ss</sub> per B, M e SD), conducibilità (3940 e 1887 µS/cm per M e SD), azoto minerale (NH<sub>4</sub>: 284 e 3966 mg/kg<sub>ss</sub>) e stabilità biologica (581.5 e 1747 mgO<sub>2</sub>/kg<sub>sv</sub>\*h). Il monitoraggio è tuttora in corso. L'analisi dei dati raccolti mira a migliorare lo sfruttamento di nutrienti e sostanza organica a livello territoriale per promuovere la gestione sostenibile della fertilità, ridurre l'impiego di concimi minerali e valutare gli aspetti ambientali di stoccaggio del carbonio e perdita di nutrienti.

Parole chiave: digestato; letame maturo; sostanza organica; nutrienti; frutticoltura

## **Bioeconomy in mountain agriculture: use of organic fertilizers for soil organic matter and nutrient supply in orchards**

Bona D.<sup>1\*</sup>, Cristoforetti A.<sup>1</sup>, Morelli R.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Zanoni S.<sup>1</sup>, Tambone F.<sup>2</sup>, Pedò S.<sup>1</sup>, Fornasier F.<sup>3</sup>, Silvestri S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italy

<sup>2</sup> Ricicla Group - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia, University of Milano

<sup>3</sup> CREA Research Centre for Viticulture and Enology, Gorizia, Italy

\*daniela.bona@fmach.it raffaella.morelli@fmach.it

A long-term experiment has been set up in three orchards (integrated and organic), based on the comparison among the application of solid fraction of digestate (SD; 7kg/plant), “matured” manure (MM; 10.7 kg/plant), and pyrochar (B; 10 L/plant). The products were characterized (pH, EC, TS, VS, NTK, NNH<sub>4</sub>, P, PAH, and heavy metals); the biological stability (respirometric index) and the recalcitrant and labile fraction of C have been assessed (by solid-state <sup>13</sup>C CPMAS NMR after alkaline extraction and by dissolved organic fraction determination through liquid-state <sup>1</sup>N NMR respectively). The monitoring plan started in the Spring of 2019 and implies yearly measurement of chemical properties of soil (also considering the effect on the labile and recalcitrant fraction of C), physiological and biometrical plant parameters (SPAD, NDVI, nutrient content in leaves). and fruit quality determination. The fertilizers used show significant differences in C and N content (carbon 80.6, 38.8, and 41.4 %dm, nitrogen 0.2, 2.56, and 4.15 %dm for B, M, and SD), conductivity (3940 and 1887 μS/cm for M and SD), ammonia (284 and 3966 mg/kg<sub>dm</sub>), and biological stability (581.5 and 1747 mgO<sub>2</sub>/kgSV\*h). The analysis in progress aims to understand the better use of each product considering the effects on SOM, carbon storage, nutrient dynamics during the apple phenological time (N and P losses and availability), and final yield. The work would like to achieve better exploitation of organic nutrients and OM, creating a local synergy between sectors for improving the SOM management in intensive agriculture and reducing chemical fertilizers.

Keywords: digestate; matured manure; soil organic matter; nutrients; orchards

## **La presenza del compost nella rizosfera del cetriolo favorisce la crescita delle piante e riduce l'ingresso di inquinanti organici**

Carnimeo C.<sup>1\*</sup>, Gelsomino A.<sup>2</sup>, Panuccio M.R.<sup>2</sup>, Loffredo E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

<sup>2</sup> Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Feo di Vito, Reggio Calabria

\*claudia.carnimeo@uniba.it

Un'accurata previsione dell'assorbimento ed accumulo di inquinanti da parte delle piante agrarie è essenziale per evitare l'ingresso di sostanze tossiche nella catena alimentare umana e animale. In questo studio, abbiamo utilizzato un compost (CP) e un vermicompost (VC) da digestato, alle dosi di 10 t ha<sup>-1</sup> (CPL e VCL) e 30 t ha<sup>-1</sup> (CPH e VCH), per ridurre l'assorbimento e l'accumulo del fungicida metalaxyl-m e degli interferenti endocrini bisfenolo A, 4-tert-ottifenolo e nonilfenolo in piante di cetriolo (*Cucumis sativus L.*). L'ammendamento del suolo con CP e VC ha prodotto alcuni evidenti effetti di promozione della crescita delle piante sia nel suolo contaminato che nello stesso non contaminato. Dopo un periodo sperimentale di 38 giorni, l'aggiunta di CPL, CPH, VCL e VCH nel suolo contaminato ha aumentato la biomassa secca di radici e parti aeree rispettivamente del 42, 128, 118, 147 % e 46, 113, 271, 443 %, rispetto al suolo non ammendato. L'applicazione di CP e VC ad entrambe le dosi ha significativamente incrementato anche altri parametri biometrici del cetriolo. Nonostante la presenza di residui di ciascun contaminante in tutte le piante, in generale tutti i trattamenti ammendanti hanno considerevolmente ridotto sia l'assorbimento che l'accumulo delle molecole da parte del cetriolo, secondo il trend: VCH > VCL > CPH > CPL. In base ai risultati ottenuti, è possibile concludere che ciascun trattamento con CP e VC è risultato stimolante per le piante e può essere una soluzione efficace e sostenibile per mitigare la presenza di residui tossici in piante alimentari.

Parole chiave: contaminazione del suolo; sistema radicale; assorbimento delle piante; interferenti endocrine; metalaxyl-m



## **Compost in cucumber rhizosphere enhances plant growth and prevent the entry of organic pollutants**

Carnimeo C.<sup>1\*</sup>, Gelsomino A.<sup>2</sup>, Panuccio M.R.<sup>2</sup>, Loffredo E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

<sup>2</sup> Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Feo di Vito, Reggio Calabria

\*claudia.carnimeo@uniba.it

An accurate prediction of the uptake and accumulation of pollutants by agricultural plants is essential to avoid the entry of anthropogenic organic pollutants into the human and animal food chain. In this study, we used a compost (CP) and a vermicompost (VC) from digestate, at doses of 10 t ha<sup>-1</sup> (CPL and VCL) and 30 t ha<sup>-1</sup> (CPH and VCH), to reduce the absorption and the accumulation of the fungicide metalaxyl-M and the endocrine disruptors bisphenol A, 4-tert-octylphenol and nonylphenol (NP) in cucumber (*Cucumis sativus L.*) plants. In soil amended with CP or VC at both doses, plant growth promoting effects were evident in both contaminated and uncontaminated soil. After 38 days, the addition of CPL, CPH, VCL and VCH to the contaminated soil increased the dry biomass of roots and shoots by 42, 128, 118, 147% and 46, 113, 271, 443%, respectively, compared to unamended soil (control). The application of CP or VC at both doses also significantly enhanced other biometric parameters of cucumber. Despite the presence of residues of each contaminant in all plants, in general all soil amendments considerably reduced both the absorption and the accumulation of the compounds by cucumber plants, according to the trend: VCH > VCL > CPH > CPL. Therefore, on the basis of the results obtained, we can conclude that each amendment treatment with CP and VC was found to be stimulating for plants and could be a sustainable solution to mitigate the presence of toxic residues in food plants.

**Keywords:** soil contamination; root system; plant uptake; endocrine disrupting chemicals; metalaxyl-m

## **Qualità del suolo delle aree agricole urbane e periurbane di Roma: analisi preliminare dei dati disponibili**

Chandramohan M. S.<sup>1\*</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Altobelli F.<sup>2</sup>, Dallamarta A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Scienze, tecnologie e biotecnologie per la sostenibilità, Viterbo, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Politiche e Bio-economia, Roma, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia

\*cmshree92@gmail.com

Il suolo è una componente fondamentale di tutti gli ecosistemi terrestri, che fornisce un'ampia gamma di benefici e svolge funzioni importanti per l'ambiente, la società e l'economia. Questa ricerca intende fornire un metodo e uno strumento di lavoro volto a raccogliere i dati sulla copertura del suolo utilizzando l'Atlante urbano per trovare aree agricole e controllare i disponibili sul suolo utilizzando la mappa del suolo di Roma, della quale è stata prodotto il formato digitale da applicare nella modellazione matematica. Questo lavoro potrebbe fornire una piattaforma per discutere ed esplorare le complessità, le sfide e le opportunità del raggiungimento dell'orticoltura sostenibile, ponendo come obiettivo il mantenimento della qualità del suolo nella *Land Suitability Evaluation* delle aree urbane e periurbane (UPA) di Roma. Sulla base della strategia dell'UE *From Farm to Fork*, recentemente approvata, la ricerca proposta creerà un indice di qualità del suolo per rilevare i cambiamenti spaziali e temporali, in base alle principali funzioni del suolo, utilizzando sistemi di informazione geografica e dati geospaziali digitali. La metodologia proposta utilizza i dati di profili georeferenziati con proprietà del suolo misurate, e considera alcune specifiche funzioni del suolo (crescita delle colture, ciclo dei nutrienti) per creare mappe digitali di indicatori eco-pedologici /attributi fisici, chimici e biologici del suolo utilizzati come indicatori della qualità del suolo (ad es. densità apparente, contenuto di carbonati, salinità, pH del suolo, saturazione di basi, tessitura del suolo, contenuto di materia organica) attraverso sistemi di informazione geografica quantistica.

Parole chiave: attitudine del suolo; previsione spaziale; orticoltura sostenibile; QGIS

## **Soil quality of agricultural urban and peri-urban areas of Rome: preliminary analysis of available data**

Chandramohan M. S.<sup>1\*</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Altobelli F.<sup>2</sup>, Dallamarta A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department for Innovation in Biological, Agri-food and Forestry Systems, University of Tuscia, Science, technology and biotechnology for sustainability, Viterbo, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Agricultural Policies and Bioeconomy, Rome, Italy

<sup>3</sup> Department of Agricultural, Food, Environmental and Forestry Sciences and Technologies, University of Florence, Florence, Italy

\*cmshree92@gmail.com

Soil is a fundamental component of all terrestrial ecosystems, providing a wide range of benefits and performing functions that are important for environment, society and economy. This research provides an unique prospect to collect data on the land cover using the Urban Atlas in finding agricultural areas and checking the right soil available data using soil map of Rome as well as constructing the digital form to apply in the mathematical modelling. This work could provide a platform to discuss and explore the complexities, challenges and opportunities of achieving sustainable horticulture, targeting soil quality maintenance in the Land Suitability Evaluation of Urban and Peri-Urban Areas (UPA) of Rome. Based on the recently approved EU From Farm to Fork strategy, the proposed research will create a soil quality index to detect spatial and temporal changes, based on major soil functions, using geographic information systems and digital geospatial data. The proposed methodology uses data from georeferenced profiles with measured soil properties, and considers some specific soil functions (crop growth, nutrient cycle) to create digital maps of eco-pedological indicators / physical, chemical and biological soil attributes used. as indicators of soil quality (e.g. bulk density, carbonate content, salinity, soil pH, base saturation, soil texture, organic matter content) through quantum geographic information systems.

Keywords: land suitability; spatial prediction technique; sustainable horticulture; QGIS

## **Indicatori algali dei suoli in vigneti a diversa gestione agronomica**

Ciutti F., Coller E. \*, Morelli R., Cappelletti C.

