

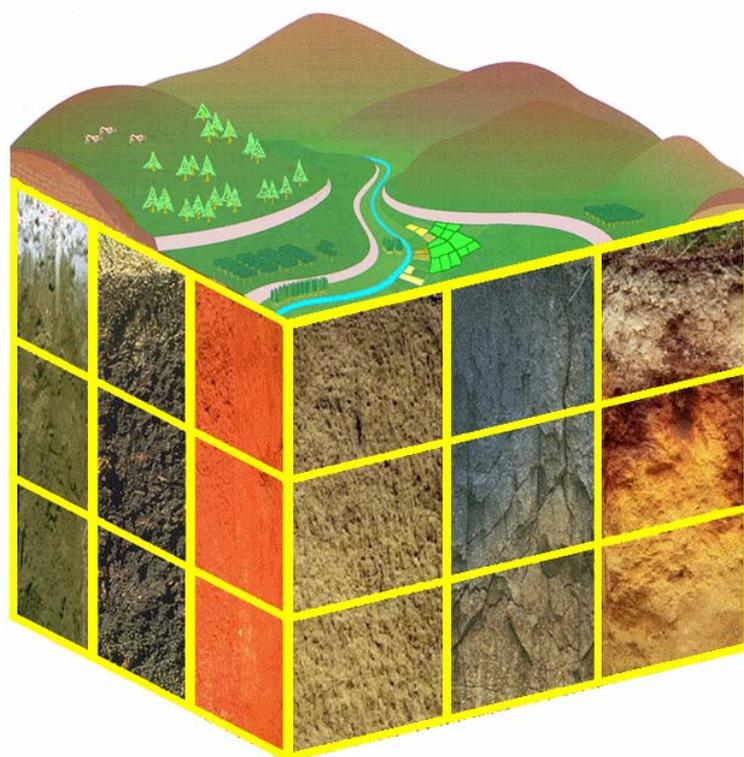


ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Convegno Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo

# LA COMPLESSITÀ DEL SUOLO



Ravenna – Pineta di San Vitale – Imola  
7-9 giugno 2011

**RIASSUNTI CONTRIBUTI SCIENTIFICI**



Ge<sub>0</sub>L@b  
n.l.u.s.



FONDAZIONE  
Cassa di Risparmio di Imola





## INDICE

	Pag.
<b><u>Relazione introduttiva</u></b>	
<b>C. Dazzi</b> LA DIMENSIONE DEL SUOLO	4
<b><u>I. Dinamica del suolo: proprietà e processi nello spazio e nel tempo</u></b>	
<b>E. Bonifacio, G. Falsone, S. Marinari, D. Said-Pullicino, L. Celi</b> STABILIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA IN SUOLI A DIVERSO GRADO DI PODZOLIZZAZIONE	5
<b>G. F. Capra, E. Grilli, E. Cabula., S. Vacca., A. Buondonno</b> PROCESSI ANTROPEDOGENICI ED IMPLICAZIONI TASSONOMICHE IN SUOLI EVOLUTI DA HUMAN TRANSPORTED MATERIALS NELL'AREA INDUSTRIALE DI OTTANA-BOLOTANA (SARDEGNA CENTRALE)	5
<b>M. Catoni, H.C. Monger, E. Bonifacio</b> PEDOGENIC CARBONATE $\delta^{13}\text{C}$ AND ENVIRONMENTAL PRECIPITATION CONDITIONS	6
<b>C. Colombo, P. Palumbo, R Comolli, A. Castrignano</b> INFLUENZA DELLA SOSTANZA ORGANICA SULLA RISPOSTA SPETTRALE DEI SUOLI DELLA VALCHIAVENNA	6
<b>C. Colombo, P. Palumbo, D. Sollitto, A. Castrignano</b> RELAZIONE TRA VARIABILITÀ SPAZIALE E CONTENUTO DI NITRATI NEI SUOLI AGRICOLI DEL MOLISE	7
<b>M. Fantappiè, G. L'Abate, E.A.C. Costantini</b> INDAGINE SPAZIO-TEMPORALE DELL'IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLE VARIAZIONI DI CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI ITALIANI DAL 1961 AL 2008	8
<b>G. Lo Papa, V. Palermo, C. Dazzi</b> AGRICOLTURA SUPERINTENSIVA, PEDOTECNICHE E PEDODIVERSITÀ IN UN AREA DELLA SICILIA MERIDIONALE	9
<b>A. Mileti, M. Iamarino, F. Terribile, S. Vingiani</b> I SUOLI MONTANI ITALIANI ED IL LORO RAPPORTO CON LA ROCCIA MADRE: UNO STUDIO A SCALA NAZIONALE	9
<b>P. Moretti, S. Vingiani, R. De Mascaldis, N. Orefice</b> CALIBRAZIONE DEL METODO FISICO DI SEPARAZIONE DELLA SOM NELLE FRAZIONI LIBERA, OCCLUSA NEGLI AGGREGATI E STABILIZZATA DAI MINERALI IN ANDOSUOLI CAMPANI.	10
<b>V. Palermo, G. Lo Papa, B. Camilli, C. Dazzi</b> INDAGINE SPAZIO-TEMPORALE SUL CONSUMO DEI SUOLI IN UNA FASCIA DI COSTA DELLA SICILIA	10
<b>S. Priori, M. Fantappiè, S. Magini, G. Bitella, E.A.C. Costantini</b> È POSSIBILE CARTOGRAFARE LA PROFONDITÀ DELL'ORIZZONTE CALCICO NEI VIGNETI TRAMITE RILEVAMENTO ARP (AUTOMATIC RESISTIVITY PROFILING)?	11
<b>L. Vittori Antisari, S. Cremonini, P. Desantis, G. Vianello</b> CICLI ANTROPEDOGENICI IN UNA CRONOSEQUENZA DALL'ETÀ DEL BRONZO AD EPOCA RINASCIMENTALE: IL CASO DI VIALE ALDINI A BOLOGNA	12
<b><u>II. Difesa del suolo: gestione e conservazione</u></b>	
<b>C. Baffi, C. Cassinari, S. Silva</b> EFFETTI DELL'USO FERTILIZZANTE DI GESSI CONCIARI SU ALCUNE PROPRIETÀ DEL SUOLO	13
<b>S. Cocco, G. Brecciaroli, M. Freppaz, G. Filippa, A. Agnelli, G. Corti</b> IMPATTO DI DIFFERENTI GESTIONI SULL'EVOLUZIONE DEL SUOLO IN AMBIENTI APPENNINICI	13
<b>F. Curtaz, G. Filippa, C. Galliani, M. Freppaz, E. Zanini</b> EFFETTO DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI SULLE CARATTERISTICHE DI SUOLI AGRARI IN VALLE D'AOSTA	14
<b>M. E. D'Amico, S. Stanchi, S. Ratto, E. Navillod, G. Filippa, M. Freppaz, E. Zanini</b> LA VULNERABILITÀ DEI SUOLI IN AMBIENTE ALPINO: L'ESEMPIO DELLA REGIONE VALLE D'AOSTA	14

	Pag.
<b>G. Filippa, L. Celi, M. Freppaz, G. Buffa, E. Rivella, E. Zanini</b> CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DELL'ACQUA INTERSTIZIALE IN RELAZIONE ALLA DISTRIBUZIONE DELLA VEGETAZIONE IN DUE TORBIERE ALPINE	15
<b>A. Lagomarsino, G. de Dato, P. De Angelis, A. Maienza, S.R. Stazi</b> Risposta del sistema radici-suolo all'impianto di specie arbustive in ambiente mediterraneo	16
<b>L. Sciubba, L. Cavani, C. Marzadori, C. Ciavatta</b> Effetto di un biosolido derivante da fanghi urbani di depurazione sulla fertilità del suolo	17
 <b><u>III. Domani del suolo: sostenibilità ambientale</u></b>	
<b>M.C. Andrenelli, S. Magini, L. Natarelli, N. Vignozzi, A. Agnelli, P. Bucelli, S. Pellegrini, S. Priori, E.A.C. Costantini</b> APPLICAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE IN VITICOLTURA DI PRECISIONE	18
<b>A. Bonfante, A. Basile, F. De Lorenzi, R. De Mascellis, F. Terribile, M. Menenti</b> LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEL FUTURO NELLE AREE IRRIGUE: VARIABILITÀ PEDOLOGICA E CAMBIAMENTI CLIMATICI. UN CASO STUDIO ITALIANO ALLA SCALA LOCALE	18
<b>M. Castellini, D. Ventrella, D. De Giorgio</b> VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ FISICA DEL SUOLO IN UN MANDORLETO DEL SUD ITALIA	19
<b>R. Contillo</b> IL SUOLO COME SISTEMA COMPLESSO?	19
<b>C. Dazzi, G. Lo Papa, I. Poma</b> LA VALUTAZIONE DEI SUOLI PER SCOPI UMANITARI: L'ESEMPIO DELLA REGIONE DI PIURA, PERÙ	20
<b>G. Falsone, C. A. Wilson, E. Bonifacio</b> FORM AND STABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER: AN INTEGRATION OF IMAGE ANALYSIS AND SEM-EDS TECHNIQUES WITH NaClO OXIDATIVE METHOD OF SOIL THIN SECTIONS	21
<b>R. Francaviglia, R. Riviaccio, A. Marchetti, B. Pennelli, V. Barbera</b> VALUTAZIONE DI UN AGRO-ECOSISTEMA COSTIERO DEL LAZIO	21
<b>M. Martin, J. Hossain, E. Barberis, E. Bonifacio</b> DINAMICHE DELL'ARSENICO NEI SUOLI DELLE PIANURE ALLUVIONALI DEI FIUMI GANGE E MEGHNA, BANGLADESH	22
<b>D. Pizzeghello, A. Berti, S. Nardi, F. Morari</b> FORME DI FOSFORO E PROPRIETÀ ADSORBENTI IN TRE SUOLI ALCALINI DOPO FERTILIZZAZIONE MINERALE ED ORGANICA DI LUNGO PERIODO	23
<b>C. Zucca, S. Madrau, C. Cucca, F. Fava, S. Campus, R. Scotti</b> IL PROGETTO PRACTICE: VALUTAZIONE INTEGRATA DEGLI INTERVENTI DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE. IL CASO DI STUDIO DEGLI INTERVENTI FORESTALI DI PULA (CA)	23
 <b><u>IV. Qualità del suolo e resilienza</u></b>	
<b>F. Alianiello, M. G. Mascia</b> INCUBAZIONE DI TERRENI CON AGGIUNTE DI SOSTANZE PURE: LE INFORMAZIONI OTTENUTE MEDIANTE CONTENUTO IN CARBONIO ORGANICO E PARAMETRI DI UMIFICAZIONE PER LA COMPrensIONE DEI PROCESSI DI UMIFICAZIONE NEL TERRENO	25
<b>G. Bragato, E. Tomat, F. Fornasier</b> LE AREE PRODUTTIVE DI <i>TUBER MAGNATUM</i> MANIFESTANO SIGNIFICATIVE DIFFERENZE DI ATTIVITÀ ENZIMATICHE DEL SUOLO	25
<b>B. Camilli, M. T. Dell'Abate, S. Mocali, C. Dazzi</b> RISULTATI PRELIMINARI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA E DELLA DIVERSITÀ MICROBICA IN SUOLI ANTROPOGENICI DI AMBIENTE IPERARIDO	26
<b>S. Landi, R. Piccolo, S. Simoncini, R. Pastorelli</b> CARATTERIZZAZIONE MOLECOLARE DELLA COMUNITÀ MICROBICA COINVOLTA NEL CICLO DEL CARBONIO IN AREE E SISTEMI GESTIONALI DIVERSI	26

1 .  
2 .