Dipartimento Ambiente e Agricoltura di montagna, Centro Trasferimento Tecnologico,  
Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italia

\*emanuela.coller@fmach.it

Il suolo è l'ambiente più diversificato del pianeta e il suo biota svolge importanti funzioni, come il rilascio di nutrienti dalla frazione organica, la formazione ed il mantenimento della struttura del suolo e l'ingresso e lo stoccaggio dell'acqua. Il suolo è anche il più importante habitat non acquatico per alghe e cianobatteri. Le diatomee rappresentano la componente algale più importante e il loro studio si sta rivelando promettente per la determinazione della qualità biologica del suolo. Nel presente studio, condotto in Trentino, sono state analizzate le diatomee di due vigneti a diversa gestione agronomica (biologica e integrata) e di due aree a prato limitrofe, poste ad una distanza di 20 metri dai vigneti. Le diatomee sono state estratte tramite lavaggio di campioni raccolti con carotaggio e successivo trattamento in laboratorio. Dopo la preparazione di vetrini permanenti, in via preliminare sono state contate cento valve per campione, determinate fino al livello di genere. Sono stati inoltre analizzati la tessitura del terreno ed i principali parametri chimico-fisici. I risultati hanno evidenziato una netta separazione tra le due gestioni della composizione delle comunità diatomiche, con il vigneto a gestione biologica caratterizzato da una maggior presenza del genere *Nitzschia*, mentre quello a gestione integrata caratterizzato dalla presenza di *Sellaphora*, *Luticola* e *Humidophila*. Le comunità dei due prati, invece, ove il genere *Mayamaea* era predominante, sono risultate simili fra loro. Questi risultati preliminari hanno evidenziato come la caratterizzazione delle comunità diatomiche, anche al livello tassonomico di genere, possa fornire utili indicazioni sui suoli.

Parole chiave: alghe; diatomee; qualità del suolo; vigneto; pratiche agronomica

**Algae in vineyards with different agronomic management practices**

Ciutti F., Coller E. \*, Morelli R., Cappelletti C.

Dipartimento Ambiente e Agricoltura di montagna, Centro Trasferimento Tecnologico,  
Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italy

\*emanuela.coller@fmach.it

Soil is the most diversified environment on Earth and its biota has many functions, such as nutrient release from organic fraction, formation and maintenance of soil structure and water input and storage. Soil represents the most important non-aqueous habitat for algae and cyanobacteria. Diatoms are the most abundant algae in soil, and their study is promising in determining biological quality of soils. In this study we analysed soil diatoms in two vineyards with different agronomic practices (organic and integrated) in Trentino (Italy) and in two neighbouring permanent grassland, at 20 meters from vineyards. Diatoms were washed from soil cores and treated in the lab following standard methods. After preparation of permanent slides, preliminary analysis was conducted by counting and identifying till genus level 100 valves per sample. Main physicochemical and parameters were also analysed. Results showed a clear separation between diatom communities of the two agronomic managements, where organic vineyard was characterised by high abundance of genus *Nitzschia* and integrated one by high presence of *Sellaphora*, *Luticola* and *Humidophila* genera. Diatoms of the two grasslands (organic and integrated) were quite similar and dominated by genus *Mayamaea*. These preliminary results thus showed that the study of the soil diatoms can give, also at genus level, useful information on soil quality.

Keywords: algae; diatoms; soil quality; vineyard; management practices

## **Il sovescio migliora la qualità del suolo in un vigneto arido del lago di Garda?**

Coller E.<sup>1\*</sup>, Morelli R.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Bertola N.<sup>2</sup>, Bertola V.<sup>3</sup>, Bertoldi D.<sup>1</sup>, Chiusole M.<sup>1</sup>, Prodorutti D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italia

<sup>2</sup> Azienda Agricola Mille1 di Naike Bertola, Padenghe sul Garda, Brescia, Italia

<sup>3</sup> Azienda Agricola Pratello di Vincenzo Bertola, Padenghe sul Garda, Brescia, Italia

\*emanuela.coller@fmach.it

I cambiamenti climatici e la riduzione delle piogge hanno un effetto negativo sulla qualità del suolo, intesa come la sua capacità di mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e promuovere la salute animale e vegetale. Pertanto, risulta necessario ricercare soluzioni in grado di mitigare tali effetti. Il presente studio, condotto in un vigneto arido del lago di Garda, si inserisce in un progetto finanziato dal GAL GARDAVALSABBIA2020 e prevede di studiare l'effetto del sovescio sulla qualità del suolo, valutata mediante indicatori chimici (disponibilità di nutrienti) e biologici (attività biologica del suolo e biodiversità della comunità dei microartropodi). Il vigneto è stato suddiviso in tre tesi: CI (controllo inerbito), M1 (mix di sovescio arricchito in leguminose) e M2 (mix di sovescio equilibrato). Dopo un anno, il sovescio in fase di sviluppo, soprattutto in M2, ha contribuito a sequestrare i nutrienti e a rilasciarli gradualmente durante la stagione produttiva. Ciò è comprovato da concentrazioni di Mg, P e N maggiori nella tesi M2 rispetto alle altre. Inoltre, la presenza di leguminose ha contribuito ad arricchire in azoto il terreno delle tesi sovesciate, grazie all'attività azotofissatrice dei batteri simbiotici. L'attività biologica misurata come respirazione del suolo, pur subendo l'effetto combinato di temperatura e umidità, è risultata maggiore nelle tesi sovesciate. Gli indici di biodiversità dei microartropodi, che risentono dell'effetto stagionale, hanno mostrato valori più alti in autunno che in estate. Soltanto nelle tesi M1 e M2, però, gli incrementi autunnali sono risultati significativi. Questi risultati preliminari mostrano come, già dopo un anno, il sovescio contribuisce a migliorare la qualità del suolo, mitigando gli effetti negativi dell'aridità.

Parole chiave: vigneto arido; sovescio; qualità del suolo; respirazione del suolo; biodiversità dei microartropodi del suolo

## **Does green manure improve soil quality in a dry vineyard of Lake Garda?**

Coller E.<sup>1\*</sup>, Morelli R.<sup>1</sup>, Zanzotti R.<sup>1</sup>, Bertola N.<sup>2</sup>, Bertola V.<sup>3</sup>, Bertoldi D.<sup>1</sup>, Chiusole M.<sup>1</sup>, Prodorutti D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione E. Mach, San Michele all'Adige, Trento, Italy

<sup>2</sup> Azienda Agricola Mille1 di Naike Bertola, Padenghe sul Garda, Brescia, Italy

<sup>3</sup> Azienda Agricola Pratello di Vincenzo Bertola, Padenghe sul Garda, Brescia, Italy

\*emanuela.coller@fmach.it

Climate change and rainfall reduction have a negative effect on soil quality, that is the capability of maintaining biological productivity, environmental quality and promoting animal and plant health. Therefore, seeking solutions able to mitigate these effects is essential. This study, carried out in a dry vineyard in the Lake Garda area, is part of a project funded by GAL GARDAVALSABBIA2020 and analyses the effect of green manure on soil quality, assessed by chemical (nutrient availability) and biological (soil biological activity and biodiversity of microarthropod community) indicators. The vineyard was divided into three plots: CI (control with permanent grass), M1 (green manure mix enriched with legumes) and M2 (balanced green manure mix). After a year, green manure, even before mulching, contributed to sequester and gradually release nutrients during vine growing season, especially in M2. This was highlighted by the higher available concentrations of Mg, P and N in M2 than in the others. Additionally, legumes contributed to enrich of nitrogen the soil of plots with green manure, thanks to the nitrogen fixation by the symbiont bacteria. Biological activity measured as dynamic of soil respiration was greater in plots with green manure, although undergoing the combined effect of temperature and humidity. The microarthropod biodiversity indices showed higher values in autumn than in summer, being affected by seasonality; however, autumn increase was significant only in M1 and M2. These preliminary results show how green manure contributes to improving soil quality already after only one year of study, mitigating the negative effects of aridity.

Keywords: arid vineyard; green manure; soil quality; soil respiration; soil microarthropod biodiversity

## **Gli Stock di C degli Umbrisol del Parco Nazionale della Valgrande**

D'Amico M.<sup>2\*</sup>, Pintaldi E.<sup>1</sup>, Stanchi S.<sup>1</sup>, Benech A.<sup>1</sup>, Freppaz M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco (TO), Italia

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano - DISAA, Milano, Italia

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino, NATRISK, Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments, Grugliasco (TO), Italia

\* michele.damico@unimi.it

Il Parco Nazionale della Valgrande è caratterizzato da precipitazioni particolarmente abbondanti (fino a 2500-3000 mm/anno), tali da favorire la presenza diffusa degli Umbrisols.

Al fine di comprendere la loro distribuzione e pedogenesi, sono stati aperti e analizzati 19 profili, inoltre, sono stati effettuati numerosi minipits in presenza di diversi usi del suolo. I risultati indicano che gli Umbrisols rappresentano sicuramente il tipo di suolo dominante dell'area, anche con diversi usi del suolo. Diversamente i Cambisols possono essere osservati solamente nelle zone maggiormente disturbate, mentre gli Umbric Podzol sono stati rilevati al di sotto di copertura a brughiera. Gli Umbrisols sono caratterizzati dalla presenza di orizzonti Sombrici Bh, di colore scuro, ad una profondità superiore ai 30 cm. Essendosi sviluppati su materiale parentale sialico, con clima molto umido, tali suoli presentano un pH estremamente acido ed un complesso di scambio dominato da Al. Gli stock di C sono alti, con valori oltre 18-20 kg/m<sup>2</sup>, in particolare negli orizzonti minerali. Tuttavia, non sussistono differenze sensibili negli stocks di C con diversi usi del suolo: gli stock più bassi sono stati rilevati nei profili dove i processi erosivi o di apporto recente hanno reso i suoli meno spessi. Circa 1-3 kg/m<sup>2</sup> di C sono stoccati negli orizzonti organici, con valori più elevati negli Umbric Podzol. Il 40-60% del C totale, risulta invece stoccato negli orizzonti minerali al di sotto dei 30 cm di profondità, pertanto, una valutazione degli stock limitata agli orizzonti superficiali determinerebbe una forte sottostima degli stock di C.

Parole chiave: Umbrisols; stock di carbonio; orizzonte sombrico



## **High C stocks in Umbrisols in Valgrande National Park (NW Italy)**

D'Amico M.<sup>2\*</sup>, Pintaldi E.<sup>1</sup>, Stanchi S.<sup>1</sup>, Benech A.<sup>1</sup>, Freppaz M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco (TO), Italy

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano - DISAA, Milano, Italy

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino, NATRISK, Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments, Grugliasco (TO), Italy

\*michele.damico@unimi.it

Valgrande National Park is characterized by a particularly high mean precipitation amount (up to 2500-3000 mm per year), and this factor contributes to the widespread presence of Umbrisols. In order to understand their distribution and pedogenesis, we opened and analyzed 19 soil profiles and observed many non-analyzed minipits under different land uses.

The results show that Umbrisols are indeed the most common soil types under most land uses. Cambisols can be observed only in highly disturbed positions, while Umbric Podzols can be found under heath. Commonly, Umbrisols also have a black Sombric Bh horizon below 30 cm of depth.

As expected on sialic parent materials under a very wet climate, the soils are extremely acidic and dominated by exchangeable Al.

The C stocks are high, with values commonly above 18-20 kg/m<sup>2</sup>, mainly located in the mineral horizons. There are no differences with land uses: the lowest C stocks were measured in disturbed soil profiles, where erosion or recent deposition made the soil less thick. 1-3 C kg/m<sup>2</sup> are stored in organic layers, with the highest values measured in Umbric Podzols under heath. 40-60% of the total C stored in mineral horizons is located under 30 cm of depth, thus measuring its content only in the top 30 cm would lead to a huge underestimation of C stocks.