## LA DIMENSIONE DEL SUOLO

### C. Dazzi

*Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA),  
Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze  
13, 90128, Palermo, dazzi@unipa.it*

I suoli rappresentano dei sistemi complessi per i quali è possibile individuare e definire un insieme di aspetti o, se vogliamo, dimensioni che attengono non solo la sfera della realtà fisica, ma anche quella astratta o figurativa.

Il concetto di dimensione, nella sua accezione reale, indica “*l'estensione di un corpo sia in volume che in superficie*”.

Ne consegue che, in quest'ottica considerata, la dimensione del suolo concerne i suoi aspetti squisitamente fisici e spaziali.

In senso astratto e/o figurato tuttavia, il significato di “dimensione” esprime “*una situazione spirituale, specialmente riguardo alla espressione artistica che può suggerire o al mondo stilistico in cui si configura*”.

Ecco allora che il concetto di dimensione riferito al suolo si amplia e se consideriamo che il suolo rappresenta la frontiera iniziale e finale delle attività dell'uomo, l'alfa e l'omega della sua vita, accanto ad una dimensione di tipo fisico e spaziale, dobbiamo considerare tutta una serie di “dimensioni del suolo” che lo legano alle più varie e diverse attività dell'uomo.

Pertanto di volta in volta, per il suolo si può definire:

- ✓ una dimensione fisica
- ✓ una dimensione chimica
- ✓ una dimensione spaziale
- ✓ una dimensione cronotopica
- ✓ una dimensione produttiva
- ✓ una dimensione economica
- ✓ una dimensione ecologica
- ✓ una dimensione pubblica
- ✓ una dimensione privata
- ✓ una dimensione amministrativa
- ✓ una dimensione legislativa
- ✓ una dimensione sociale
- ✓ una dimensione culturale
- ✓ una dimensione religiosa
- ✓ una dimensione artistica
- ✓ una dimensione letteraria
- ✓ una dimensione estetica
- ✓ una dimensione onirica
- ✓ una dimensione forense
- ✓ una dimensione etnologica
- ✓ una dimensione antropologica
- ✓ una dimensione salutistica
- ✓ una dimensione figurativa
- ✓ una dimensione pubblicitaria

In questa nota vengono considerate ed illustrate le “dimensioni” del suolo meno consuete e/o più singolari e che si rifanno alla dimensione cronotopica; economica; ecologica; sociale, culturale; estetica; pubblicitaria; artistica; religiosa; salutistica; letteraria; etnologica ed antropologica.

	Pag.
<b>V. A. Laudicina, L. Badalucco, A. Indorante, E. Palazzolo</b> STABILITÀ DELLA COMUNITÀ MICROBICA DI SUOLI BOSCHIVI DOPO RISCALDAMENTO ED INUMIDIMENTO CONTROLLATI	27
<b>S. Madrau, C. Zucca, A. Soro, S. Kapur</b> CARATTERIZZAZIONE MICROMORFOLOGICA DI UN SUOLO AD OLIVETO SU TYPIC RHODOXERALS. PEDOGE- NESI E PEDOTURBAZIONI	28
<b>A. Maienza, A. Benedetti, S. Grego, M.T. Dell'Abate</b> ATTIVITÀ MICROBICA DI UN SUOLO MEDITERRANEO TRATTATO CON EFFLUENTE ZOOTECNICO ADDIZIONATO CON ANTI NITRIFICANTE	28
<b>S. Mocali, A. Santori, B. Felici, M. Barba, S. Landi, A. Benedetti, A. Infantino</b> EFFICACIA DELLA BIOFUMIGAZIONE CON <i>BRASSICA JUNCEA</i> NEL CONTROLLO DEL "MAL DEL PIEDE" DEL FRUMENTO ED EFFETTI SULLA DIVERSITÀ MICROBICA DEL SUOLO	29
<b>R. Pastorelli, R. Piccolo, S. Simoncini, S. Landi</b> NUOVI PRIMER PER LA CARATTERIZZAZIONE MOLECOLARE DELLA COMUNITA' DI BATTERI RIDUTTORI DEL NITRATO DEL SUOLO	30
<b>A. Pignataro, M. C. Moscatelli, S. Mocali, S. Grego, A. Benedetti</b> . INDAGINE PRELIMINARE SULLA DIVERSITÀ MICROBICA DEL SUOLO: EFFETTO DEL SUBSTRATO PEDOGENE- TICO	30
<b>L. Vittori Antisari, G. Falsone, S. Carbone, G. Vianello</b> INTERVENTO DI CONVERSIONE PER SCOPI PRODUTTIVI DI UN CASTAGNETO SPERIMENTALE: EFFETTI NEL BREVE TERMINE SULLA FERTILITÀ DEL SUOLO E TURNOVER DELLA SOSTANZA ORGANICA	31
<b>S. Bacchi, A. Buscaroli, L. Paladin, D. Zannoni, A. Pasteris</b> INDAGINE SUI MICROARTROPODI E SULLA QUALITÀ BIOLOGICA DEI SUOLI DELLA PINETA DI SAN VITALE (RAVENNA): PRIMI RISULTATI	32
 <b><u>V. Risanamento e conservazione del suolo</u></b>	
<b>S. Baiano, L. Morra</b> EFFETTI DI AMMENDAMENTI QUADRIENNALI CON COMPOST SULLA STRUTTURA DEGLI AGGREGATI DEL SUO- LO E SUL LORO CONTENUTO IN CARBONIO ORGANICO IN DUE TERRENI DESTINATI A COLTURE ORTICOLE.	33
<b>C. Bini, S. Fontana, M. Gallo, M. Wahsha, D. Zilioli</b> LIVELLI DI FONDO DI ELEMENTI IN TRACCIA IN SISTEMI TERRAZZATI DELL'ITALIA SETTENTRIONALE	33
<b>L. Emili, C. Macci, S. Doni, G. Masciandaro, S. Marinari, S. Grego, B. Ceccanti</b> FITORISANAMENTO DI UN SITO EX-DISCARICA: VARIAZIONI DELLA QUALITÀ DEL SUOLO	34
<b>S. Fontana, C. Bini, M. Wahsha, M. Bullo</b> FLUSSO DI ELEMENTI NEL SUOLO E TRASFERIMENTO A PIANTE DI USO ALIMENTARE. CASO DI STUDIO: <i>TRITI- CUMAESTIVUM</i> L.	34
<b>A. Galvez, T. Sinicco, M.L. Cayuela, M.D. Mingorance, F. Fornasier, C. Mondini</b> UTILIZZO DI RESIDUI ORGANICI PER IL RECUPERO DEL SUOLO E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	35
<b>C. E. Gattullo, E. Loffredo, A. Traversa, N. Senesi</b> FITODECONTAMINAZIONE DEL SUOLO E DI SISTEMI ACQUOSI DA COMPOSTI DISTRUTTORI ENDOCRINI	36
<b>G. Lo Papa, A. Granata, S. Marino, V. Palumbo, C. Dazzi</b> LA RETE DI MONITORAGGIO DEI SUOLI AI FINI AMBIENTALI DELLA SICILIA	36
<b>R. Marabottini, S. Grego, L. Piacentini, M.C. Moscatelli, S.R. Stazi</b> MISURAZIONE DEL CONTENUTO DI ARSENICO IN SUOLI SOGGETTI AD INQUINAMENTO ANTROPICO: METODI ANALITICI A CONFRONTO	37
<b>L. Vittori Antisari, S. Carbone, A. Fabrizi, A. Gatti, G. Vianello</b> BIODISPONIBILITÀ DI NANOPARTICELLE "INGEGNERIZZATE" NEL SUOLO	37

1  
2  
3  
4  
5

## STABILIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA IN SUOLI A DIVERSO GRADO DI PODZOLIZZAZIONE

E. Bonifacio<sup>1</sup>, G. Falson<sup>2</sup>, S. Marinari<sup>3</sup>,  
D. Said-Pullicino<sup>1</sup>, L. Celi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Torino, DIVAPRA, via L. da Vinci 44, Grugliasco

<sup>2</sup> Università di Bologna, DISTA, via Fanin 40, Bologna.

<sup>3</sup> Università della Tuscia, Dip.to di Agrobiologia e Agrochimica, via S. Camillo de Lellis, Viterbo.

La stabilizzazione della sostanza organica del suolo è legata a meccanismi chimici e chimico-fisici che la rendono meno facilmente attaccabile dai microrganismi. Con la podzolizzazione si assiste all'incremento del carbonio organico degli orizzonti profondi, grazie alla migrazione di complessi organo-metallici. In tali orizzonti, la sostanza organica risulta tipicamente più stabile, sia per la minore attività microbica rispetto ad orizzonti più superficiali, sia per le forti interazioni che si stabiliscono tra composti organici e fasi minerali. Poiché la presenza dei diversi orizzonti genetici negli Spodosuoli (Bs, Bhs, Bsm) rappresenta successive fasi di sviluppo con variazioni nel rapporto C/metallo, è lecito aspettarsi che i meccanismi di stabilizzazione assumano un peso diverso in funzione della fase pedogenetica. Per verificare questa ipotesi sono stati selezionati gli orizzonti B di suoli a diversa intensità di podzolizzazione: dal Bw di uno Spodic Dystrudept al Bsm di un Placic Cryaquod; i campioni sono stati sottoposti ad ossidazione con NaClO e demineralizzazione con HF. Il metodo permette di suddividere la SOM in 3 frazioni: ossidabile, stabilizzata per interazione con i minerali e chimicamente recalcitrante. Le ossidazioni chimiche sono state effettuate a due diverse concentrazioni di NaClO (6 e 1%) e confrontate con una ossidazione biologica valutata in termini di respirazione potenziale. L'ossidazione con NaClO 6% è risultata molto esaustiva, rimuovendo percentuali di C sempre superiori al 78% senza relazioni evidenti con l'intensità della pedogenesi. La frazione stabilizzata raggiunge valori pari al 10% nel caso del Bsm e quella recalcitrante è massima negli orizzonti dei suoli meno evoluti. Risultati più interessanti si ottengono impiegando l'ossidante in condizioni più blande: la frazione ossidabile varia da valori medi del 50% nei B dei suoli meno evoluti al 34% nel Bsm. Lo stesso trend è evidenziabile dalle cinetiche di ossidazione biologica con valori percentuali del carbonio potenzialmente mineralizzabile comprese tra 1.7 e 4.1%. La sta-

bilizzazione per interazione tra composti organici e fasi minerali riflette bene il procedere della podzolizzazione: varia infatti dal 27 al 56% secondo l'ordine Spodic Dystrudept, Typic Haplocryod, Placic Cryaquod. Con il procedere della podzolizzazione, si assiste quindi ad una sempre maggiore stabilizzazione chimico-fisica della sostanza organica nell'orizzonte B, che culmina con la formazione dell'orizzonte cementato. La stabilizzazione per recalcitranza chimica risulterebbe di qualche entità solamente nelle prime fasi. La frazione ossidabile chimicamente è sempre piuttosto elevata, ma solo una minima percentuale è biologicamente ossidabile, confermando ulteriormente la stabilizzazione ad opera di interazioni organo-minerali.

**Parole chiave:** Pedogenesi, Interazioni organo-minerali, Ossidazione chimica e biologica

\*\*\*\*\*

## PROCESSI ANTROPEDOGENICI ED IMPLICAZIONI TASSONOMICHE IN SUOLI EVOLUTI DA HUMAN TRANSPORTED MATERIALS NELL'AREA INDUSTRIALE DI OTTANA-BOLOTANA (SARDEGNA CENTRALE)

G. F. Capra<sup>1\*</sup>, E. Grilli<sup>2</sup>, E. Cabula<sup>1</sup>,  
S. Vacca<sup>1</sup>, A. Buondonno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche – Università degli Studi di Sassari

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali - Seconda Università degli Studi di Napoli (Caserta)

\*email: pedolnu@uniss.it; tel: +39 0784/214948; fax +39 0784/205292

Lo sviluppo del distretto industriale petrolchimico di Ottana-Bolotana (Sardegna centrale) ha portato, nei primi anni settanta, alla formazione di suoli antropogenici con conseguente consistente modifica dei pedopaesaggi originari. Le principali trasformazioni sono derivate da imponenti opere di sbancamento, riporto e livellamento/spianamento delle preesistenti coperture pedologiche (prevalentemente Alfisuoli). I risultanti Human Transported Materials (HTMs) sono stati spesso rimescolati con differenti tipologie di manufatti di origine civile ed industriale. Obiettivo principale della presente ricerca è quello di analizzare i processi antropogenici che hanno caratterizzato l'evoluzione di tali HTMs nel corso negli ultimi quaranta anni, valutare le problematiche connesse con la loro classificazione secondo la Soil Taxonomy, nonché rilevare le possibilità di collocazione dei suoli antropogenici indagati all'interno di nuove proposte tassonomiche. La

ricerca mostra come i processi antropogenici indagati hanno portato ad un evidente disturbo dei suoli originari con conseguente aploidizzazione del profilo ed omogeneizzazione delle caratteristiche fisico-chimiche attualmente rilevabili. I suoli antropogenici investigati mostrano tipicamente un profilo  $A_{up}-C_u-B_{tb}$ , una struttura generalmente poco sviluppata, la presenza di “anthropogenic features” ed un contenuto in manufatti compreso tra il 20 ed il 35%. La classificazione permette di rilevare un chiaro shift tassonomico, ovvero dagli originari Alfisuoli agli attuali Entisuoli. I pedons indagati si caratterizzano infatti per la contemporanea presenza di un “mantello”, classificabile come Alfic Xerarents, e di un sottostante suolo sepolto (Palexeralfs ed Haploxeralfs). Tale collocazione tassonomica risulta comunque fortemente inadeguata nel caratterizzare le peculiari caratteristiche dei suoli antropogenici indagati. Per tali ragioni, vengono comparate e criticamente discusse differenti proposte tassonomiche avanzate a livello internazionale per la classificazione dei suoli antropogenici a differenti livelli gerarchici.

**Parole chiave:** *Antropedogenesi, HTM, Anthro-sol*

\*\*\*\*\*

## PEDOGENIC CARBONATE $\delta^{13}C$ AND ENVIRONMENTAL PRECIPITATION CONDITIONS.

M. Catoni<sup>1</sup>, H. Curtis Monger<sup>2</sup>, E. Bonifacio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIVAPRA – Chimica Agraria e Pedologia, Università di Torino, Via L. da Vinci, 44 10095 Grugliasco, Italy.

<sup>2</sup>Dipartimento of Plant and Environmental Science, MSC 3Q, New Mexico State University, P.O. Box 30003, Las Cruces, NM 88003-8001, United States.

Carbonates are important constituents of many soils throughout the world; they may be extremely useful for paleoenvironmental reconstructions. The pedogenic carbonate  $\delta^{13}C$  value is closely related with the soil  $CO_2$  present at the time of calcite precipitation, and the soil  $CO_2$  isotopic composition reflects that of organic matter ( $\delta^{13}C_{SOM}$ ) and plant respiration, because the amount of carbon dioxide from microbial decomposition of soil organic matter and plant respiration is orders of magnitude greater than the other sources. The  $\delta^{13}C_{SOM}$  is in turn controlled by the biomass contributions from  $C_3$  and  $C_4$  plants. The mean values of  $-27$  and  $-13$  ‰ re-

spectively, are normally used to estimate the percentage of plant types present during the precipitation of the pedogenic carbonate. However, further indications may be obtained when the isotopic signature of actual plants is considered too. The aim of this work was the evaluation and interpretation of environmental conditions at the time of calcite precipitation, in terms of vegetation, in soils which sharply differ in age, thus have formed in different climates. The soils were selected in the northern Chihuahua Desert, near Las Cruces (NM). Two of them are located on Late Pleistocene surfaces and showed a petrocalcic horizon (Bkm), the other site was younger, dating from Holocene, having only a Bk horizon. The material was sampled from the horizon of maximum carbonate expression. The current vegetation was the same at all sites and included both  $C_3$  and  $C_4$  plants, which were collected and analysed for the carbon isotope signature, as well. The pedogenic carbonate isotopic ratios showed  $-3.1$  and  $-3.7$  ‰ values for the older carbonates and  $-4.52$  ‰ for the  $CaCO_3$  from Bk horizon. These carbonate  $\delta^{13}C$  were used to estimate the  $\delta^{13}C_{SOM}$  and the plants percentage at the time of precipitation. Although the results changed as a function of the selected temperature for carbonate equilibrium fractionation, when the plants mean  $\delta^{13}C$  were taken into account a higher proportion of  $C_4$  plants was found at Bkm precipitation time, in agreement with paleoenvironmental changes. When instead the  $\delta^{13}C$  values of actual species were considered, the proportion of  $C_3$  and  $C_4$  plants was similar at all sites, thus not in agreement with paleoclimatic data. Consequently, the results may indicate that the variations through the ages were not only related to the proportion of  $C_3$  and  $C_4$ , but involved changes in plants species with respect to the actual ones.

**Keywords:** *stable C isotope; C3 C4 vegetation; paleoenvironment.*

\*\*\*\*\*

## INFLUENZA DELLA SOSTANZA ORGANICA SULLA RISPOSTA SPETTRALE DEI SUOLI DELLA VALCHIAVENNA

C. Colombo<sup>1</sup>, P. Palumbo<sup>1</sup>, R Comolli<sup>2</sup>, A. Castrignanò<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dip. Scienze Animali Vegetali e dell'Ambiente, Università del Molise, Via De Sanctis Campobasso, 86100 Italy, [colombo@unimol.it](mailto:colombo@unimol.it)

<sup>2</sup> Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio – Università degli Studi Milano Bicocca

<sup>3</sup> C.R.A - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli

*Ambienti Caldo-aridi, Via Celso Ulpiani, 5, 70125  
Bari*

È stato realizzato uno studio per investigare le interazioni esistenti tra proprietà chimiche del suolo e la sua risposta spettrale nella regione dell'ultravioletto e del visibile. Esistono pareri contrastanti riguardo l'influenza della sostanza organica sulla risposta spettrale del suolo. Questo studio, attraverso nuove tecniche di parametrizzazione degli spettri (normalizzazione) ha cercato di mettere in evidenza l'influenza della sostanza organica sulla risposta spettrale del suolo. In questa ricerca si riportano i dati preliminari ottenuti analizzando le bande di riflessione ottenute tra 250 e 700 nm caratteristiche dell'UV e della regione del visibile. Le misure di riflettanza diffusa sono state realizzate con l'ausilio di uno spettrofotometro equipaggiato con un sfera di integrazione. Gli spettri di riflettanza sono stati quindi parametrizzati utilizzando la tecnica della derivata seconda, alle rispettive funzioni di Kubelka-Munk. In particolare è risultato che l'intensità delle bande di riflessione a lunghezza d'onda a 360, 390, 440, 510, 540, 570, 660, e 680 nm sono risultate correlate con alcune proprietà chimiche dei suoli della Valchiavenna ed in particolare dei Podzol. In particolare è risultata interessante la correlazione ( $r=-0,458$ ) tra l'alluminio estratto in ossalato ammonico (Al<sub>o</sub>) e la lunghezza della banda di riflessione a 440 nm. Il contenuto di sostanza organica è risultato positivamente correlato con la banda a 680 nm ( $r=0,740$ ). Questo risultato è stato osservato anche in altri lavori scientifici, con la presenza di tre bande di assorbimento molto evidenti posizionate nel vicino infrarosso a circa 1400, 1900 e 2200 nm. E' da aggiungere che nei Podzol, similmente a quanto accade anche negli Andisol la sostanza organica si accumula in orizzonti A che a seconda delle condizioni ambientali presentano un contenuto di carbonio organico elevato (variabile tra 5 e 25%). Anche le bande nel VIS hanno mostrato alcune interessanti correlazioni: infatti il ferro estratto in ossalato (Fe<sub>o</sub>) è risultato negativamente correlato con la banda a circa 540 nm ( $r=-0,328$ ). L'analisi delle correlazioni lineari tra il contenuto di sostanza organica e le bande di riflessione hanno evidenziato significative correlazioni nella regione UV-VIS e ciò suggerisce che in questa porzione dello spettro possono essere estratte molteplici informazioni riguardo le altre proprietà chimiche e mineralogiche di questi suoli. L'analisi delle correlazioni lineari e l'impiego di tecniche statistiche multivariate, quali PCR e PLSR, tra il contenuto di sostanza organica e le

bande di riflessione hanno evidenziato significative relazioni nella regione dell'UV-VIS, che potrebbero essere interpretate come proprietà chimiche e mineralogiche specifiche di questi suoli, come la correlazione fra i contenuti di ferro ed alluminio estratti con ossalato ammonico. Tali risultati sono stati rapportati alla sostanza organica evidenziandone la sua sostanziale influenza non solo sugli ossidi amorfi di ferro e di alluminio ma anche su altre proprietà di questi suoli.

**Parole chiave:** spettrofotometria di riflettanza diffusa, sostanza organica, podzolizzazione

\*\*\*\*\*

## RELAZIONE TRA VARIABILITÀ SPAZIALE E CONTENUTO DI NITRATI NEI SUOLI AGRICOLI DEL MOLISE

C. Colombo<sup>1</sup>, P. Palumbo<sup>1</sup>, D. Sollitto<sup>2</sup>,  
A. Castrignano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dip. Scienze Animali Vegetali e dell'Ambiente, Università del Molise, Via De Sanctis Campobasso, 86100 Italy, [colombo@unimol.it](mailto:colombo@unimol.it)

<sup>2</sup> C.R.A - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti Caldo-aridi, Via Celso Ulpiani 5,70125 Bari

In questa ricerca è stata effettuata un'indagine sul contenuto di nitrati nei suoli agricoli nel Molise a diverso uso del suolo. La ricerca è stata effettuata in un'area nel Comune di Venafro dichiarata Area Vulnerabile da Nitrati (AVN) dalla Regione Molise con D.G.R. n.1023/2006 secondo il piano di Tutela delle Acque. Le acque dei pozzi localizzati nell'area in esame risultano avere concentrazioni di nitrati leggermente superiori al limite di 50 mg/L secondo il DL 152/06 di recepimento della Direttiva Nitrati. Le proprietà pedologiche prese in considerazione in questo studio sono: granulometria, CSC, sostanza organica, contenuto di azoto totale, nitrati estraibili e rapporto C/N. Il data set è di 63 punti di campionamento localizzati in aziende agricole presenti nel comune di Venafro. Le aziende campionate sono state oggetto di raccolta di informazioni sugli ordinamenti colturali effettuati e sulle tecniche agronomiche. I risultati preliminari hanno messo in evidenza che per quanto riguarda le forme di azoto nel suolo (azoto totale e nitrico), la maggioranza dei suoli dell'area di studio presenta un contenuto di azoto che è variato tra 0.80 e 3.60%, indicando che tali suoli sono mediamente dotati di azoto, mentre la concentrazione di nitrati nei suoli è variata tra 5.56 e 300 mg/kg, indicando una forte variabilità ed un serio rischio di perdita nelle falde di azoto nitrico. E' stata applicata un'analisi geostatistica multivariata, previa una trasfor-

maione gaussiana delle variabili, al fine di calcolarne l'incertezza della stima. All'insieme dei variogrammi diretti e incrociati delle 8 variabili gaussiane è stato adattato un modello lineare di coregionalizzazione, comprendente le seguenti strutture spaziali comuni: un nugget effect, un modello cubico con range di 800 m e un modello sferico con range di 3000 m. Dall'analisi degli autovalori è risultato che la varianza spaziale totale può essere scomposta in tre componenti spaziali approssimativamente di ugual peso, con una leggera prevalenza della variabilità a 800 m. Mentre SOM e la tessitura dominano la variazione a lungo raggio, CSC ed il rapporto C/N controllano la variazione a 800 m. I nitrati sono caratterizzati da una variabilità a corto raggio (800 m), oltre che da una elevata componente erratica, non strutturata. Le correlazioni spaziali dei nitrati con le altre variabili sono risultate non significative, tranne quelle attese e positive con SOM e N tot anche se piuttosto basse. L'applicazione del cokriging e la successiva trasformazione inversa delle variabili gaussiane stimate alle variabili originarie hanno prodotto le mappe tematiche delle 8 variabili, su cui è possibile fare le seguenti considerazioni. E' evidente un gradiente nella tessitura, con ampie zone a SE e NW caratterizzate da granulometria più fine ed un'ampia area centrale con valori più elevati di nitrati, SOM e N totale. Un'analisi dell'incertezza della stima dei nitrati ha portato al calcolo dell'intervallo fiduciario al livello di probabilità del 95% e alla produzione della mappa relativa, che risulta particolarmente utile nel delimitare le aree particolarmente vulnerabili. Dai dati di questo studio appare che l'elevata concentrazione di nitrati riscontrata in poche aziende potrebbe essere messa in relazione alla diversa gestione dei fertilizzanti ed alle tecniche di distribuzione.