Keywords: Umbrisols; C-Stocks; sombric horizon

## **Gli effetti di diverse strategie di gestione sostenibile del suolo e di protezione delle piante sulla diversità microbica del suolo in un vigneto di Sangiovese**

Fabiani A.<sup>1</sup>, Cucu M.A.<sup>1</sup>, Valboa G.<sup>1</sup>, Carella G.<sup>2</sup>, Mugnai L.<sup>2</sup>, Perria R.<sup>3</sup>, Storchi P.<sup>3</sup>, Mocali S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

<sup>2</sup> DAGRI – Dipartimento di Agraria, Alimentazione, Ambiente e Foreste, Università degli Studi di Firenze, Italia

<sup>3</sup> CREA Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia, Arezzo, Italia

\*stefano.mocali@crea.gov.it

Le strategie fitosanitarie in viticoltura si basano sull'applicazione del rame (biologico) o di altri prodotti chimici, che sono ben noti per generare un impatto ambientale rilevante, con effetti negativi sulla biodiversità edafica. Life Green Grapes (LIFE16 ENV/IT/000566) è un progetto dimostrativo volto a migliorare la sostenibilità della viticoltura lungo l'intera filiera: dal vivaio alla tavola. In questo lavoro riportiamo i principali risultati ottenuti in tre stagioni vegetative (2018-2020) in seguito all'adozione di una strategia basata sul ridotto utilizzo (50%) di prodotti esterni in un vigneto di Sangiovese dell'azienda agricola “Castello di Gabbiano” in Toscana. I trattamenti fitosanitari sono stati rigorosamente pianificati secondo modelli previsionali (DSS) per lo sviluppo delle malattie e i fungicidi sono stati parzialmente sostituiti con prodotti che presentano un'attività di induzione della difesa delle piante, come estratti di alghe, estratti di lievito, estratti vegetali (GG), migliorando la resistenza delle piante. E' stato adottato anche il sovescio, noto per promuovere la salute del vigneto. Inoltre, tale approccio è stato adottato sia con gestione integrata (IPM) che biologica (BIO). La struttura della comunità microbica del suolo è stata valutata mediante un approccio di sequenziamento massivo, specifico per batteri (16S) e funghi (ITS).

Complessivamente non si sono osservati cali di qualità dell'uva; al contrario, l'effetto sinergico del sovescio e delle sostanze benefiche per le piante ha migliorato la resa. I risultati hanno mostrato che i protocolli GG proposti miglioravano la diversità microbica del suolo nel vigneto di Gabbiano, in particolare nei campioni BIO, e promuovevano lo stato nutrizionale dei suoli.

Parole chiave: difesa delle piante; biodiversità del suolo; elicitori; viticoltura sostenibile

## **The effects of different sustainable soil management and plant protection strategies on soil microbial diversity in a Sangiovese vineyard**

Fabiani A.<sup>1</sup>, Cucu M.A.<sup>1</sup>, Valboa G.<sup>1</sup>, Carella G.<sup>2</sup>, Mugnai L.<sup>2</sup>, Perria R.<sup>3</sup>, Storchi P.<sup>3</sup>, Mocali S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

<sup>2</sup> DAGRI – Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence, Italy

<sup>3</sup> CREA Research Centre for Viticulture and Enology, Arezzo, Italy

\*stefano.mocali@crea.gov.it

Plant protection strategies in viticulture are based on the application of copper (organic) or other chemical products, which are well known to generate a consistent environmental impact and their negative effects on edaphic biodiversity. Life Green Grapes (LIFE16 ENV/IT/000566) is a demonstrative project aiming to improve the sustainability of viticulture throughout the entire supply chain: from vine nursery to the table. Here, we report the main results obtained over three growing seasons (2018-2020) in response to the adoption of a strategy based on a 50% reduced use of external products in a Sangiovese vineyard of the “Castello di Gabbiano” farm in Tuscany. Plant protection treatments have been strictly planned according to forecasting models (DSS) for disease development and fungicides have been partially substituted with products showing a plant defence inducing activity, such sea weeds extracts, yeast extracts, plant extracts (GG), improving plant resistance. Green manure, known for contributing to the health of the vineyard, was also adopted. Moreover, such approach was adopted under both integrated (IPM) and organic (BIO) management. Soil microbial community structure was assessed by means of amplicon sequencing approach targeting bacteria (16S) and fungi (ITS).

Overall, no declines in grape quality have been observed; on the contrary, the synergic effect of green manure and substances beneficial to plants improved the yield. The results showed that the proposed GG protocols enhanced the soil microbial diversity in Gabbiano vineyard, especially in BIO samples, and promoted the nutritional status of soils.

Keywords: plant protection; soil biodiversity; elicitors; sustainable viticulture

## **Validazione di un metodo QuEChERS modificato per l'estrazione di diverse classi di farmaci dai suoli**

De Mastro F.<sup>1\*</sup>, Coccozza C.<sup>1</sup>, Traversa A.<sup>1</sup>, Cacace C.<sup>1</sup>, Mottola F.<sup>2</sup>, Mezzina A.<sup>1</sup>, Brunetti G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università di Bari, Bari, Italia

<sup>2</sup> Lab Instruments s.r.l., SS 172 Putignano-Alberobello, Castellana Grotte, Italia

\*francesco.demastro@uniba.it

Il metodo QuEChERS (rapido, facile, economico, efficace, robusto e sicuro) può essere impiegato per l'analisi multi-residuale invece dei metodi di estrazione tradizionali, grazie ai suoi vantaggi in termini di tempo di estrazione ed attrezzatura necessaria. E' stata sviluppata una versione modificata del metodo QuEChERS per quantificare otto farmaci appartenenti a classi diverse, in tre terreni reali con diverse proprietà chimiche. In primo luogo, i suoli sono stati inquinati con tutti i contaminanti ed i recuperi sono stati determinati mediante cromatografia liquida in tandem-spettrometria di massa. Dato che i recuperi dai tre suoli erano simili, la validazione del metodo è stata effettuata solo su un suolo, determinando i valori di linearità, recupero, precisione, limite di rilevabilità (LOD) e limite di quantificazione (LOQ). Per evitare l'effetto matrice, è stata adottata una calibrazione della matrice adattata per il suolo e sono stati utilizzati tre livelli di fortificazione (50, 100 and 500  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Il recupero di tutti i farmaci, ad eccezione della tetraciclina, da qualsiasi terreno era compreso tra il 72 ed il 113%. Nella procedura di validazione, i recuperi dei campioni fortificati variavano dall'80 al 99%, le deviazioni standard relative variavano tra l'1,2 e l'11,8% ed il LOQ tra 20 e 36,9  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . I risultati del presente studio hanno confermato la validità del metodo QuEChERS modificato per l'estrazione di prodotti farmaceutici dal suolo nell'intervallo 50-500  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

Parole chiave: metodo QuEChERS; contaminanti farmaceutici; suolo; cromatografia liquida; spettrometria di massa

## **Validation of a modified QuEChERS method for the extraction of different classes of pharmaceuticals from soils**

De Mastro F.<sup>1\*</sup>, Coccozza C.<sup>1</sup>, Traversa A.<sup>1</sup>, Cacace C.<sup>1</sup>, Mottola F.<sup>2</sup>, Mezzina A.<sup>1</sup>, Brunetti G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, University of Bari, Bari, Italy

<sup>2</sup> Lab Instruments s.r.l., SS 172 Putignano-Alberobello, Castellana Grotte, Italy

\*francesco.demastro@uniba.it

The quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe (QuEChERS) method can be employed for multi-residue analyses instead of traditional extraction methods due to its advantages in terms of extraction time and required equipment. A modified version of the QuEChERS method has been developed for quantifying eight pharmaceuticals belonging to different classes in three real soils with different chemical properties. Firstly, the soils have been polluted with all contaminants and the recoveries were determined by liquid chromatography tandem–mass spectrometry. Due to similar recoveries from the three soils, the validation of the method has been carried out only on a soil by determining linearity, recovery, precision, limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) values. A matrix-matched calibration for the soil has been adopted to avoid the matrix effect and three levels of fortification (50, 100 and 500  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) were used.

The recovery of all pharmaceuticals, except for tetracycline, from any soil was between 72 and 113%. In the validation procedure, recoveries of fortified samples ranged from 80 to 99%, the relative standard deviations ranged between 1.2 and 11.8%, and the LOQ between 20 and 36.9  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . The results of the present study confirmed the validity of the modified QuEChERS method for the extraction of pharmaceuticals from soils in the range 50-500  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

Keywords: QuEChERS method; pharmaceutical contaminants; soil; liquid chromatography; mass spectrometry; validation method

## **La pedoteca CREA-AA: un nuovo database per una mappa nazionale dei dati sulla radioattività del suolo**

Fontana C.<sup>1\*</sup>, Barbetti R.<sup>2</sup>, Fontana F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato, Alessandria, Italia

<sup>3</sup> ENEA Casaccia, Roma, Italia

\* claudia.fontana@crea.gov.it

La Pedoteca ARCAN - Banca dati dei campioni di suolo del CREA-AA ubicata presso Scarperia (FI), risulta molto rilevante da un punto di vista storico e agroecologico. La banca dati consentirà di mettere a punto un mapping significativo della radioattività ambientale sulla situazione ante-post Chernobyl dei suoli in Italia. Questo tema è di grande attualità a livello scientifico ancora oggi per la complessità di reperire suoli che siano stati prelevati in tutte le regioni d'Italia con la stessa metodologia (prelievo-campionamento) al fine di dare un dato significativo anche del *punto zero*. La pedoteca CREA-AA raccoglie complessivamente circa 30.000 campioni di suolo di orizzonti superficiali e sotto superficiali, in alcuni casi prelevati prima di Chernobyl e quasi la totalità post Chernobyl (1986-2020). Inoltre, circa 13.000 campioni sono rappresentativi di tutte le regioni d'Italia. Nel presente lavoro vengono illustrate, in via preliminare, le fasi della ricerca: identificazione, selezione e classificazione dei campioni dal punto di vista della radioattività ambientale; metodi di campionamento, analisi e misura (secondo Linee Guida Nazionali) dei radionuclidi artificiali-naturali <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>7</sup>Be, <sup>238</sup>U e <sup>232</sup>Th più interessanti per gli studi agronomici (erosione, fertilizzanti naturali, ecc.). Inoltre, viene presentato un nuovo data base dei dati di radioattività ambientale dei campioni, tramite un applicativo software dedicato, diverso da quello anagrafico della pedoteca CREA-AA. Sulla base di studi già effettuati in questo campo, di interesse agroambientale, l'integrazione della banca dati pedologica nazionale potrebbe ritenersi rispetto al D.Lgs. 101/2020 un'importante fonte di informazione innovativa sia per il CREA che per le Regioni italiane.

Parole chiave: suolo; radioattività ambientale; <sup>137</sup>Cs; <sup>238</sup>U; ICT

## **The CREA-AA pedoteca: a new database for a national map of soil radioactivity data**

Fontana C.<sup>1</sup>, Barbetti R.<sup>2</sup>, Fontana F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Rome, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Forestry and Wood, Casale Monferrato, Alessandria, Italy

<sup>3</sup> ENEA Casaccia, Rome, Italy

\*claudia.fontana@crea.gov.it

The ARCAN Pedoteca soil database of the CREA-AA is located Scarperia (FI) and is very relevant from a historical and agroecological point of view. The database will make it possible to develop a significant mapping of environmental radioactivity on the ante-post Chernobyl situation of soils in Italy. This topic is of great relevance at a scientific level even today due to the complexity of finding soils that have been collected in all Italian regions with a standard methodology of sampling and analysis for the *zero point*. The CREA-AA pedoteca collects a total of about 30,000 soil samples (superficial and sub-superficial horizons), taken in few cases before Chernobyl and majority post Chernobyl (1986-2020). In addition, about 13,000 samples are representative of all regions of Italy. In this work, the various phases of the research are presented a preliminary way: identification, selection and classification of the samples from the point of view of environmental radioactivity; methods of sampling, analysis and measurement (according to National Guidelines) of the artificial-natural radionuclides <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>7</sup>Be, <sup>238</sup>U and <sup>232</sup>Th most interesting for agronomic studies (erosion, natural fertilizers, etc.). Furthermore, a new database of environmental radioactivity data of the samples is presented, through a dedicated software application, different from the existing one of the CREA-AA pedoteca. Based on studies already carried out in this field, of agri-environmental interest, the integration of the national soil database could be considered, with respect to Legislative Decree 101/2020, an important source of innovative information for CREA and the Italian regions.