**Parole chiave:** variabilità spaziale del suolo, contaminazione da nitrati, geostatistica

\*\*\*\*\*

## **INDAGINE SPAZIO-TEMPORALE DELL'IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLE VARIAZIONI DI CARBONIO ORGANICO NEI SUOLI ITALIANI DAL 1961 AL 2008**

**M. Fantappiè, G. L'Abate, E.A.C. Costantini**

*CRA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia del Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Firenze, Italia*

La valutazione delle variazioni di carbonio organico del suolo (SOC) nello spazio e nel tempo è

parte della strategia tematica europea per la protezione del suolo e rientra nella generale valutazione del ciclo della CO<sub>2</sub>. Gli autori hanno indagato nel 2009 gli effetti dei fattori della pedogenesi sulle variazioni di SOC dei suoli italiani, nello spazio e nel tempo (ultimi 3 decenni), senza considerare l'effetto climatico, che è stato invece inserito nel presente studio. La fonte di dati per il SOC è stata la Banca Dati dei Suoli d'Italia: 17,817 osservazioni (3082 prima e 14,735 dopo il 31/12/1990). Si è considerato il SOC (dag kg<sup>-1</sup>) entro i primi 50 cm, calcolando la media ponderata rispetto alla profondità per ogni osservazione. Il SOC analizzato con Walkley-Black è stato trasformato nello standard ISO. La Banca Dati Climatica Italiana del CRA-CMA è stata la fonte per i dati di temperatura media annua dell'aria (MAT) e precipitazioni medie annue (MAP). Le MAT e MAP dei periodi 1961-1990 e 1991-2006 sono state interpolate sul territorio italiano con *regression kriging*, con latitudine e altitudine come variabili predittive. Fra i due periodi si è riscontrato un generale incremento delle MAT e una generale diminuzione delle MAP con qualche eccezione localizzata. Il modello di regressione lineare multipla fra SOC e i fattori della pedogenesi sviluppato nel 2009 è stato ripreso e modificato in parte sostituendo l'effetto del tempo in interazione con gli usi del suolo (modello 1), con l'effetto delle variabili MAT e MAP interazione con gli usi del suolo (modello 2). Entrambi i modelli sono risultati poco precisi (multiple R-squared=0.26-0.27; RMSE=1.42; Io-A=0.61), ma il primo è risultato molto accurato predicendo con esattezza i valori medi di SOC nei 2 periodi nei diversi usi del suolo, il secondo è risultato invece non accurato: le variazioni di SOC spiegate con il modello 2 erano sempre inferiori a quelle osservate e sono risultate non significative negli usi forestali. Un indice di impatto del cambiamento climatico sul SOC è stato calcolato come rapporto percentuale fra le variazioni di SOC stimate col modello 2 e quelle stimate col modello 1 ed è stato interpolato su tutto il territorio nazionale. L'impatto medio è risultato dell'11.6 % nelle foreste, del 16.8 % negli usi agricoli e del 34.5 % nei pascoli. L'impatto maggiore si è avuto nei pascoli e negli usi agricoli con diminuzioni di MAP<100 mm/y e incrementi di MAT>0.62 °C.

**Parole chiave:** temperature, precipitazioni, ciclo della CO<sub>2</sub>, regressione lineare multipla, regression kriging.

## **AGRICOLTURA SUPERINTENSIVA, PEDOTECNICHE E PEDODIVERSITÀ IN UN'AREA DELLA SICILIA MERIDIONALE**

**G. Lo Papa, V. Palermo, C. Dazzi**

*Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA),  
Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze  
13, 90128, Palermo, lopapa@unipa.it, palermo@unipa.it, dazzi@unipa.it.*

L'agricoltura superintensiva comporta in alcuni casi l'utilizzo di pedotecniche che modificano il suolo in maniera irreversibile dando origine a "nuovi" suoli che, dal punto di vista tassonomico, hanno richiesto da parte dei pedologi l'introduzione di nuovi criteri e concetti necessari per il loro rilevamento e classificazione. Quando l'uomo interviene in maniera estremamente incisiva sulla pedogenesi, di fatto i suoli vengono profondamente alterati perdendo le proprie caratteristiche e funzioni originarie che erano frutto della combinazione dei fattori pedogenetici naturali. Tali suoli, conosciuti e classificati come suoli antropogenici (o tecnogenici, in dipendenza delle loro caratteristiche), rappresentano nella moderna agricoltura un nuovo ed efficiente mezzo di produzione che riesce a garantire redditi molto elevati. La repentina e relativamente recente diffusione nel tempo e nello spazio di questi suoli non è stata tuttavia accompagnata da una valutazione obbiettiva degli effetti che queste trasformazioni hanno sull'ecosistema.

Alcune aree della Sicilia, particolarmente vocate per la produzione viticola, sono state interessate negli ultimi 50 anni da una profonda trasformazione verso nuovi sistemi intensivi per la produzione di uva da tavola, che ha soppiantato i tradizionali usi. Tali trasformazioni, realizzate su vasta scala per mezzo di particolari pedotecniche, hanno portato nel tempo alla diffusione di suoli antropogenici con conseguenti modificazioni del pedopaesaggio.

Questo studio prende in considerazione un'area rappresentativa della Sicilia meridionale dove l'agricoltura superintensiva su vasta scala sin dalla fine degli anni '60 ha portato alla trasformazione della maggior parte dei suoli naturali in suoli antropogenici. In particolare, per mezzo di rilevamenti pedologici, dell'analisi sulle dinamiche di cambiamento dell'uso del suolo e di modelli di analisi spazio-temporale, sono stati analizzati gli effetti che la diffusione dei suoli antropogenici ha avuto sulla diversità del pedopaesaggio fino ad oggi e che potrebbe avere nel futuro prossimo. Lo studio evidenzia anche altri effetti di degrado sul suolo e sull'ambiente, associati all'utilizzo delle

pedotecniche ed alla attività viticola intensiva, che richiederebbero ulteriori indagini ed attenzioni.

*Parole chiave: Pedotecnica, suoli antropogenici, analisi spazio-temporale, pedodiversità, sostenibilità ambientale.*

\*\*\*\*\*

## **I SUOLI MONTANI ITALIANI ED IL LORO RAPPORTO CON LA ROCCIA MADRE: UNO STUDIO A SCALA NAZIONALE**

**A. Mileti, M. Iamarino, F. Terribile,  
S. Vingiani**

*DISSPAPA, Università di Napoli Federico II*

Recenti evidenze indicano che negli ecosistemi montani italiani vi siano suoli molto più omogenei di quanto si pensasse così come evidenziato dalle loro principali proprietà morfologiche, chimiche e fisiche (Iamarino e Terribile, 2008) e che essi sono associati ad aree ad alta produttività primaria (Iamarino, 2005). Nonostante tale importanza spaziale, funzionale ed ecosistemica, si rileva che non si conosce ancora nulla sul perché questi suoli siano presenti su ampie superfici del territorio montano italiano e soprattutto non si comprende la loro genesi. In particolare non è neanche chiaro se essi si siano sviluppati a partire (i) da diverse rocce parentali in condizioni pedoclimatiche particolari, (ii) o piuttosto da ceneri vulcaniche delle grandi eruzioni pliniane (ad es. Ignibrite Campana, Tufo Giallo Napoletano, Lipari) che hanno ricoperto gli ecosistemi vulcanici italiani (iii) o ancora da sedimenti eolici (loess) prodotti dalle grandi glaciazioni del Quaternario a variamente ri-distribuiti sul territorio montano italiano. L'obiettivo generale di questo lavoro è quello di tentare di comprendere i rapporti che legano il suolo di ambiente montano al suo substrato e se/quanto quest'ultimo è effettivamente la sua roccia parentale. Nel caso specifico dei materiali parentali vulcanici, si vuole anche individuare il distretto vulcanico di provenienza.

Per perseguire quest'obiettivo sono stati descritti, campionati ed analizzati 41 profili di suolo in diversi ecosistemi montani italiani non vulcanici. Sui campioni di suolo, oltre alle principali analisi chimiche e fisiche, sono state effettuate analisi delle curve granulometriche (laser), analisi della suscettibilità magnetica ed analisi geochemiche su 38 elementi (ICP-MS). Su alcuni suoli rappresentativi sono state effettuate analisi mineralogiche (XRD) e sono stati analizzati, ove presenti, frammenti di vetri vulcanici con tecniche SEM-EDS. I risultati di queste indagini sembrano indi-

care l'importanza di un approccio analitico integrato alla problematica e l'evidenza che nei territori montani italiani esiste un complesso mosaico di situazioni locali dove la diversità tra suolo e substrato è spesso molto importante così come la presenza di sedimenti eolici. Il lavoro evidenzia inoltre la grande diversità geochimica e di roccia parentale tra i suoli degli ecosistemi montani non vulcanici italiani degli ambienti meridionali e centro-meridionali rispetto a quelli settentrionali centro-settentrionali.

**Parole chiave:** *suoli montani, parent material, granulometria*

\*\*\*\*\*

#### **CALIBRAZIONE DEL METODO FISICO DI SEPARAZIONE DELLA SOM NELLE FRAZIONI LIBERA, OCCLUSA NEGLI AGGREGATI E STABILIZZATA DAI MINERALI IN ANDOSUOLI CAMPANI.**

**P. Moretti<sup>a</sup>, S. Vingiani<sup>a</sup>, R. De Mascellis<sup>b</sup>, N. Orefice<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> DISSPAPA – Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II

<sup>b</sup> C.N.R.-I.S.A.FO.M. – Ercolano (NA)

Il suolo, com'è noto, rappresenta una delle più importanti riserve di carbonio: è stato stimato che in esso è immagazzinato circa il doppio del C presente in atmosfera e da 2 a 3 volte quello della biomassa vegetale degli ecosistemi terrestri (Gonzalez-Perez et al., 2004). Pertanto, la conoscenza dei processi con cui la sostanza organica (SOM) viene stabilizzata nel suolo può rappresentare uno strumento importante per l'avvio di politiche di gestione della risorsa suolo finalizzate alla limitazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Nell'ambito del Progetto PRIN 2008 "Stabilizzazione della sostanza organica e processi pedogenetici: meccanismi, dinamismo e potenzialità di accumulo nel suolo", l'unità di Napoli sta indagando i processi di stabilizzazione della SOM in una cronosequenza di Andosuoli di età compresa tra il Neolitico e l'attuale, nella pianura vulcanica tra i Campi Flegrei ed il Vesuvio (Regione Campania). Gli studi sulla stabilizzazione della SOM per interazione con la fase minerale seguono prevalentemente due approcci (chimico e fisico) di separazione delle frazioni di SOM. Vengono presentati i dati relativi alla calibrazione del metodo fisico per alcuni Andosuoli campani. Il metodo fisico prevede la separazione densitometrica dei componenti organici liberi (FPOM) da quelli occlusi negli aggregati (OPOM) e intimamente legati alla fase minerale

(MPOM) (Golchin et al., 1994), mediante liquidi pesanti (LST fastfloat) preparabili a diverse densità. La calibrazione si rende necessaria al fine d'individuare: 1) il valore di densità che meglio consente la separazione dell'FPOM dall'OPOM e MPOM; 2) l'intensità di sonicazione necessaria alla rottura degli aggregati ed alla separazione dell'OPOM. Su 2 orizzonti di suolo, 1 superficiale ed 1 sepolto, sono state testate le densità 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 g cm<sup>-3</sup>. Per ambedue i suoli analizzati, il valore di densità che meglio concilia le esigenze di recupero di materiale e il più alto contenuto % di C organico è risultato essere 1.6 g cm<sup>-3</sup>. I campioni privati dell'FPOM sono stati sottoposti a sonicazioni crescenti (da 50 a 600 J/ml) e per l'OPOM estratta con LST a densità 1.6 g cm<sup>-3</sup> sono stati determinati i contenuti % di C e N. Il suolo residuo, privato di FPOM e OPOM, è stato analizzato al granulometro laser, con un sistema Mastersizer 2000 della Malvern, al fine di verificare quali taglie di aggregati sono andate distrutte a seguito di sonicazioni con intensità crescenti.

Bibliografia: Golchin A., Oades J.M., Skjemstad J.O., Clarke P. 1994. Australian Journal of Soil Research, 32:285-309 - Gonzales-Perez J.A., Gonzalez-Vila F.J., Almendros G., Knicker H. 2004. Environment International, 30:855-870.

**Parole chiave:** *processi di stabilizzazione della SOM, Andosuoli, separazione densitometrica, aggregati di suolo*

\*\*\*\*\*

#### **INDAGINE SPAZIO-TEMPORALE SUL CONSUMO DEI SUOLI IN UNA FASCIA DI COSTA DELLA SICILIA**

**V. Palermo, G. Lo Papa, B. Camilli, C. Dazzi**

Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 13,90128 Palermo. palermo@unipa.it, lopapa@unipa.it, camilli@unipa.it, dazzi@unipa.it.

L'espressione *soil sealing*, è stata originariamente usata per indicare l'impermeabilizzazione della superficie del suolo a seguito della degradazione della struttura conseguente ad errate pratiche agronomiche o, a cause naturali. Oggi, il significato di *soil sealing* è stato esteso alla impermeabilizzazione del suolo per la presenza di diversi tipi di manufatti che comportano un "consumo di suolo" (JRC, 2010). La consapevolezza che i processi di degradazione del suolo sono molteplici, e che portano spesso ad una degradazione irreversibile dello stesso e delle sue funzioni, ha condotto la Commissione Europea ad identificare il *soil sealing* tra le principali minacce al suolo.

L'area urbanizzata oltre a sottrarre suoli all'uso agricolo o forestale, ne deprime le funzioni ecologiche. Inoltre gli scambi di energia, di acqua e gas sono limitati o ostacolati. Gli effetti negativi vanno dalla perdita di produzione vegetale e degli habitat naturali all'incremento di inondazioni, inquinamento e rischi per la salute e di conseguenza maggiori costi sociali. In questi ultimi anni sono stati realizzati molti studi e pubblicati molti report sul consumo di suolo in Italia e numerosi sono stati i gridi d'allarme lanciati sui mass media per sensibilizzare l'opinione pubblica sul fenomeno del *soil sealing*. Tuttavia, in Italia la misura del consumo di suolo è molto eterogenea in quanto i dati non sono raccolti in modo omogeneo e non sono tutti riferiti allo stesso arco temporale. Inoltre si ha una sostanziale differenza fra il consumo di suolo che si registra nell'entroterra e quello che si verifica lungo le coste ove il rapido sviluppo della urbanizzazione è associato all'aumento dell'attività turistica. Ciò è particolarmente vero anche nella regione Sicilia ove, in una delle poche aree pianeggianti è stato quantificato il consumo di suolo per *soil sealing*, sia in termini di superficie totale, che in termini di potenzialità agronomica e idoneità dei suoli allo sviluppo dell'agricoltura irrigua, fornendo così uno strumento utile alla pianificazione sostenibile del territorio nel rispetto della risorsa suolo. Dallo studio emerge che in un arco temporale di 50 anni il consumo totale dei suoli presenti è stato pari al 56% dell'intera area investigata. Ma ciò che più sconcerta è il constatare come i suoli maggiormente interessati dal *soil sealing* siano i suoli migliori e più produttivi: i suoli della 1<sup>a</sup> classe di potenzialità agronomica hanno subito un consumo pari al 74% mentre i suoli della 2<sup>a</sup> classe hanno subito un consumo pari al 79%.

**Parole chiave::** *soil sealing, consumo di suolo, analisi spazio-temporale*

\*\*\*\*\*

### **È POSSIBILE CARTOGRAFARE LA PROFONDITÀ DELL'ORIZZONTE CALCICO NEI VIGNETI TRAMITE RILEVAMENTO ARP (AUTOMATIC RESISTIVITY PROFILING)?**

**S. Priori<sup>1</sup>, M. Fantappiè<sup>1</sup>, S. Magini<sup>1</sup>,  
G. Bitella<sup>2</sup>, E.A.C. Costantini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CRA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Firenze.

<sup>2</sup> So.In.G, Strutture & Ambiente, Livorno

La conoscenza dettagliata della variabilità spaziale di alcune caratteristiche del suolo all'interno di

un vigneto è di primaria importanza per una loro gestione corretta ed economicamente vantaggiosa. In climi aridi, una cartografia dettagliata della profondità dell'orizzonte calcico, nonché della profondità del suolo, può essere di estrema importanza per programmare lavorazioni, concimazioni, irrigazioni di precisione e gestione separata della chioma. L'area di studio è situata presso alcuni vigneti dell'azienda "Villa Albius, Mezzacorona" di Acate (RG). I vigneti hanno un'estensione di circa 45 ha e sono situati su un ampio terrazzo marino calcarenitico, caratterizzato da suoli con grado d'erosione e sviluppo molto diversificato. È stato eseguito un rilevamento tramite tecnica ARP (Automatic Resistivity Profiling), strumento geofisico mobile che permette di determinare in continuo la resistività elettrica apparente (ER) del suolo (in Ohm·m). Questa tecnica indaga contemporaneamente tre livelli di profondità del suolo: 0-50 cm, 0-100 cm e 0-170 cm. Durante il rilevamento sono state effettuate 18 trivellate di controllo in punti a diverso valore di resistività, per descrivere e campionare il suolo. I dati di ER ed i dati di altitudine, misurati dal GPS dell'ARP, sono stati interpolati tramite ordinary kriging per ottenere rispettivamente le mappe di ER alle diverse profondità e il modello digitale del terreno (DEM). I dati di ER sono stati correlati con la profondità dell'orizzonte calcico B<sub>Ck</sub> o C<sub>k</sub>, misurata durante le trivellate di controllo. Tramite regression kriging tra profondità dell'orizzonte calcico (D<sub>k</sub>) e valori di ER<sub>0-100</sub> è stata quindi interpolata una mappa della D<sub>k</sub>, successivamente drappeggiata sul modello digitale del terreno. Come indicatore della variabile di risposta è stata scelta una mappa NDVI (Normal Difference Vegetation Index), così da verificare le differenze di rigoglio vegetativo. La mappa è stata ottenuta da immagini multispettrali del satellite GeosEye-1 con risoluzione di 0.5 m. Le immagini satellitari scelte sono quelle del periodo di fine Giugno dell'anno precedente a quello del rilevamento (2009). La relazione tra ER e profondità dell'orizzonte calcico è risultata significativa ( $R^2$  variabile da 0.77 per ER<sub>0-170</sub> a 0.82 per ER<sub>0-100</sub>). La correlazione (pixel x pixel) tra la mappa NDVI e la mappa della D<sub>k</sub> è risultata molto alta ( $R^2 = 0.94$ ), a dimostrazione del fatto che la profondità dell'orizzonte calcico influenza notevolmente il vigore vegetativo. Punti di forza di questa metodologia sono stati: i) l'ottima risoluzione spaziale ottenuta; ii) la rapidità del rilevamento (1 giorno per 45 ettari); iii) la poca forza lavoro utilizzata in campagna (solamente due persone).

**Parole chiave:** *viticultura di precisione, geofisica, orizzonte calcico, Sicilia.*

\*\*\*\*\*

**CICLI ANTROPEDOGENICI IN UNA  
CRONOSEQUENZA DALL'ETÀ DEL  
BRONZO AD EPOCA RINASCIMENTALE:  
IL CASO DI VIALE ALDINI A BOLOGNA**

**L. Vittori Antisari<sup>a</sup>, S. Cremonini<sup>b</sup>,  
P. Desantis<sup>c</sup>, Gilmo Vianello<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari, CSSAS, Università degli Studi di Bologna, Viale Fanin 40, 40127 Bologna (Italia)*

<sup>b</sup> *Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Università degli Studi di Bologna, Via Zamboni 67, 40126 Bologna (Italia)*

<sup>c</sup> *Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna (Ministero per i Beni e le Attività Culturali), Via Belle Arti 52, 40126 Bologna (Italia)  
E-mail address:: [gilmo.vianello@unibo.it](mailto:gilmo.vianello@unibo.it)*

In concomitanza all'allestimento di un importante cantiere archeologico per la conoscenza della colonizzazione dell'antica città di Bologna in epoca etrusca, è stato effettuato nello stesso sito uno studio pedologico e stratigrafico con lo scopo di evidenziare il differente intervento antropico nelle diverse epoche in un arco temporale di circa tremila anni a partire dall'età del bronzo, di cui è stata effettuata la datazione convenzionale al radiocarbonio .

La caratterizzazione di alcuni fattori fisici del suolo quali il colore, la tessitura, la presenza di residui di manufatti, associata alla multi analisi, ha permesso di ricostruire una sequenza evolutiva in cui si sono potute riconoscere 17 unità di suolo. Per molte unità è stato possibile discriminare il differente grado di influenza antropica valutando il volume dei frammenti di artefatti, il rapporto sabbia/argilla, il tenore in P, la concentrazione di alcuni microelementi. Le significative concentrazioni di Cr, Cu, Pb, Sn ed Ag riscontrate nei suoli dei periodi Etrusco e Villanoviano hanno confermato le attività artigianali a cui erano dedicate quelle popolazioni (Età del Ferro). Secondo il sistema WRB le unità di suolo sono rientrate in tre principali gruppi tassonomici (Anthrosols, Cambisols, Technosols).

**Parole chiave:** *cicli pedogenetici; Anthrosols antichi; Technosols antichi; multi analisi.*

## **EFFETTI DELL'USO FERTILIZZANTE DI GESSI CONCIARI SU ALCUNE PROPRIETÀ DEL SUOLO**

**C. Baffi, C. Cassinari, S. Silva**

*Istituto di Chimica Agraria e Ambientale; Università Cattolica del S.Cuore, via Emilia Parmense, 84 29121 Piacenza*

Sono qui presentati i dati relativi agli andamenti di alcuni parametri chimico-fisici (pH,  $N_{TOT}$ ,  $C_{ORG}$ , C/N) di un suolo sub-acido a seguito di prove di fertilizzazione condotte in un triennio (2008-2010) su una rotazione mais, fagiolino e pomodoro ed in un biennio (2008-2009) su una successione fagiolino/pomodoro con uso di gesso di defecazione conciaro (GDC), sottoprodotto ottenuto per idrolisi del camiccio con calce e successiva neutralizzazione con acido solforico.