Keywords: soil; radioactivity; <sup>137</sup>Cs; <sup>238</sup>U; ICT

**Funzionalità e sostenibilità nel suolo: venti anni di saggio enzimatico ad altissima processività**

Fornasier F.\*

CREA Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia, Gorizia, Italia

\*flavio.fornasier@crea.gov.it

La procedura originale di saggio multienzimatico in micropiastra su estratti di terreno ottenuti mediante desorbimento eteromolecolare è stato utilizzato per saggiare simultaneamente fino a oltre 25 enzimi su campioni agronomici e ambientali provenienti da tutte le latitudini e da quattro continenti.

Unitamente alla metodica originale di quantificazione della biomassa microbica del suolo tramite il contenuto di dsDNA, ha permesso di effettuare screening altrimenti non accessibili per motivi di tempo e costo e di indentificare dettagliatamente il livello al quale si manifesta l'effetto dovuto a variabili ambientali o ai trattamenti agronomici effettuati.

Saranno presentati alcuni casi di indagine e risultati tratti da pubblicazioni peer-review evidenziando la capacità e la sua utilità nei vari contesti.



**Functionality and sustainability in soil: twenty years of a high-throughput enzyme assay**

Fornasier F.\*

CREA Research Centre for Viticulture and Enology, Gorizia, Italy

\*flavio.fornasier@crea.gov.it

The original microplate-based, high-throughput, soil enzyme assay performed on soil extracts obtained by heteromolecular exchange has been used for testing even more than 25 enzymes on samples from any latitude and from four continents.

Together with the dsDNA based soil microbial biomass quantitation, this enzyme assay enabled screenings other ways not possible for time and money expenses. It enabled to identify the level at which environmental variables or agronomic treatments acted in soil.

Selected case studies and results, taken from peer-reviewed publications and highlighting the potential and usefulness in different situations.

## **SOLIOMICS: una risorsa innovativa per valutare la funzionalità del suolo e la sostenibilità**

Fornasier F.<sup>1</sup>, Piva N.<sup>2</sup>

Soliomics srl – [www.soliomics.com](http://www.soliomics.com)

<sup>1</sup> [flavio@soliomics.com](mailto:flavio@soliomics.com)

<sup>2</sup> [commerciale@soliomics.com](mailto:commerciale@soliomics.com)

Soliomics, spin-off sostenuto dal CREA, fornisce servizi innovativi nel campo delle analisi del suolo basati su tecnologie originali, innovative, ad altissima processività, per valutare la funzionalità del suolo.

Il saggio enzimatico effettuato in micropiastra con substrati fluorogenici su estratti ottenuti mediante desorbimento eteromolecolare è disponibile per oltre 28 attività enzimatiche, sia idrolitiche che redox ad un costo non accessibile con altre metodiche. Gli stessi vantaggi sono offerti anche dalla quantificazione della biomassa microbica determinata mediante il contenuto di dsDNA e il pH determinato con indicatore su micropiastra.

Soliomics ha analizzato oltre 40.000 campioni di suolo provenienti da indagini ambientali, da prove agronomiche, da indagini storiche e archeologiche, di quattro continenti e da tutte le latitudini.

La pubblicazione di oltre 40 pubblicazioni internazionali *peer-review* ha permesso di validare le originali metodiche offerte da Soliomics sia dal punto di vista analitico che per la elaborazione e la interpretazione dei dati.

**SOLIOMICS: an innovative resource for soil fertility, functionality and sustainability**

Fornasier F.<sup>1</sup>, Piva N.<sup>2</sup>

Soliomics srl – [www.soliomics.com](http://www.soliomics.com)

<sup>1</sup> [flavio@soliomics.com](mailto:flavio@soliomics.com)

<sup>2</sup> [commerciale@soliomics.com](mailto:commerciale@soliomics.com)

Soliomics is a spin-off of CREA and offers original, innovative, high-throughput services in the field of soil analysis.

The high-throughput multienzyme assay carried out in microplates with fluorogenic substrates using soil extract obtained by heteromolecular exchange is available for over 28 enzyme activities, both hydrolytic as well as redox ones. The cost is much lower compared to other enzyme test available on the market. The dsDNA test for soil microbial biomass and the indicator-based pH determination on microplates offer the same advantages of multienzymatic test. Soliomics has tested over 40,000 soil samples, originating from environmental, historical and archaeological investigations, agronomic trials, collected at all latitudes in four environments. historical and archaeological Tests provided by Soliomics have been validate by over 40 peer-reviewed international publications, both from analytical point of view as well as for evaluation of results.

## **Le rotazioni quale strumento per ridurre l'impatto ambientale e migliorare la redditività aziendale: il progetto ROSTRI**

Iovieno P.<sup>1\*</sup>, Pane C.<sup>1</sup>, Sigillo L.<sup>1</sup>, Zaccardelli M.<sup>1</sup>, Avallone R.<sup>1</sup>, Cardone A.<sup>1</sup>, Mori M.<sup>2</sup>, Di Mola I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Agraria Università “Federico II” di Napoli, Italia

\*paola.iovieno@crea.gov.it

Il territorio della Comunità Montana “Titerno e Alto Tammaro” è un’area dalla lunga tradizione cerealicola che sta risentendo delle conseguenze dell’abbandono delle attività agricole a causa della bassa redditività. Oltre alle implicazioni di carattere socio-economico, ciò sta comportando problemi di natura ambientale, poiché i suoli montani e collinari incolti sono esposti a rischio erosivo con conseguente declino della loro produttività. Per ovviare a tali problemi e tutelare queste zone è indispensabile promuovere la diversificazione culturale e tecnico-economica, rispettando le potenzialità intrinseche del territorio e le competenze delle quali molti imprenditori agricoli già dispongono. Attraverso la costituzione di una rete di cooperazione che sensibilizzi gli agricoltori dell’area, il progetto ROSTRI (PSR Campania 2014-2020, Sottomisura 16.5 - Tipologia d’intervento 16.5.1) ha come obiettivo quello di contrastare tali fenomeni agendo su due fronti: da una parte, proponendo la reintroduzione della coltivazione di varietà antiche di grano duro, tenero e orzo per birra che, rispetto alla coltivazione di varietà “moderne”, richiedono minori input chimico-energetici; dall’altra, promuovendo l’adozione delle rotazioni colturali anche con l’introduzione delle leguminose, in un comprensorio a vocazione fortemente cerealicola. In particolare, si vuole porre l’accento sulla capacità delle rotazioni di salvaguardare e migliorare la fertilità dei suoli, ridurre le emissioni di gas serra e contrastare la diffusione delle fitopatie da patogeni tellurici, agendo sulla biodiversità e la complessità dell’agroecosistema. L’adeguata copertura del suolo e, al contempo, la valorizzazione dell’agro-biodiversità, consentono di migliorare la redditività aziendale e la sostenibilità ambientale, dando così nuovo impulso produttivo e socio-economico al sistema.

Parole chiave: biodiversità; erosione; promozione della qualità del suolo; prevenzione delle fitopatie

## **Crop rotations as a tool to reduce environmental impact and improve farm profitability: the ROSTRI project**

Iovieno P.<sup>1\*</sup>, Pane C.<sup>1</sup>, Sigillo L.<sup>1</sup>, Zaccardelli M.<sup>1</sup>, Avallone R.<sup>1</sup>, Cardone A.<sup>1</sup>, Mori M.<sup>2</sup>, Di Mola I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Pontecagnano Faiano, Italy

<sup>2</sup> Department of Agricultural Science University "Federico II" of Naples, Naples, Italy

\*paola.iovieno@crea.gov.it

The territory of "Titerno and Alto Tammaro" Mountain Community (Benevento, Italy), an area with a long tradition of grain cultivation, is suffering the consequences of agricultural activities abandonment due to low profitability. This has not only socio-economic implications but also environmental consequences, since uncultivated mountain and hilly soils are exposed to erosion with a consequent decline in their productivity. To overcome these problems and protect these areas, it is essential to promote cultural and technical-economic diversification, according to the intrinsic potential of the territory and the skills that many farmers already have. The ROSTRI project (PSR Campania 2014-2020, Submeasure 16.5 - Type of intervention 16.5.1), through the establishment of a cooperation network that raises the awareness of the farmers, aims to combat these phenomena by acting on two fronts: on one hand, proposing the reintroduction of the cultivation of ancient varieties of durum wheat, common wheat and barley for beer which, compared to "modern" varieties, require less chemical-energy inputs; on the other hand, promoting the adoption of crop rotations, also with the introduction of legumes, in an area with a strong cereal vocation. In particular, we want to emphasize the ability of rotations to safeguard and improve soil fertility, reduce greenhouse gas emissions and combat the spread of soil-borne pathogens responsible for plant diseases, acting on biodiversity and complexity of the agro-ecosystem. Adequate soil cover and, at the same time, the enhancement of agro-biodiversity, allow for improving farm profitability and environmental sustainability, thus giving new productive and socio-economic input to the system.

Keywords: biodiversity; erosion; soil quality promotion; plant disease prevention

## **Effetti dell'applicazione di compost da scarti aziendali sulla qualità biologica di un suolo agrario dopo due anni di trattamenti**

Iovieno P\*., Scotti R., Cardone A., Zaccardelli M.

CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano, Italia

\*paola.iovieno@crea.gov.it

I residui colturali costituiscono una cospicua frazione della produttività primaria delle aziende ortive. Il loro conferimento in grossi impianti di compostaggio comporta costi di trasporto per l'azienda e un impatto sull'ambiente legato alla circolazione di veicoli pesanti. Essi rappresentano anche un serbatoio di sostanza organica e di elementi nutritivi che rischiano di essere definitivamente allontanati dall'ecosistema aziendale comportando un impoverimento del suolo e, conseguentemente, ulteriori costi per l'acquisto di ammendanti organici e fertilizzanti. Il compostaggio aziendale rappresenta una strategia sostenibile per affrontare queste problematiche. Presso l'azienda agricola Prima Luce di Eboli, situata in una zona ad alta vocazione orticola, nell'ambito del progetto CarbOnFarm-Life12 ENV/IT/719 è stato realizzato un impianto di compostaggio che raccoglie gli scarti agricoli delle aziende del territorio al fine di produrre compost da utilizzare nell'azienda stessa. Il suolo aziendale, trattato per due anni consecutivi con 10 o 20 Mg ha<sup>-1</sup>, è stato analizzato per contenuto di biomassa microbica e fungina, azoto nitrico e totale e per 10 attività enzimatiche, in confronto al controllo non trattato e alla fertilizzazione organo-minerale. La maggior parte di questi indicatori di qualità del suolo risultavano significativamente incrementati nelle parcelle trattate con il compost rispetto al controllo già dopo il primo anno di trattamento e in misura ancor maggiore dopo il secondo anno, con un evidente effetto dose-dipendente. La fertilizzazione organo-minerale ha mostrato effetti pressoché nulli sulla qualità del suolo rispetto al controllo. I dati evidenziano l'utilità del compostaggio aziendale nel valorizzare gli scarti agricoli in un'ottica di economia circolare e sostenibilità ambientale.

Parole chiave: sostanza organica; attività enzimatiche; biomassa microbica e fungina; economia circolare; sostenibilità

## **Effects of two years of application of a farm waste derived compost on biological quality of an agricultural soil**

Iovieno P.\*, Scotti R., Cardone A., Zaccardelli M.

CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Pontecagnano Faiano, Italy

\*paola.iovieno@crea.gov.it

Crop residues represent a large fraction of the primary productivity of horticultural farms. Their disposal to large composting plants involves transport costs and environmental impact linked to the circulation of big vehicles, and implies the permanent removing of organic matter and nutrients from the agroecosystem. This results in impoverishment of the soil and, consequently, additional costs for the farm to purchase organic amendments and fertilizers. On-farm composting represents a sustainable strategy to address these issues. At the Prima Luce farm, located in Eboli (SA, Italy) in an area with a strong horticultural vocation, a composting plant collecting agricultural waste from local cultivations was built as part of the CarbOnFarm-Life12 ENV/IT/719 project, in order to produce compost for use on the farm itself. The farm soil, treated for two consecutive years with 10 or 20 Mg ha<sup>-1</sup>, was analyzed for microbial and fungal biomass, nitric and total nitrogen content and for 10 enzymatic activities, in comparison with the untreated control and organic-mineral fertilization. Most of these soil quality indicators were significantly increased in the plots treated with compost in comparison to the untreated control, already after the first year of treatment and to an even greater extent after the second year, showing an evident dose-effect. Organic-mineral fertilization showed almost no effects on soil quality compared to control. The data highlight the usefulness of on-farm composting agricultural waste, in the view of circular economy and environmental sustainability.

Keywords: soil organic matter; enzyme activities; microbial and fungal biomass; circular economy; sustainability

## **La biodiversità del suolo, questa sconosciuta risorsa utile e necessaria**

Jacomini C.<sup>1</sup>, D'Alessandro A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ISPRA, SISS

<sup>2</sup> Uni Camerino, SISS

carlo.jacomini@isprambiente.it

aldo.dalessandro@unicam.it

La biodiversità del suolo è una risorsa fondamentale. Nonostante la sua rilevanza e importanza, spesso rimane trascurata e sempre rimpianta. Non solo nei discorsi politici o nelle leggi, ma in particolare nei programmi di bonifica e in qualsiasi attività volta ad alleviare o prevenire le minacce al suolo. In Italia è stato proposto un programma per divulgare tramite manifesti e brevi vignette gli aspetti peculiari e i problemi profondi della biodiversità del suolo, per affrontare l'informazione e la diffusione tra le giovani generazioni dei problemi della biodiversità del suolo. Vengono descritti eroi (mitici e leggendari) e minacce (reali e future) alla loro sopravvivenza, in modo da attirare l'attenzione degli umani più giovani e cercare di evitare il rischio di perpetuare gli errori delle epoche precedenti. Nuove speranze e risultati aggiornati della ricerca metteranno in evidenza quanto sia facile promuovere la ricerca e l'implementazione di queste risorse nella vita quotidiana, promuovere la sostenibilità e seguire il percorso verso una nuova era di rispetto e resilienza del suolo.



**Soil Biodiversity, this unknown and useful, necessary resource**

Jacomini C.<sup>1</sup>, D'Alessandro A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ISPRA, SISS

<sup>2</sup> Uni Camerino, SISS

carlo.jacomini@isprambiente.it

aldo.dalessandro@unicam.it

Soil biodiversity is a fundamental resource. Despite its relevance and importance, often it remains neglected and always regretted. Not only in political speeches or laws, but particularly in remediation programmes and in any activity aiming to the alleviation or prevention of soil threats.

A programme to disseminate via posters and short cartoons the peculiar aspects and deep problems of soil biodiversity has been proposed in Italy, to address the information and diffusion among youngest generations of soil biodiversity issues. Heroes (mythical and legendary) and threats (actual and future) to their survival are described, in a way to collect the attention of younger humans and try to avoid the risk of perpetuating the mistakes of former ages. New hopes and updated results from research will highlight how easy could be to promote research and implementation of these resources in the daily life, to promote sustainability and to follow the path to a new era of soil respect and resilience.

**Attività microbica ed eterogeneità degli habitat nel suolo superficiale in un paesaggio prativo di alta montagna (Appennino centrale, Italia)**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Bellisario B.<sup>2</sup>, Cancellieri L.<sup>2</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, Filibeck G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia

\*luisa.massaccesi@gmail.com

Nel presente lavoro è stata eseguita una fitta rete di campionamenti degli strati superficiali del suolo in un paesaggio di prateria di alta montagna (Appennino centrale, Italia), al fine di descrivere l'eterogeneità degli habitat microbici. Sulla base delle proprietà chimico-fisiche del suolo, delle caratteristiche topografiche e geomorfologiche e della copertura vegetale sono stati identificati tre diversi habitat microbici: (i) suoli ad alta quota, sub-acidi, con elevata copertura vegetale (di specie prevalentemente acidofitiche/mesofitiche) e ad alto contenuto di limo; (ii) suoli a bassa quota, sub-acidi, con una copertura vegetale elevata e con il più alto contenuto di sabbia e di fosforo disponibile; (iii) suoli molto poco profondi, prevalentemente sassosi, ad alta quota, con i valori di pH più elevati, su pendii ripidi, con il più alto contenuto di sostanza organica e la più alta capacità di ritenzione idrica. Il terzo habitat ha mostrato la più alta attività enzimatica ed in particolare degli enzimi coinvolti nel ciclo di C e N ( $\beta$ -glucosidasi,  $\beta$ -cellobioidrolasi e leucina-amilamidasi), mentre i suoli più acidi e più profondi, tipici delle doline o delle aree di pendio, hanno favorito l'attività della fosfomonoesterasi acida, coinvolta nel ciclo del P, grazie all'instaurarsi dell'attività rizosferica delle specie vegetali erbacee. Inoltre, è stata analizzata l'importanza relativa delle variabili ambientali sull'attività enzimatica evidenziando la rilevanza di fattori topografici come l'inclinazione del pendio nel predire la capacità funzionale microbica in un ecosistema di praterie di montagna. Concludiamo che i diversi modelli di attività enzimatica trovati nei tre habitat suggeriscono diverse funzionalità microbiche rispetto al ciclo dei nutrienti, all'interno di un paesaggio non così esteso e con una copertura del suolo relativamente omogenea.

Parole chiave: ciclo dei nutrienti; biomassa microbica; attività biochimica; funzioni del suolo

**Microbial activity and habitats heterogeneity in surface soil in a high-mountain grassland landscape (central Apennines, Italy)**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Marinari S.<sup>1</sup>, Bellisario B.<sup>2</sup>, Cancellieri L.<sup>2</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, Filibeck G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department for Innovation in Biological, Agrofood and Forest systems (DIBAF), University of Tuscia, Viterbo, Italy

<sup>2</sup> Department of Agriculture and Forest Science (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy

\*luisa.massaccesi@gmail.com

A spatially intensive sampling of surface soil layers was performed in a high-mountain grassland landscape (Central Apennines, Italy), in order to describe the heterogeneity of microbial habitats. Three different microbial habitats were identified on the basis of chemical and physical soil properties, topographic and geomorphological features and vegetation cover: (i) sub-acidic soils, at high elevation, with high vegetation cover (of mostly acidophytic/mesophytic species) and high silt content, and the lowest clay content; (ii) sub-acidic soils, at low elevation, with a high vegetation cover, with the highest sand and available phosphorus content; (iii) very shallow soil, mainly stone-covered, at high elevation, with the highest pH values, on steep slopes, with the highest content of organic matter and the highest water holding capacity. The third habitat showed the highest enzymatic activity ( $\beta$ -glucosidase,  $\beta$ -cellobiohydrolase and leucine-arylamidase) involved in C and N cycling, while the more acidic and deeper soils, typical of sinkhole or slope areas, favoured the acid phosphomonoesterase activity involved in P cycle thanks to the establishment of the rhizospheric activity of the herbaceous plant species. Moreover, we analyzed the relative importance of environmental variables on the total enzyme activities underling the importance of topographic factors such as slope inclination in predicting the microbial functional capacity in a mountain grassland ecosystem. We conclude that the different enzymatic activity patterns found in the three habitats suggest diverse microbial functions with respect to nutrient cycling, within a small landscape and a relatively homogeneous land-cover.

Key words: nutrient cycling; microbial biomass; biochemical activity; soil functions

## **Utilizzo del biochar come strategia per la bonifica di suoli contaminati da idrocarburi**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Mazzurco Miritana V.<sup>2</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, Passatore L.<sup>2</sup>, Zacchini M.<sup>2</sup>, Pietrini F.<sup>2</sup>, Carloni S.<sup>2</sup>, Peruzzi E.<sup>3</sup>, Nogues I.<sup>2</sup>, Marinari S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia

<sup>2</sup> Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRET-CNR) Monterotondo Scalo, Roma, Italia

<sup>3</sup> Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRET-CNR) Pisa, Italia

\*luisa.massaccesi@gmail.com

L'ammendamento del suolo con biochar ha recentemente ricevuto una grande attenzione. Secondo l'International Biochar Initiative (IBI), il biochar è un carbone ottenuto dalla pirolisi di materiale organico in un ambiente povero di ossigeno che può essere applicato al suolo ottenendo vantaggi sia produttivi che ambientali, come per esempio il miglioramento della fertilità del suolo e la stabilità della ritenzione idrica garantendo allo stesso tempo uno stoccaggio di carbonio a lungo termine. L'obiettivo di questo studio è stato valutare l'efficacia del biochar ottenuto da materiali legnosi di scarto provenienti dalle filiere di olivo e nocciolo della Regione Lazio nel promuovere la degradazione dei contaminanti organici e l'attività della popolazione microbica del suolo. A tal fine è stata allestita una sperimentazione in serra attraverso un set di mesocosmi per valutare le seguenti tesi: i) suolo contaminato, ii) suolo contaminato più biochar, iii) suolo contaminato più biochar più bioattivi (consorzio microbico). Il suolo utilizzato nelle prove sperimentali proviene da un terreno agricolo contaminato nel quale il contenuto di idrocarburi C10-C40 risultava superiore alla concentrazione soglia di contaminazione definita dal DM 46/2019 (50 mg kg<sup>-1</sup>). I risultati preliminari ottenuti dal campionamento effettuato subito dopo l'allestimento dei mesocosmi hanno mostrato un significativo incremento dell'attività microbica nella tesi con i bioattivi rispetto alle prove con solo biochar. Sia la tesi con biochar che quella con i bioattivi hanno mostrato un effetto sull'attività enzimatica nel campionamento successivo (dopo 3 mesi), evidenziando la necessità di un tempo di condizionamento per stabilizzare gli effetti sulla popolazione microbica. Pertanto, solo alla fine della sperimentazione sarà possibile stabilire l'effettiva capacità del biochar in consociazione con i bioattivi nel risanamento di suoli inquinati da idrocarburi.