Nella prova triennale (2008-2010; rotazione mais/fagiolino/pomodoro) i maggiori aumenti di pH si sono verificati nelle tesi con apporti di gesso, a "effetto dose", passando da sub-acidità a sub-alcalinità. Per il  $C_{ORG}$  leggeri aumenti solo per le tesi con gesso il cui apporto ha consentito al suolo di mantenere i livelli iniziali di sostanza organica. Lievi aumenti di  $N_{TOT}$  nel suolo, soprattutto nelle tesi con gesso, con "effetto dose", con soglia di significatività per l'azoto per apporti di  $N \geq 100$  kg/ha. Dopo il triennio solo la tesi con gesso a dose doppia di N è stata in grado di mantenere valori accettabili di C/N, il cui calo più drammatico si è osservato nella tesi ad N esclusivamente minerale. Nella prova biennale (2008-2009; successione fagiolino/pomodoro) il pH ha subito maggiori incrementi al 2° anno a seguito di maggiori apporti di calce libera da gesso; nel biennio si è passati da situazione di sub-acidità a sub-alcalinità nel suolo con vantaggi nell'assorbimento di molti nutrienti. Gli apporti di  $C_{ORG}$  da gesso, più alti al 2° anno, hanno consentito il mantenimento di adeguati valori di sostanza organica, a differenza della tesi ad N esclusivamente minerale; c'è tendenza verso la mineralizzazione per tesi con gesso e verso l'umificazione con tesi ad N tradizionale. Per l'N si nota solo per la tesi ad N tradizionale un aumento significativo al 1° anno seguito da un drastico calo al 2° anno (possibili perdite di N per lisciviazione). Le tesi con gesso non hanno sofferto di questi problemi. Il rapporto C/N decresce di più al 1° anno per la tesi ad N tradizionale rispetto alle tesi con gesso, ciò probabilmente dovuto al fatto che l'azoto fornito in forma minerale è prontamente disponibile e diminuisce il rapporto C/N del gesso, consentendo una più rapida mi-

neralizzazione della sostanza organica. Al 2° anno il rapporto C/N cresce significativamente per tutte le tesi a causa della diminuzione dell' $N_{TOT}$  nel suolo e ad un aumento del  $C_{ORG}$  delle tesi con gesso.

**Parole chiave:** gessi di defecazione, calce libera, pH, azoto, carbonio organico.

\*\*\*\*\*

## **IMPATTO DI DIFFERENTI GESTIONI SULL'EVOLUZIONE DEL SUOLO IN AMBIENTI APPENNINICI**

**S. Cocco<sup>1</sup>, G. Brecciaroli<sup>1</sup>, M. Freppaz<sup>2</sup>, G. Filippa<sup>2</sup>, A. Agnelli<sup>3</sup>, G. Corti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Dipartimento di Scienze Ambientali e Produzioni Vegetali, Università Politecnica delle Marche, Ancona(s.cocco@univpm.it)*

<sup>2</sup> *DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia, Università degli studi di Torino*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Università degli studi di Perugia*

Gli impianti sciistici Alpini ed Appenninici, assieme ai cambiamenti climatici, hanno trasformato boschi e pascoli in piste da sci. Questa nuova gestione ha spesso favorito la degradazione fisica e chimica dei suoli. Il compattamento della neve e la sua produzione artificiale per fini sportivi e turistici hanno favorito il congelamento di orizzonti superficiali. Anche la biodiversità animale e vegetale hanno risentito di questi cambiamenti. L'innalzamento delle temperature estive e la riduzione della copertura nevosa in inverno hanno peggiorato le condizioni pedologiche dei versanti. La neve artificiale ha però prolungato l'effetto coibente del manto nevoso riducendo il congelamento del suolo. Alle quote più basse in Appennino, vi è il maggior rischio di innalzamento termico e pertanto abbiamo scelto di studiare il comprensorio sciistico di Sarnano-Sassotetto (Monti Sibillini) dove le piste da sci si trovano a 1260-1610 m e sono innevate anche con neve artificiale. I suoli di piste con neve naturale e artificiale sono stati confrontati con quelli di prati-pascoli fuori pista. Gli effetti delle differenti gestioni sono stati monitorati rilevando le temperature del suolo a diverse profondità per due anni e quantificando i pools di C e N e eseguendo saggi di respirazione basale. Il contenuto di carbonio organico è stato frazionato in C organico estraibile in acqua (WEOC), C organico particolato (POC), C estraibile totale (TEC), acidi fulvici (FA) e acidi humici (HA). Durante la stagione invernale, la superficie delle piste da sci ha raggiunto temperature  $< 0^{\circ}\text{C}$  in gennaio e febbraio, mentre fuori pista le temperature si sono mante-

nute intorno a 0°C. I suoli (Mollisols), hanno mostrato un contenuto di C organico totale superiore nei suoli fuori pista, caratterizzati anche da maggiori quantitativi delle frazioni POC, TEC e HA. La frazione labile di C e di N negli orizzonti superficiali è risultata comparabile con quella di suoli alpini, mentre il carbonio microbico si è rivelato più alto nei suoli appenninici. I saggi di respirazione basale hanno evidenziato una attività microbica più bassa a 0.5°C che a 25°C, indicando che un aumento anche consistente delle temperature potrebbe favorire la mineralizzazione della sostanza organica e incrementare le emissioni di CO<sub>2</sub> molto più in ambiente appenninico che alpino. I risultati permettono di ipotizzare linee guida per una gestione sostenibile di questi suoli e per la protezione della biodiversità degli ecosistemi.

Lavoro condotto grazie a un finanziamento PRIN 2007 "Dinamica del carbonio e dell'azoto in suoli dell'Appennino Centrale utilizzati come piste da sci "

**Parole chiave:** *piste da sci, cambiamenti climatici, Mollisols, neve*

\*\*\*\*\*

## **EFFETTO DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI SULLE CARATTERISTICHE DI SUOLI AGRARI IN VALLE D'AOSTA**

**F. Curtaz<sup>a</sup>, G. Filippa<sup>ac</sup>, C. Galliani<sup>b</sup>,  
M. Freppaz<sup>ac</sup>, E. Zanini<sup>ac</sup>**

<sup>a</sup> *Università degli Studi di Torino, Di.Va.P.R.A. - Chimica Agraria e Pedologia - LNSA, 44, via L. Da Vinci, Grugliasco (TO) -10095 ITALY*

<sup>b</sup> *Dipartimento Agricoltura-Assessorato Agricoltura e Risorse Naturali-Regione Autonoma Valle d'Aosta*

<sup>c</sup> *NatRisk (Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments, 44, via L. Da Vinci, Grugliasco (TO) -10095 ITALY*

Le trasformazioni del territorio indotte dall'uomo determinano alterazioni chimiche, fisiche e biologiche delle proprietà dei suoli. Nell'ambito dell'agricoltura di montagna, i miglioramenti fondiari sono spesso adottati dagli agricoltori per aumentare le superfici meccanizzabili e coltivarle agevolmente. Sono però ancora poco conosciuti gli effetti di alcune comuni pratiche quali spietramento, livellamento, fresatura sulle caratteristiche del suolo, in relazione anche all'estrema fragilità di questi pedoambienti. Obiettivi del presente lavoro sono: la valutazione degli effetti dei miglioramenti fondiari sulle proprietà del suolo e l'individuazione delle pedotecniche e pratiche di restauro pedologico più adatte al ripristino ed alla valorizzazione degli interventi di miglioramento

fondario. Le aree di studio sono situate in Valle d'Aosta. Le aree di Verrayes (VE) e Saint Denis (SD) sono situate nella valle centrale mentre quella di Gaby (GA), è situata in una valle laterale, caratterizzata da precipitazioni più elevate (1000 mm contro 600 mm). Nelle aree VE e SD sono stati prelevati campioni di suolo in 3 lotti di età diversa e in siti indisturbati (controllo). Nell'area GA, dove il miglioramento è stato effettuato nel 2010, è stato aperto un profilo prima dell'intervento e uno al termine. In quest'ultimo caso sono stati prelevati campioni di suolo nel corso delle differenti fasi operative, quali la fresatura ed il riporto di suolo alloctono. In una porzione (100 m<sup>2</sup>) dell'area di studio si è inoltre predisposta una prova sperimentale volta alla valutazione degli effetti del compost e del letame sulle caratteristiche del suolo dopo l'intervento. Nei suoli prelevati sono stati determinati: % di scheletro, carbonio organico totale (TOC), azoto totale (TN), pH, conducibilità elettrica (CE), capacità di scambio cationico (CSC), cationi scambiabili. In VE, dove l'intervento è stato ultimato nel 2008, il contenuto di TOC appare inferiore in superficie rispetto agli orizzonti profondi. L'opposto si osserva in quello conclusosi nel 2000. In GA l'intervento ha prodotto una riduzione del contenuto di carbonio organico rispetto al controllo e l'uso di suolo alloctono con pH elevato, ha significativamente influenzato le proprietà del suolo rispetto al controllo. La definizione delle migliori pratiche di esecuzione dei miglioramenti fondiari in aree montane e la comprensione dei loro effetti sulla qualità del suolo rappresenta un fattore fondamentale per le categorie professionali coinvolte e per gli organi responsabili della gestione dei finanziamenti. L'individuazione delle soluzioni tecniche più adeguate assicurerà l'ottimizzazione delle risorse impiegate e la conservazione della qualità del suolo.

Questo lavoro è stato condotto nell'ambito del progetto europeo ALCOTRA 2007-2013 NAPA-PEA-Nouvelles Approches sur les Prairies dans l'environnement Alpin.

**Parole chiave:** *miglioramenti fondiari, agricoltura di montagna, pedotecniche e restauro pedologico*

\*\*\*\*\*

## **LA VULNERABILITÀ DEI SUOLI IN AMBIENTE ALPINO: L'ESEMPIO DELLA REGIONE VALLE D'AOSTA**

**M. E. D'Amico<sup>1</sup>, S. Stanchi<sup>1</sup>, S. Ratto<sup>2</sup>,  
E. Navillod<sup>2</sup>, G. Filippa<sup>1</sup>, M. Freppaz<sup>1</sup>,**

## E. Zanini <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Torino, DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (To), Italy.*

<sup>2</sup> *Regione Autonoma Valle d'Aosta - Centro Funzionale regionale*

Gli effetti di precipitazioni intense sui suoli di montagna possono essere improvvisi ed intensi, non limitati a fenomeni di erosione superficiale ma soprattutto legati a soliflusso, scivolamento e colate di fango, che possono causare ingenti danni per la popolazione e le infrastrutture. Il riconoscimento, la spazializzazione e la mappatura delle zone con differente vulnerabilità sono quindi di primaria importanza per un uso sostenibile del territorio, soprattutto in aree densamente popolate. Da ciò deriva la volontà del Centro Funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta di dotarsi di una Carta di Vulnerabilità dei Suoli, che potrà essere impiegata, unitamente ad altri prodotti cartografici, come ad esempio la Cartografia delle frane superficiali, ai fini del miglioramento degli scenari di rischio nell'ambito del sistema di allertamento per la protezione civile.