Parole chiave: biochar; biomassa microbica; attività enzimatica; suoli inquinati da idrocarburi

## **Biochar soil amendment as strategy for remediation of hydrocarbon-contaminated soils**

Massaccesi L.<sup>1\*</sup>, Mazzurco Miritana V.<sup>2</sup>, Marabottini R.<sup>1</sup>, Passatore L.<sup>2</sup>, Zacchini M.<sup>2</sup>, Pietrini F.<sup>2</sup>, Carloni S.<sup>2</sup>, Peruzzi E.<sup>3</sup>, Nogues I.<sup>2</sup>, Marinari S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department for Innovation in Biological, Agro-food and Forest systems DIBAF - University of Tuscia, Viterbo, Italy

<sup>2</sup> Research Institute on Terrestrial Ecosystems, National Research Council (IRET-CNR) Monterotondo Scalo, Rome, Italy

<sup>3</sup> Research Institute on Terrestrial Ecosystems, National Research Council (IRET-CNR) Pisa, Italy

\*luisa.massaccesi@gmail.com

Soil amendment with biochar has recently received great attention. According to the International Biochar Initiative (IBI), biochar is a charcoal which can be applied to soil for both agricultural and environmental gains. The biochar is therefore a carbon-rich by-product from pyrolysis thermochemical conversion of organic material in an oxygen-depleted environment whose potentialities to improve soil properties and functions like improving enhancing soil fertility and soil stability water retention and enhancing C sequestration. In order to evaluate the effectiveness of a biochar obtained from waste wood materials from the olive and hazelnut supply chains of Lazio in promoting the degradation of organic contaminants and the soil biochemical properties, a set of mesocosms was set up as follows: i) contaminated soil, ii) contaminated soil plus biochar, iii) contaminated soil plus biochar plus bio activators (microbial consortium) used to improve performance in the degradation processes of contaminants.

The soil used in the experimental mesocosms comes from an agricultural contaminated soil in which the content of C10-C40 hydrocarbons was higher than threshold by Ministerial Decree 46/2019 (50 mg kg<sup>-1</sup>). The preliminary results obtained in the soil sampled immediately after the mesocosms set up showed that the contaminated soil with bioactivators recorded a greater microbial activity compared to the contaminated soil with biochar. Both the thesis with biochar and that with bioactivators showed an effect on the enzymatic activity in the second sampling (after 3 months), highlighting the need for a conditioning time to stabilize the effects on the microbial population. Therefore, only at the end of the experiment will be possible to establish the capacity of the biochar in association with the bioactivators for remediation of hydrocarbon-contaminated soil.

Key words: biochar; microbial biomass; enzymatic activity; hydrocarbon-contaminated soil

## **Verso una previsione dei parametri del suolo mediante spettroscopia a raggi gamma su ambienti orticoli in Europa**

L'Abate G\*, Vitali F., Bigiotti G., Vignozzi N., D'Avino L.

CREA Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

\*giovanni.labate@crea.gov.it

Nuove tecnologie che si basano sui sensori consentono di produrre mappe del suolo ad alta risoluzione, che possono supportare le decisioni in agricoltura. Una mappatura del suolo applicando la spettroscopia a raggi-gamma e la caratterizzazione del profilo, sono state eseguite nell'ambito del progetto EXCALIBUR per 18 aree studio, in 8 paesi, raggruppati in 3 zone ambientali: Atlantico-centrale (n=3), Continentale (n=9), Mediterraneo-nord (n=6). I campi sperimentali sono stati descritti per: conteggio-totale; tasso-di-conteggio; radionuclidi:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$  e  $^{137}\text{Cs}$ . I conteggi, relativi a 300 bande di energia, sono stati estratti e inclusi nella elaborazione statistica. Le bande di energia che vanno dalla 161<sup>a</sup> alla 300<sup>a</sup> sono state rimosse in seguito alla valutazione della distribuzione dei conteggi, in quanto mostravano tre quartili vicini a 0. I dati sono stati indagati utilizzando l'analisi-delle-componenti-principali (PCA) e il Multidimensional-Scaling (MDS). Le relazioni tra spettroscopia e parametri pedologici sono state valutate tramite correlazione di Spearman. I risultati hanno mostrato buone correlazioni (Banda-10 vs  $^{238}\text{U}$ ; Banda-16 vs  $^{232}\text{Th}$ , Banda-7 vs Sabbia;  $^{232}\text{Th}$  vs Umidità;  $^{137}\text{Cs}$  vs Densità-apparente-del-suolo). Lo studio ha mostrato che l'estrazione delle bande energetiche può contribuire alla previsione dei parametri pedologici. Le migliori correlazioni sono state ottenute per la zona continentale (maggiormente investigata) ed alcuni parametri: Densità-apparente-del-suolo, Umidità e Sabbia. Lo scheletro non ha presentato correlazioni interessanti. L'osservazione di un unico profilo per area studio ha impedito di cogliere la variabilità interna al campo. Ulteriori sviluppi mireranno ad aumentare il dataset con dati da altri progetti, che includano più osservazioni in ciascuna area sperimentale.

Parole chiave: rilevamento prossimale del suolo; spettroscopia raggi gamma; bande energetiche; parametri pedologici; radionuclidi

## **Toward soil parameters prediction by gamma-ray spectroscopy on horticultural farming in Europe**

L'Abate G. \*, Vitali F., Bigiotti G., Vignozzi N., D'Avino L.

CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Florence, Italy

\*giovanni.labate@crea.gov.it

New sensors technology presents an opportunity to produce high-resolution soil maps to support agricultural decisions. Maps and profile characterization were performed within the EXCALIBUR project for 18 trials in 8 States grouped-by 3 Environmental zones: Atlantic central (n=3), Continental (n=9), Mediterranean north (n=6), applying gamma-ray spectroscopy. Experimental Fields have been assessed for: Total-counts; Count-rate;  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$  and  $^{137}\text{Cs}$  radionuclides. Counts related to 300 Energy bands were extracted and included into the statistical elaboration. Energy bands ranging from the 161<sup>th</sup> to the 300<sup>th</sup> were removed after evaluation of the count distribution, showing three quartiles close to 0. Data were inspected using Principal-Components-Analysis (PCA) and Multidimensional-Scaling (MDS). Relations among gamma-ray spectroscopy and soil parameters have been evaluated by Spearman correlation. Results showed that a limited set of good correlations were defined both in relation of bands and radionuclides (Band-10 vs  $^{238}\text{U}$ ; Band 16 vs  $^{232}\text{Th}$ ), bands and soil parameters (Band-7 vs Sand), radionuclides and soil parameters ( $^{232}\text{Th}$  vs Soil Moisture;  $^{137}\text{Cs}$  vs Soil-bulk-density). The study showed that Energy band extraction provides an interesting contribution on soil parameters prediction although a large part does not seem to supply useful information. Best correlation was obtained for the Continental zone (mostly surveyed) and few soil parameters (Soil-bulk-density, Soil-Moisture, and Sand). Coarse fragments did not present any interesting correlations. The single soil observation per trial prevented the internal variability of the field from being evaluated. Further developments aim to increase the dataset with other projects data, including multiple observations in each experimental area.

Keywords: proximal soil sensing; gamma spectroscopy; energy bands; soil parameters; radionuclides

## **Il biochar può influenzare negativamente la capacità del cloroformio di lisare le cellule microbiche del suolo?**

Paliaga S.<sup>1</sup>, Badalucco L.<sup>1</sup>, Said-Pullicino D.<sup>2</sup>, Laudicina V.A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Italia

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

Il biochar è un materiale carbonioso derivante dalla decomposizione termochimica della biomassa in condizioni di limitazione dell'ossigeno. Negli ultimi decenni, il biochar è stato ampiamente applicato come ammendante grazie ai suoi effetti benefici sulla fertilità del suolo, sulla produttività delle colture e sulla biomassa microbica. Grazie alla sua struttura porosa e all'elevata superficie specifica, il biochar è in grado di adsorbire composti organici volatili, tra cui il cloroformio (CHCl<sub>3</sub>). Pertanto, tale proprietà del biochar potrebbe interferire con i due metodi più utilizzati per la determinazione della biomassa microbica, basati sulla capacità del CHCl<sub>3</sub> di lisare le cellule microbiche. Inoltre, nel corso degli anni, sono state sollevate diverse criticità legate all'uso di CHCl<sub>3</sub> a causa della sua tossicità per l'uomo e l'ambiente e della sua scarsa efficienza nel lisare le cellule microbiche del suolo. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la capacità del CHCl<sub>3</sub> di lisare le cellule microbiche in terreni ammendati con biochar. A tal fine, il C e l'N della biomassa microbica (BMC e BMN) determinata con i metodi di fumigazione-incubazione e fumigazione-estrazione è stata confrontata con la BMC e la BMN valutate in suoli trattati con alte pressurizzazioni di CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>HP). Quest'ultimo è un nuovo approccio fisico basato sulla lisi delle cellule microbiche del suolo mediante un'elevata pressurizzazione con CO<sub>2</sub>, al posto della fumigazione con CHCl<sub>3</sub>.

I risultati hanno confermato l'ipotesi che il biochar interferisca con i metodi per la determinazione della biomassa microbica del suolo basati sulla fumigazione. Inoltre, l'approccio CO<sub>2</sub>HP è più efficace per la lisi delle cellule microbiche nei suoli modificati con biochar.



## **Can the biochar negatively affect the ability of chloroform to lyse soil microbial cells?**

Paliaga S.<sup>1</sup>, Badalucco L.<sup>1</sup>, Said-Pullicino D.<sup>2</sup>, Laudicina V.A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of agricultural, food and forest sciences, University of Palermo, Italy

<sup>2</sup> Department of agricultural, forest and food sciences, University of Turin, Italy

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

Biochar is a carbonaceous material deriving from the thermochemical decomposition of biomass under oxygen-limiting conditions. During the last decades, biochar has been extensively applied to soil as amendment due to its beneficial effects on fertility, crop productivity and microbial biomass. Due to its porous structure and high specific surface area, biochar is able to adsorb volatile organic compounds, including chloroform (CHCl<sub>3</sub>).

Thus, we hypothesized that such a biochar property might interfere with the two most widely used methods for the determination of microbial biomass based on the ability of CHCl<sub>3</sub> in lysing microbial cells.

Moreover, over the years, several critical issues related to the use of CHCl<sub>3</sub> have been raised due to its toxicity to humans and environment, and scarce efficiency in lysing soil microbial cells.

The aim of this work was to evaluate the ability of CHCl<sub>3</sub> to lyse microbial cells in soils amended with biochar. To this aim, microbial biomass C and N (MBC and MBN) determined by the fumigation-incubation and fumigation-extraction methods were compared to MBC and MBN assessed in high CO<sub>2</sub>-pressurized soils (CO<sub>2</sub>HP). The latter is a new physical approach based on the lysis of soil microbial cells by high pressurization of soil with CO<sub>2</sub>, instead by CHCl<sub>3</sub> fumigation.

Results confirmed the hypothesis that biochar interfere with the fumigation-based methods for soil microbial biomass determination. Moreover, CO<sub>2</sub>HP approach is more effective for lysis of microbial cells in soils amended with biochar.

## **Un metodo fisico per la lisi delle cellule microbiche del suolo basato su alte pressurizzazioni con CO<sub>2</sub>**

Paliaga S., Laudicina V.A.\*, Badalucco L.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Italy

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

La biomassa microbica del suolo (MBS), una piccola ma altamente dinamica frazione della sostanza organica del suolo, svolge un ruolo chiave nell'ecosistema suolo e pertanto le sue dimensioni e la sua attività sono determinanti per la fertilità e la qualità del suolo. Perciò, lo studio e la caratterizzazione della MBS sono essenziali per la valutazione della qualità del suolo. I due metodi ancora ampiamente utilizzati per la determinazione della MBS sono la fumigazione-incubazione (FI) e la fumigazione-estrazione (FE). Entrambi i metodi si basano sulla fumigazione dei campioni di suolo con cloroformio (CHCl<sub>3</sub>) per lisare le cellule microbiche e determinarne il materiale citoplasmatico.

L'uso del CHCl<sub>3</sub>, tuttavia, solleva diverse criticità, prima fra tutte la sua tossicità per l'uomo e per l'ambiente e inoltre, diversi autori hanno dimostrato che il CHCl<sub>3</sub> non è completamente efficiente nel lisare le cellule microbiche.

Pertanto, lo scopo di questo studio è stato quello di sviluppare un nuovo approccio per lisare le cellule microbiche, che possa essere più affidabile e sicuro per l'ambiente rispetto alla fumigazione.

Il metodo proposto, chiamato CO<sub>2</sub>HP (CO<sub>2</sub> - High Pressure), si basa su un'elevata pressurizzazione del suolo con CO<sub>2</sub>, seguita da una rapida depressurizzazione. Per mettere a punto il metodo CO<sub>2</sub>HP, sono state testate diverse combinazioni di pressione e durata di pressurizzazione e, per valutare la capacità del metodo CO<sub>2</sub>HP di lisare le cellule microbiche del suolo, è stato effettuato un confronto con i metodi classici FI e FE. I risultati dimostrano che il nuovo metodo CO<sub>2</sub>HP è più efficiente del CHCl<sub>3</sub> nel lisare le cellule microbiche del suolo. La combinazione più efficiente è risultata essere 600 psi per la pressurizzazione della CO<sub>2</sub> e 32 ore di durata.

## **A high CO<sub>2</sub> pressure-based method for soil microbial cells disruption**

Paliaga S., Laudicina V.A.\*, Badalucco L.

Department of agricultural, food and forest sciences, University of Palermo, Italy

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

Soil microbial biomass (SMB), a small but highly dynamic pool of living organic matter, plays a key role in nutrient cycling, and therefore its size and activity are crucial determinants of soil fertility and quality. For these reasons, the study and characterization of soil microbial biomass (SMB) are essential for soil quality assessment.

The two methods still widely used for SMB determination are chloroform incubation (FI) and chloroform extraction (FE). Both methods rely on the ability of chloroform (CHCl<sub>3</sub>) to lyse soil microbial cells so as to determine the cytoplasmic material.

The use of CHCl<sub>3</sub>, however, raises several critical issues, chief among them that it is toxic to humans and the environment. In addition, several authors have shown that CHCl<sub>3</sub> is not completely efficient in lysing microbial cells.

Therefore, the aim of this study was to develop a new approach, possibly more reliable and environmentally safe than the CHCl<sub>3</sub>-based method, for lysing soil microbial cells. The proposed method is based on high pressurization of the soil with CO<sub>2</sub>, through the use of a steel reactor, followed by rapid depressurization through gas release. Hereafter, we will call this approach CO<sub>2</sub>HP (CO<sub>2</sub>-High Pressure).

To set up CO<sub>2</sub>HP method, different combinations of pressure and duration of pressurization were tested, and to evaluate the ability of the CO<sub>2</sub>HP method to lyse soil microbial cells, a comparison was made with the classical FI and FE methods.

The results indicate that the new CO<sub>2</sub>HP method is more efficient than CHCl<sub>3</sub> in lysing soil microbial cells. The most efficient combination was found to be 600 psi for CO<sub>2</sub> pressurization and 32 hours duration.

## **Interazione tra acque reflue dell'industria agrumaria e rame sulla nitrificazione del suolo**

Pampinella D., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.\*

Dipartimento di Scienze agrarie, alimentari e forestali, Università di Palermo, Italia

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

Le acque reflue dell'industria agrumaria (CWW) sono i sottoprodotti del processo di trasformazione degli agrumi. Sono ricchi di composti organici solubili, hanno un pH inferiore a 4 e contengono tracce di oli essenziali, azoto e fosforo. Le CWW derivano dall'uso di acqua potabile e frutti commestibili, quindi, per la sostenibilità del processo industriale, possono essere riutilizzate in agricoltura per l'irrigazione. Ioppolo et al. (2020) hanno dimostrato che l'aggiunta di CWW ha stimolato la biomassa e l'attività microbica del suolo, anche quando sono state applicate una sola volta e diluite prima di essere applicate. Tuttavia, rimane ancora irrisolto il problema se, a causa del loro basso pH, le acque reflue di agrumi possano aumentare la disponibilità di metalli pesanti per le piante, come ad esempio il rame, o se, a causa dell'elevato contenuto di sostanza organica, possano chelare il rame disponibile, soprattutto dopo la loro ripetuta aggiunta. Pertanto, lo scopo di questo studio è stato quello di valutare l'effetto delle CWW sulla disponibilità di Cu nel suolo. L'esperimento è stato condotto in serra dove vasi contenenti suolo contaminato con 200 e 400 mg Cu<sup>2+</sup> kg<sup>-1</sup> è stato usato per la coltivazione della lattuga. Le piante di lattuga sono state irrigate con diversi tipi di acqua: acqua di rubinetto (controllo), acque reflue di arancia (OWW) e acque reflue di limone (LWW) a diverse concentrazioni (diluite con acqua a 1/3, 2/3 e 3/3 (v/v)). Alla fine dell'esperimento (due mesi), il suolo è stato campionato e analizzato. Nel poster vengono riportati e discussi i risultati di questo studio.

### **Interaction between citrus wastewater and copper on soil nitrification**

Pampinella D., Badalucco L., Palazzolo E., Laudicina V.A.\*

Department of agricultural, food and forest sciences, University of Palermo, Italy

\*vitoarmando.laudicina@unipa.it

Citrus wastewaters (CWWs) are the by-products of the citrus fruit transformation process. They are rich in soluble organic compounds, have pH lower than 4, and contain traces of essential oils, nitrogen and phosphorus. CWWs are derived from the use of potable water and edible fruits, hence, for the sustainability of the industrial process, they can be reused in agriculture for irrigation. Ioppolo et al. (2020) have demonstrated that the addition of lemon, orange and tangerine wastewaters stimulated soil microbial biomass and activity, even when they were applied only once and diluted before to be applied. However, it still remains unsolved the question if, due to their low pH, CWWs may increase the availability of heavy metals for plants such as Cu or, due to the high content of organic matter, which could chelate the available copper, especially after their repeated addition. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of citrus wastewater on the availability of Cu and on microbial biomass. The experiment was carried out in a greenhouse. Pots containing soil contaminated with 200 and 400 mg Cu<sup>2+</sup> kg<sup>-1</sup> of soil as CuSO<sub>4</sub> were prepared. Then lettuce plants were planted and irrigated with different types of water: tap water (control), orange wastewater (OWW) and lemon wastewater (LWW) at different concentrations (diluted with water at 1/3, 2/3 and 3/3 (v/v)). At the end of the experiment (two months), soils and plants were destructively sampled and analysed. In the poster results of this study are reported and discussed.

## **Alla ricerca dei Nunatak Alpini: i paleosuoli nascosti del Plateau dello Stolenberg (Alpi Nord-Occidentali)**

Pintaldi E.<sup>1\*</sup>, D'Amico M.<sup>1,2</sup>, Santoro V.<sup>1</sup>, Colombo N.<sup>1,3,4</sup>, Celi L.<sup>1</sup>, Freppaz M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco (TO), Italia

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano - DISAA, Milano, Italia

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino, NATRISK, Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments, Grugliasco (TO), Italia

<sup>4</sup> National Research Council, Water Research Institute, Montelibretti (RM), Italia

\*emanuele.pintaldi@unito.it

Negli ambienti montani d'alta quota, le glaciazioni Pleistoceniche e i fenomeni erosivi hanno cancellato i suoli pre-esistenti. Tuttavia, su alcune superfici relitte, suoli antichi possono essersi preservati, grazie alla copertura di ghiacciai a base fredda o al di sopra dei Nunatak. Lo studio è stato svolto nell'ambiente periglaciale del Plateau dello Stolenberg, a 3030 m s.l.m., ai piedi del versante sud del Monte Rosa (Alpi Occidentali). Il Plateau è ricoperto da una spessa coltre di pietre, organizzata in forme periglaciali e da una scarsa copertura vegetale (3-5%). All'interno delle forme periglaciali sono stati rinvenuti degli Umbrisols ben sviluppati, caratterizzati da orizzonti A spessi (30-65 cm) e scuri. Gli stock di carbonio di questi suoli sono paragonabili a quelli di suoli presenti a più bassa quota. Indagini geofisiche hanno dimostrato che i suoli sono ampiamente diffusi sotto lo strato di pietre, con spessori variabili tra i 20 e i 90 cm. Le datazioni al radiocarbonio, comprese tra i 4,4 e i 22 ka BP, hanno rivelato che tali suoli sono dei paleosuoli, sviluppatisi durante le fasi climatiche calde a partire dalla fine dell'Ultimo Massimo Glaciale (LGM). La caratterizzazione chimico-fisica della sostanza organica ha rivelato che la maggior parte del carbonio organico risiede nella frazione organica associata alla fase minerale. Tale frazione risulta essere costituita da cere, lipidi, cellulose ed emicellulose, derivanti da antiche specie alpine autoctone. Sulla base dei risultati ottenuti, il Plateau potrebbe aver agito da rifugio biologico a partire dall'LGM, rappresentando quindi uno dei primi Nunatak Alpini mai documentati.

Parole chiave: paleosuoli; nunatak; Alpi; sostanza organica; forme periglaciali

## **Unravelling the existence of Alpine Nunataks: the hidden paleosols of the Stolenberg Plateau (NW Italy)**

Pintaldi E.<sup>1</sup>, D'Amico M.<sup>1,2</sup>, Santoro V.<sup>1</sup>, Colombo N.<sup>1,3,4</sup>, Celi L.<sup>1</sup>, Freppaz M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco (TO), Italy

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano - DISAA, Milano, Italy

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino, NATRISK, Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments, Grugliasco (TO), Italy

<sup>4</sup> National Research Council, Water Research Institute, Montelibretti (RM), Italy

\*emanuele.pintaldi@unito.it

In high-mountain areas, Pleistocene glaciations and erosion-related processes erased most of the pre-existing soils. However, on scattered stable surfaces, ancient soils can be locally preserved for long periods, either through coverage by non-erosive, cold-based, ice or as nunataks.

This study was performed in the periglacial environment of the Stolenberg Plateau (LTER site Istituto Mosso) located at ca. 3030 m a.s.l., on the southern slope of the Monte Rosa Massif (Western Italian Alps). The plateau is covered by thick periglacial blockfields and blockstreams, with a scarce plant cover (3-5% of the surface). These periglacial landforms unexpectedly revealed well-developed Umbrisols characterized by thick and dark (between 30 and 65 cm) A horizons. The organic carbon stocks were comparable to forest soils at lower elevation (above 5 kg\*m<sup>-2</sup>). Geophysical investigations showed that these soils were widespread under the stony cover, with a thickness ranging between 20 and 90 cm. Radiocarbon dating (<sup>14</sup>C) spanned from 4.4 to over 22 ka BP, revealing that these soils were paleosols, originated during the main warming phases/interstadials occurred since the end of the Last Glacial Maximum (LGM). Moreover, the physical and chemical characterization of organic matter (OM), revealed that the greatest part of organic carbon was stored in the stable mineral OM pool, consisting mainly of paraffinic substances (lipids and waxes), cellulose, and hemicellulose, derived from autochthonous, well-adapted, ancient alpine vegetation. Thus, the Plateau represents one of the first documented Alpine Nunataks, which acted as a biological refugia since the end of the LGM.