I principali caratteri fisici associati alla vulnerabilità del suolo dipendono in modo particolare dalla mineralogia del substrato, che ne influenza la tessitura, e dalla stabilità degli aggregati strutturali, che dipende da quantità e tipo di sostanza organica, dalla presenza di carbonati e/o di ossidi pedogenici. I campioni di suolo analizzati in questa prima fase di lavoro (estate – autunno 2010) provengono da 46 profili, aperti nelle valli di Champorcher e del Lys, (clima esalpico “umido”), e nella valle centrale tra Montjovet e Chatillon (clima continentale intra-alpino). Sono stati considerati suoli sviluppati sulle principali tipologie di substrato, in diversi ambiti geomorfologici e fasce fito-climatiche. La composizione specifica della vegetazione è stata rilevata nell'intorno di ogni osservazione pedologica. Tutti gli orizzonti genetici sono stati campionati ed analizzati: sono stati analizzati pH, C e N totali, capacità e basi di scambio, tessitura reale. Per i suoli aventi una morfologia podzolica è stato analizzato il contenuto di Fe ed Al estraibili in ossalato ed in ditionito, mentre i carbonati sono stati misurati dove il pH risultava maggiore di 6.5. I limiti liquido e plastico (limiti di Atterberg: LL, PL) e la “Wet Aggregate Stability” (WAS) sono stati misurati per gran parte dei campioni. Come è noto in letteratura, la vulnerabilità dei suoli decresce all'aumentare del grado di sviluppo: i suoli sviluppati a quote elevate ed in area climatica intra-

alpina risultano moderatamente più vulnerabili di quelli maggiormente evoluti sviluppati nelle altre porzioni del territorio. Inoltre, i suoli su materiale parentale ricco in mica (calcescisti, micascisti) presentano una limitata plasticità, risultando fortemente vulnerabili. Il gradiente verticale di WAS, LL e PL all'interno del profilo è correlato a fitoclina e grado di sviluppo: suoli poco evoluti su pendenze elevate o ad alta quota presentano un'importante riduzione di stabilità con la profondità; tale trend è invertito nelle aree più umide sotto conifere, dove la podzolizzazione favorisce il trasferimento di ossidi di ferro e sostanze umiche in profondità, e nelle aree più xeriche, dove si osserva l'accumulo dei carbonati negli orizzonti subsuperficiali.

**Parole chiave:** *vulnerabilità del suolo, suoli alpini, limiti di Atterberg, mappatura del rischio*

\*\*\*\*\*

## CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DELL'ACQUA INTERSTIZIALE IN RELAZIONE ALLA DISTRIBUZIONE DELLA VEGETAZIONE IN DUE TORBIERE ALPINE

G. Filippa <sup>ad</sup>, L. Celi <sup>a</sup>, M. Freppaz <sup>ad</sup>,  
G. Buffa <sup>b</sup>, E. Rivella <sup>c</sup>, E. Zanini <sup>ad</sup>

<sup>a</sup> *Università degli Studi di Torino, Di.Va.P.R.A. - Chimica Agraria e Pedologia - LNSA*

<sup>b</sup> *Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Biologia Vegetale*

<sup>c</sup> *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, Regione Piemonte*

<sup>d</sup> *NatRisk (Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments)*

Pur occupando una superficie ridotta del territorio montano, le torbiere alpine rappresentano una grande valenza ambientale, in relazione innanzi tutto al loro ruolo di riserva di carbonio (C) e, non secondariamente, in ragione dell'elevata biodiversità vegetale ed animale che tali ambienti normalmente ospitano. Fattori quali la qualità/quantità di acqua, la temperatura del suolo e il tipo di vegetazione esercitano una forte influenza sui processi di degradazione della sostanza organica, e, più in generale, sui cicli biogeochimici del C e dell'azoto (N). In questo lavoro, abbiamo preso in considerazione due torbiere alpine minerotrofiche con l'obiettivo di analizzare la distribuzione spaziale di C e N ed il chimismo delle acque interstiziali, al fine di identificare eventuali relazioni dei parametri chimico-fisici con la vegetazione vascolare e briofitica. Le due torbiere sono localizzate a 1600 (San Bernardo, SB) e 2000 m (Balma, BA) di quota, in due vallate delle Alpi Nord-Occidentali, nella provincia del

Verbano-Cusio-Ossola. I due siti differiscono per quota, topografia, idrologia e vegetazione. SB è infatti costituita da un mosaico di cuscinetti vegetati (hummock) costituiti da sfagni (*S. magellanicum* e *S. capillifolium*) alternati a zone più depresse. BA è invece un complesso di tre torbiere separate da rocce montonate, con condizioni di ristagno idrico meno pronunciate rispetto a SB.

Il campionamento, effettuato su una maglia regolare di lato 20 m per un totale di 35 punti in ciascuno dei due siti, è stato effettuato mediante due trivellate (0-20 cm e 30-50 cm di profondità). In seguito, per ciascun punto è stata prelevata l'acqua interstiziale ed effettuato un rilievo vegetazionale dettagliato. Sui campioni di suolo sono stati determinati C organico (TOC) e N totale (TN), pH e contenuto gravimetrico di acqua, mentre sui campioni di acqua sono state analizzate le concentrazioni dei principali ioni ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) e le frazioni disciolte di C ed N. La distribuzione delle specie chimiche in ciascuno dei due siti è stata valutata mediante opportune tecniche geostatistiche. Lo studio ha messo in evidenza come il contenuto idrico nel suolo sia il fattore chiave nel determinare l'accumulo di C organico. La distribuzione spaziale del C/N ha permesso di evidenziare la connessione tra vegetazione e sostanza organica: gli sfagni rispetto alle piante vascolari sono più difficilmente degradabili e presentano valori di C/N elevati. Il tipo di vegetazione e la presenza di acqua influenzano la densità apparente, il contenuto e quindi gli stock di C, i cui valori sono elevati, a confermare il ruolo delle torbiere come importanti riserve di C. Le specie chimiche disciolte nell'acqua sono influenzate dall'idrologia delle torbiere e dalla collocazione di queste nel bacino idrografico, quali variabili che modificano la qualità delle acque in ingresso.

Lo studio è stato condotto nell'ambito del progetto transfrontaliero EU-INTERREG "Biodiversità: una ricchezza da conservare".

**Parole chiave:** Ammonio, Carbonio organico disciolto, Nitrati, Relazione suolo/vegetazione

\*\*\*\*\*

## RISPOSTA DEL SISTEMA RADICI-SUOLO ALL'IMPIANTO DI SPECIE ARBUSTIVE IN AMBIENTE MEDITERRANEO

A. Lagomarsino<sup>1,2</sup>, G. de Dato<sup>2</sup>,  
P. De Angelis<sup>2</sup>, A. Maienza<sup>3</sup>, S.R. Stazi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro di ricerca per l'agrobiologia e la Pedologia, CRA-ABP, Firenze

<sup>2</sup> Dip. Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Ri-

sorse, DISAFRI, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

<sup>3</sup> Dip. Agrobiologia e Agrochimica, DABAC, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Il lavoro si propone l'obiettivo di analizzare le modificazioni strutturali e funzionali del sistema radici-suolo in un ex campo coltivato indotte dall'impianto di specie arbustive in ambiente tipicamente mediterraneo. La piantagione è stata realizzata con una composizione di ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea* L. - JP), lentisco (*Pistacia lentiscus* L. - PL) e rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L. - RO) all'interno del Parco Regionale Porto Conte - Capo Caccia, nel comune di Alghero (SS). L'area è caratterizzata da un clima spiccatamente mediterraneo, con una temperatura media di 16,8 °C e una precipitazione totale annua di 643 mm (circa 400-600 negli ultimi anni), e prevalentemente distribuita nelle stagioni autunno-inverno e all'inizio della primavera, con un lungo periodo arido estivo. All'interno dell'area sono state scelte quattro parcelle sperimentali, tre con le tre specie arbustive ed una con sola vegetazione erbacea spontanea (prato). Il campionamento è stato effettuato ad aprile 2010 a due distanze dalle tre specie vegetali (30 e 60 cm) e nel prato. La biomassa radicale è stata campionata con trivella a volume noto, mentre i campioni di suolo con trivella elicoidale. Su tali campioni sono stati analizzati la distribuzione in macro- e micro-aggregati, il C organico totale del suolo e degli aggregati, la biomassa microbica e la sua struttura mediante analisi degli acidi grassi (PLFA). La biomassa delle radici fini (< 2 mm) è risultata essere maggiore nella zona a prato, per la presenza di copertura erbacea continua. Tra le tre specie arbustive non si evidenziano differenze significative, ma si osserva, come tendenza generale, una maggiore presenza di radici fini in prossimità delle piante di lentisco. Il suolo mostra una generale prevalenza di macroaggregati (> 70 %), tipica dei suoli sabbiosi dell'area. La biomassa delle radici fini ha mostrato una relazione significativa con il C contenuto nei micro-aggregati. La biomassa microbica ha mostrato una netta prevalenza di batteri, gram positivi o negativi a seconda della specie arbustiva considerata. La biomassa fungina è risultata essere significativamente correlata con il C dei macro-aggregati. Si ritiene che l'impianto di specie arbustive, pur riducendo la presenza di copertura erbacea e di conseguenza la rete di radici fini nel suolo, non ha portato a modificazioni del contenuto di C organico o della struttura del suolo e della biomassa microbica. Nel lungo periodo si può ipotizzare un maggiore

apporto di sostanza organica, incorporato principalmente in *pools* labili.

**Parole chiave:** *arbusti mediterranei, radici, aggregati del suolo, PLFA, C organico*

\*\*\*\*\*

## **EFFETTO DI UN BIOSOLIDO DERIVANTE DA FANGHI URBANI DI DEPURAZIONE SULLA FERTILITÀ DEL SUOLO**

**L. Sciubba, L. Cavani, C. Marzadori, C. Ciavatta**

*DiSTA- Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-ambientali - Università di Bologna*

I fanghi di depurazione, la cui produzione ha raggiunto i 9 milioni di tonnellate nell'UE nel 2006 [1], sono caratterizzati dal contenere elementi utili alla fertilità del suolo, tra cui C organico (40-70% p/p), P (3%), N (1,5%) ed altri elementi nutritivi [2]. Se utilizzati in maniera opportuna, i fanghi possono quindi contribuire ad incrementare la fertilità dei suoli apportando, in particolare, sostanza organica; per questo, il loro utilizzo a fini agronomici è largamente raccomandabile [2,3]. Tuttavia, i fanghi possono contenere diversi contaminanti, di natura inorganica ed organica, la cui concentrazione deve essere accuratamente verificata. Esiste inoltre un problema legato alla qualità del C organico presente nei fanghi, aspetto che impone di sottoporre i fanghi "freschi" ad opportuni trattamenti stabilizzanti prima del loro spandimento nel suolo [4]. L'effetto di biosolidi di varia origine sulla fertilità del suolo può essere espresso attraverso l'uso di diversi parametri; tra questi la mineralizzazione netta apparente dell'azoto organico è uno dei più interessanti [5]. L'obiettivo di questo lavoro è stato quindi quello di caratterizzare un gesso di defecazione, derivante da fanghi civili di depurazione mediante idrolisi chimica con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e successiva precipitazione con CaO, e studiarne, su scala di laboratorio, la capacità di rilasciare azoto minerale nel suolo. Per la caratterizzazione, il biosolido è stato sottoposto ad analisi, secondo i metodi ufficiali per i fertilizzanti, al fine di determinarne i principali parametri chimico-fisici. In base alla normativa vigente (D.Lgs 75/10), tale biosolido può essere classificato come un correttivo calcico-magnesiaco, con un tenore di CaO del 27% e di SO<sub>3</sub> del 15%. La mineralizzazione netta apparente dell'azoto è stata saggiata addizionando il prodotto ad un suolo franco-sabbioso, alla concentrazione di 100 mgN/kg, in colonne per lisciviazione, confrontando l'effetto del gesso di defecazione con un controllo non ammendato e un

trattamento con letame. L'andamento della mineralizzazione è stato valutato a due diverse temperature (4°;25°C) per 10 settimane. Il suolo trattato col biosolido è stato capace trasformare significative quantità di azoto organico in nitrato. A 25°C, infatti, la mineralizzazione netta apparente in presenza del biosolido è stata pari al 35% dell'azoto organico addizionato al suolo, percentuale decisamente superiore a quella osservata in presenza di letame (10%). Pertanto, dal confronto con i limiti di legge e dall'osservazione dei dati sulla mineralizzazione dell'azoto organico, il biosolido studiato sembra possedere, oltre ad indubie proprietà correttive, la capacità di rilasciare elevate quantità di azoto minerale utile per la nutrizione vegetale.