Keywords: paleosols; nunatak; Alps; organic matter; periglacial features

## **Uso agricolo dei sottoprodotti di rifiuti biodegradabili e gestione sostenibile del suolo**

Rossi G.<sup>1</sup>, Beni C.<sup>2</sup>, Socciarelli S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Roma, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Monterotondo, Roma, Italia

\*silvia.socciarelli@crea.gov.it

Un suolo gestito in modo sostenibile ha la capacità di produrre cibo, fibre e colture energetiche ma anche sostenere altre attività umane, in modo tale da evitare effetti negativi sul suolo stesso o sull'ambiente in generale, compresi corsi d'acqua e biodiversità.

La gestione sostenibile del suolo supporta alcuni target dei Sustainable Development Goals (SDGs) indicati dalle Nazioni Unite. In particolare: produttività sostenibile; disponibilità di acqua nel suolo; contrastare l'inquinamento del suolo; gestione sostenibile e l'utilizzo efficiente delle risorse naturali; uso sostenibile degli input agricoli; immagazzinamento del carbonio nel suolo; combattere il degrado del suolo.

In questo scenario è prioritaria la promozione delle tecniche di riciclo e recupero in agricoltura dei rifiuti biodegradabili. I rifiuti organici contengono soprattutto azoto e fosforo, che possono essere recuperati per migliorare la fertilità del suolo e la nutrizione delle colture. Inoltre, i sistemi agronomici che adottano pratiche di fertilizzazione con i fertilizzanti "bio-based" somministrano materia organica al suolo, mitigando la perdita di carbonio organico del terreno con effetti positivi sulla qualità del suolo e sulla produttività agronomica.

L'ottimizzazione dei processi di trasformazione dei rifiuti (ad esempio attraverso la digestione anaerobica ed il compostaggio) e della gestione dei fertilizzanti "bio-based" può contribuire alla riduzione dell'uso dei fertilizzanti chimici, a migliorare la gestione dei nutrienti e favorire la transizione ecologica ed economica verso la circolarità delle risorse ed il risparmio energetico.

Parole chiave: gestione sostenibile del suolo; rifiuti biodegradabili; economia circolare; transizione ecologica

Questo lavoro è stato sostenuto dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (MiPAAF) nell'ambito del progetto AGROENER (D.D. n. 26329, 1 aprile 2016).



## **Agricultural use of biodegradable waste by-products and sustainable soil management**

Rossi G.<sup>1</sup>, Beni C.<sup>2</sup>, Socciarelli S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Rome, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Engineering and Agro-food Processing, Monterotondo, Rome, Italy

\*silvia.socciarelli@crea.gov.it

Sustainably managed soil has the ability to produce food, fibers and energy crops but also to support other human activities in such a way as to avoid negative effects on the soil itself or on the environment in general, including waterways and biodiversity.

Sustainable soil management supports some targets of the Sustainable Development Goals (SDGs) indicated by the United Nations. In particular: sustainable productivity; availability of water in the soil; reduce soil pollution; sustainable management and efficient use of natural resources; sustainable use of agricultural inputs; soil carbon storage; fight soil degradation.

In this scenario, the promotion of recycling and recovery techniques for biodegradable waste in agriculture is a priority. Organic waste mainly contains nitrogen and phosphorus, which can be recovered to improve soil fertility and crop nutrition. Furthermore, agronomic systems that adopt fertilization practices with “bio-based” fertilizers administer organic matter to the soil, mitigating the loss of organic carbon in the soil with positive effects on soil quality and agronomic productivity.

The optimization of waste transformation processes (for example through anaerobic digestion and composting) and the management of "bio-based" fertilizers can contribute to the reduction of the use of chemical fertilizers, improve nutrient management and facilitate the transition ecological and economic towards the circularity of resources and energy saving.

Keywords: sustainable soil management; biodegradable waste; circular economy; ecological transition

## **Simulazione di incendio e pioggia in laboratorio: risultati preliminari sugli effetti degli incendi sul suolo**

Stanchi S.\*, Marzano R., Bonifacio E., Iannicelli M., Martin M.

Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco, Torino, Italia

\*silvia.stanchi@unito.it

La frequenza e severità degli incendi boschivi sono in aumento nelle Alpi, e gli scenari climatici suggeriscono di porre estrema attenzione alla prevenzione e mitigazione di tali rischi. Tra gli effetti negativi del fuoco sugli ecosistemi forestali e relativi servizi, l'erosione e la perdita di nutrienti sono probabilmente i maggiori. Tuttavia, benché numerosi studi abbiano affrontato il tema degli effetti dell'incendio sui suoli forestali, poche sono le informazioni sulle trasformazioni chimiche e fisiche dei primi cm di suolo, che potrebbero spiegare l'elevata variabilità spaziale del successo della rinnovazione naturale.

In questo lavoro è stata studiata un'area delle Alpi occidentali soggetta a frequenti incendi, con due litologie predominanti. Sono stati condotti esperimenti di riscaldamento in laboratorio a 400 e 600 °C seguiti da simulazioni di pioggia. Gli orizzonti di suolo (a scala millimetrica) sono stati differenziati e analizzati. Sono stati poi analizzati i anche sedimenti erosi e le acque di ruscellamento. Si sono osservate rilevanti trasformazioni chimiche e fisiche del suolo con il riscaldamento, a seconda della profondità considerate. L'entità e localizzazione di strati idrofobici è risultata molto variabile a seconda delle temperature raggiunte e del tipo di suolo. Negli strati superficiali si è osservata una riduzione di C, N, CEC, mentre si è riscontrato un aumento di pH e P disponibile.

L'erosione ha prodotto una consistente perdita di nutrienti, variabile in base a suolo e temperature raggiunte.

I risultati preliminari della ricerca saranno base per successivi approfondimenti sulle interazioni tra fase organica e minerale e sulla rinnovazione (a seguito di semina).

**Soil-burning & rainfall-simulations: preliminary results of a lab-scale experiment on wildfire effects on soil**

Stanchi S.\*, Marzano R., Bonifacio E., Iannicelli M., Martin M.

Università degli Studi di Torino - DISAFA, Grugliasco, Torino, Italy

\*silvia.stanchi@unito.it

Wildfires frequency and severity are increasing in the Alps, and future climate scenarios suggest to put more efforts into natural hazard prevention, mitigation and restoration. Among the negative impacts of wildfires on forest ecosystems and related services, erosion and nutrients loss is probably the most relevant, and can severely affect forest regeneration. However, despite the general effects of fire on forest soils have been largely reviewed, little is known on the small-scale physicochemical transformations affecting the very first cm of soil along the temperature gradient, which could partly explain the large microscale differences in natural regeneration success often observed in the field.

In this work we focused on wildfire-prone area in the Western Italian Alps, with soils developing on two lithologies. Lab burning experiments reaching 400 and 600°C were followed by rainfall simulations. Soil layers were differentiated and characterized with very fine spatial resolution (few mm), runoff sediments and solution were collected and analysed.

Highly relevant chemical and physical transformation occurred after heating and were highly variable with depth. The extent and depth of layers with extreme hydrophobicity varied depending on soil type and heating temperature. In upper layers organic C, N, CEC decreased, while pH and available P increased. Erosion after simulated rainfall events caused relevant sediment and nutrients loss, depending on soil type and temperatures.

These results will provide a basis for further investigations on SOM-mineral interaction and post-fire seeding experiments.

## **Approccio basato su modelli per la gestione della fertilità chimica nel vigneto**

Valboa G.<sup>1\*</sup>, Andrenelli M.C.<sup>1</sup>, Orlandini A.<sup>1</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>, L'Abate G.<sup>1</sup>, Barbetti, R.<sup>2</sup>, Criscuoli I.<sup>1</sup>, D'Avino L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze, Italia

<sup>2</sup> CREA Centro di Ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato, Alessandria, Italia

\*giuseppe.valboa@crea.gov.it

La formulazione di piani di fertilizzazione calibrati in funzione delle specificità pedo-ambientali ed agronomiche è funzionale ad una nutrizione equilibrata del vigneto e alla riduzione del rischio di inquinamento ambientale.

Obiettivo del presente lavoro è stato la messa a punto di un modello semplice per la caratterizzazione chimico-nutrizionale del suolo e la previsione della disponibilità di nutrienti, da implementare in un DSS specifico per la gestione del vigneto nelle fasi di preimpianto e produzione. Il lavoro è stato svolto nell'ambito dei progetti SUVISA e GO PROSIT.

Sulla base delle informazioni pedologiche provenienti da banche dati o tramite input-utente, il modello fornisce come primo strato informativo una descrizione del profilo con i valori analitici e una classificazione delle caratteristiche pedologiche funzionale all'identificazione di condizioni chimiche e/o nutrizionali limitanti per la vite.

In un secondo step, il modello stima il fabbisogno di carbonio organico e nutrienti per il ripristino/mantenimento di livelli medi di fertilità, a supporto della fertilizzazione di preimpianto.

In un terzo step, i dati pedologici vengono integrati con i dati climatici e le informazioni sulla gestione del suolo per stimare la disponibilità media annua di azoto in fase di produzione. Quest'ultima è stata valutata attraverso il bilancio dell'azoto, stimando perdite e apporti in tre differenti scenari di gestione del suolo: lavorazione convenzionale, inerbimento spontaneo permanente e sovescio.

Il modello è stato testato in diverse aziende vitivinicole italiane, utilizzando le informazioni derivanti da rilevamento pedologico e monitoraggio annuale del suolo. Si illustrano i risultati ottenuti da vigneti-studio in Toscana.

Parole chiave: suolo; vigneto; fertilità; gestione

## **A model-based approach for managing soil chemical fertility in vineyards**

Valboa G.<sup>1\*</sup>, Andrenelli M.C.<sup>1</sup>, Orlandini A.<sup>1</sup>, Vignozzi N.<sup>1</sup>, Pellegrini S.<sup>1</sup>, L'Abate G.<sup>1</sup>, Barbetti, R.<sup>2</sup>, Criscuoli I.<sup>1</sup>, D'Avino L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Firenze, Italy

<sup>2</sup> CREA Research Centre for Forestry and Wood, Casale Monferrato, Alessandria, Italy

\*giuseppe.valboa@crea.gov.it

The use of fertilization plans calibrated on the pedo-environmental and agronomic specificities is functional to a balanced vineyard nutrition and the reduction of environmental pollution.

The aim of this work was to develop a simple model for soil chemical-nutritional characterization and the prediction of soil nutrient availability, to be implemented into a specific DSS for vineyard management in the pre-planting and production phases. The work was carried out within the SUVISA and GO PROSIT projects.

Based on soil information from databases or user input, the model provides, as a first information layer, a description of soil profile with the analytical values and a classification of soil features functional to identifying possible soil chemical and/or nutritional constraints to vine.

In a second step, the model estimates the need for organic carbon and nutrients for the recovery/maintenance of average fertility levels, as a useful information for pre-planting fertilization.

In a third step, soil data are combined with climate and soil management information to estimate the average annual availability of nitrogen during the vineyard production phase. N availability was evaluated through the balance method, by estimating soil N losses and inputs under three different management scenarios: tillage-based management, permanent natural grass-covering and green manuring.

The model was tested in selected Italian wineries, using information from soil survey and annual soil monitoring. The results obtained from vineyard-studies in Tuscany are illustrated.

Keywords: soil; vineyard; fertility; management



**RETERRURALE  
NAZIONALE  
20142020**