[1] Milieu Ltd, WRc and RPA, 2008

[2] Laturus F. et al., 2007

[3] Fernandez J.M. et al., 2009

[4] Pavan Fernandes S.A. et al., 2005

[5] Gioacchini P. et al., 2007

**Parole chiave:** *fanghi, gesso di defecazione, D.Lgs 75/10, mineralizzazione azoto organico*

## APPLICAZIONE DI TECNICHE INNOVATIVE IN VITICOLTURA DI PRECISIONE

M.C. Andrenelli, S. Magini, L. Natarelli,  
N. Vignozzi, A. Agnelli, P. Bucelli,  
S. Pellegrini, S. Priori, E.A.C. Costantini

*Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia, Firenze*  
e-mail: nadia.vignozzi@entecra.it

Il presente lavoro riporta i risultati di una sperimentazione condotta in un'azienda a vocazione viticola in provincia di Siena. La prima fase di lavoro ha previsto la caratterizzazione dei suoli a livello aziendale (scala 1:20.000) attraverso 2 metodologie: un rilevamento pedologico tradizionale con descrizione di profili ed esecuzione di trivellate; affiancato da una tecnica più innovativa il rilievo geoelettrico, condotto attraverso l'impiego del metodo ARP (*Automatic Resistivity Profiling*). E' stata, inoltre, effettuata l'analisi di immagini satellitari multispettrali (Kompsat-2, Terrasystem), riferite al periodo estivo di massimo sviluppo vegetativo, per calcolare l'indice di vegetazione normalizzato (NDVI) su tutti i vigneti, e l'analisi di immagine di ortofoto a colori reali per la misura del grado di copertura vegetale (COVER). La carta pedologica elaborata è stata utilizzata per la delimitazione spaziale e per la scelta di 11 siti sperimentali, ciascuno di circa 1 ha di superficie. Per il triennio 2008-2010 su tali aree sono stati monitorati: il contenuto idrico del suolo per mezzo di sensori FDR (Diviner 2000 - Sentek Pty Ltd); il regime idrico del vigneto mediante il rapporto isotopico del Carbonio ( $\delta^{13}\text{C}$ ) determinato sull'alcool etilico del vino prodotto da microvinificazioni di campioni omogenei di uve Sangiovese per ogni sito; la risposta qualitativa del vitigno Sangiovese nelle 11 parcelle sperimentali (gradazione zuccherina e alcolica, contenuto antocianico e polifenolico). Tutti questi parametri sono stati messi in relazione sia con l'NDVI dell'area sperimentale sia con la COVER. I risultati del  $\delta^{13}\text{C}$ , determinato sull'alcol svolto del vino, in sostanziale accordo con il contenuto idrico del suolo, hanno evidenziato che 8 siti sperimentali mostravano condizioni di stress idrico moderato e 3 vigneti assenza di stress. I valori dell'NDVI nei tre anni di sperimentazione sono conformi con l'andamento termo-pluviometrico riferito al periodo in via di raccolta: l'anno 2009 è risultato più arido, con minori precipitazioni e temperature più elevate, diversamente dal 2010. Nonostante la variabilità climatica, nelle diverse annate è possibile indivi-

duare le medesime aree contraddistinte da basso vigore vegetativo, imputabile a condizioni di stress idrico, alla presenza di ristagno o ad una lieve salinità. Risultati analoghi sono stati ottenuti con il dato di COVER relativo agli anni 2009 e 2010. Le mappe dei valori di resistività, riferite ai tre intervalli di profondità (0-50, 0-100 e 0-170 cm), riescono ad individuare le zone con basso NDVI: aree altamente resistenti, dove la capacità di immagazzinamento idrico del suolo risulta bassa, ed aree molto conduttive dove si concentrano i flussi idrici.

**Parole chiave:** Rapporto isotopico del carbonio, ARP, NDVI, COVER, Sangiovese

\*\*\*\*\*

## LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEL FUTURO NELLE AREE IRRIGUE: VARIABILITÀ PEDOLOGICA E CAMBIAMENTI CLIMATICI. UN CASO STUDIO ITALIANO ALLA SCALA LOCALE

A. Bonfante<sup>1</sup>, A. Basile<sup>1</sup>, F. De Lorenzi<sup>1</sup>,  
R. De Mascellis<sup>1</sup>, F. Terribile<sup>2</sup>, M. Menenti<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Institute for Mediterranean Agricultural and Forest Systems (ISAFOM-CNR), Ercolano (NA), Italy

<sup>(2)</sup> University of Naples Federico II, Portici (NA), Italy

<sup>(3)</sup> Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

Il cambiamento climatico futuro atteso dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), porterà ad un aumento delle temperature ed ad una diminuzione degli apporti pluviometrici nell'area del basso, centro mediterraneo con forte condizionamento dei sistemi agricoli nazionali irrigui. L'effetto del cambiamento climatico sulla sostenibilità dei sistemi agricoli irrigui sarà diverso da zona a zona e dipenderà dai fattori quali: (i) disponibilità idrica, (ii) richiesta idrica colturale (iii) comportamento idrologico dei suoli e (iv) gestione irrigua. L'adattamento di tali sistemi colturali al cambiamento climatico futuro può essere valutato per mezzo di modelli di simulazione del sistema suolo-pianta-atmosfera fisicamente basati, i quali, attraverso una descrizione matematica dei processi, permettono di descrivere i sistemi colturali e di effettuare previsioni sugli effetti prodotti dalle diverse tecniche gestionali sulle rese produttive e sui rischi ambientali (es. lisciviazione dell'azoto verso le falde) in condizioni climatiche differenti. Lo scopo del seguente lavoro è quello di valutare l'effetto del suolo e dei cambiamenti climatici sulla sostenibilità ambientale di un'area irrigua del sud Italia. L'area di studio è di circa 183 ha ed è situata nella pianura al-

luvionale del fiume Sele (sud della Regione Campania in provincia di Salerno), caratterizzata da 17 tipologie pedologiche differenti. In tale ambiente il modello agro-idrologico CropSyst (previamente calibrato e validato sulla crescita culturale, bilancio idrico del suolo e sul bilancio dell'azoto) è stato applicato per descrivere il comportamento di una gestione ordinaria dell'area (rotazione mais-finocchio) in due scenari climatici (clima attuale o passato 1961-1990 ed il clima futuro 2021-2050, riferiti ad una griglia nazionale di 35x35 Km, progetto europeo ENSEMBLES, nodo di Battipaglia - SA) in termini di produzioni attese e di azoto lisciviato. I risultati ottenuti hanno mostrato come l'effetto della variabilità pedologica alla scala locale nei due periodi climatici analizzati è più forte dell'effetto del cambiamento climatico sulle rese e sui possibili rischi ambientali sulla coltura primaverile-estiva (mais) rispetto alla coltura autunno-vernina (finocchio). Quest'ultima subisce maggiormente l'effetto del clima poichè nelle previsioni future la diminuzione di apporto pluviometrico colpisce di più i mesi autunno-vernini rispetto a quelli primaverili-estivi.

**Parole chiave:** cambiamento climatico globale, modelli di simulazione, variabilità pedologica, adattamento colturale

\*\*\*\*\*

## VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ FISICA DEL SUOLO IN UN MANDORLETO DEL SUD ITALIA

**M. Castellini, D. Ventrella, D. De Giorgio**

*Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo-aridi (CRA-SCA)*

L'obiettivo di questo studio è stato quello di determinare la qualità fisica del suolo in una prova agronomica di lungo periodo (35 anni circa) di un germoplasma di mandorlo (*Prunus amygdalus* Batsch), caratterizzato da due differenti sistemi di controllo delle erbe infestanti (lavorazione superficiale, ST, e non lavorazione, NT, con controllo chimico in pre-emergenza), in due differenti stagioni climatiche (estate ed inverno). In accordo con i riferimenti reperibili in letteratura (Reynolds et al. 2008), i valori di conducibilità idraulica a saturazione, in media, sono risultati sempre *ottimali* per entrambi i sistemi di gestione del suolo (compresi tra 78 e 417 cm d<sup>-1</sup>), garantendo una rapida infiltrazione e favorendo la redistribuzione dell'acqua disponibile per la coltura. Nella stagione estiva, la conducibilità idraulica misurata nella parcella con lavorazione superficiale

(STs) è risultata significativamente più elevata di quella non lavorata (NTs), con differenze comprese tra un fattore 2.2 ed un fattore 3.4, nell'intervallo dei valori del potenziale applicato ( $0 \leq h \leq -15$  cm). Tali differenze sono aumentate nella stagione invernale, con valori medi del rapporto STw/NTw compresi tra un fattore 2.1 e 7.7. La qualità fisica del suolo, determinata per i due sistemi conservativi di gestione del suolo, sulla base dei valori assunti dall'indice *S* ottenuto a partire dalla curva di ritenzione idrica (Dexter e Czyz, 2007), è risultata *buona* o *molto buona* sia per ST che per NT (in media,  $S = 0.056$  e  $0.045$  rispettivamente). I valori di densità apparente,  $\square_b$ , sono risultati sempre *ottimali* o *sub-ottimali* ( $\square_b = 1.19$  e  $1.27$  gr cm<sup>-3</sup>, rispettivamente per ST e NT). In termini di capacità per l'aria (*AC*), di acqua disponibile (*PAWC*) e macroporosità (*P<sub>MAC</sub>*), in generale, i giudizi di qualità fisica hanno evidenziato che ST e NT si caratterizzano come suoli *aerati* ( $AC = 0.246$  e  $0.166$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>), con una *buona* o *ideale* quantità di acqua disponibile per la coltura ( $PAWC = 0.200$  e  $0.197$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) e con valori di macroporosità caratteristici dei suoli *non degradati* ( $P_{MAC} = 0.102$  e  $0.055$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>). Per contro, la capacità di campo relativa è risultata generalmente *non ottimale* ( $RFC = 0.582$  e  $0.693$  cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>), Reynolds et al. (2009). Sulla base dei risultati ottenuti si può ritenere che i due sistemi conservativi di gestione del suolo per il controllo delle erbe infestanti considerati, non abbiano determinato apprezzabili fenomeni di degradazione fisica del suolo. Soltanto nel 25% dei casi considerati (N= 12), comunque, tutti gli indici considerati hanno fornito contemporaneamente il medesimo giudizio positivo. Con riferimento all'epoca di campionamento (tre mesi circa dall'ultima lavorazione), una generale migliore qualità fisica deve essere associata a ST rispetto a NT.

**Parole chiave:** qualità fisica del suolo, indice *S*, ritenzione idrica, conducibilità idraulica

\*\*\*\*\*

## IL SUOLO COME SISTEMA COMPLESSO?

**R. Contillo**

*CRA - Unità di ricerca per le Colture Alternative al Tabacco (CRA-CAT) - Scafati*

Nel corso di esperimenti di concimazione azotata su tabacco, eseguiti negli scorsi anni presso l'allora Istituto Sperimentale per il Tabacco (ora CRA-CAT), nella piana veronese (Bovolone) e nell'agro vesuviano (Scafati), sono stati effettuati rilievi di azoto minerale nel suolo a cadenza set-

timanale per lunghi periodi. I risultati hanno messo in evidenza andamenti di nitrati del terreno caratterizzati da una elevata variabilità temporale, con picchi di abbondanza insolitamente alti e non correlati con variabili pedoclimatiche, in terreno soggetto ad interventi agrotecnici, nel periodo compreso fra la primavera e l'autunno. La somiglianza fra le dinamiche caotiche, per esempio, di una mappa logistica e la dinamica irregolare dei nitrati di un terreno sottoposto ad intervento antropico, ha suggerito la possibilità di interpretare il contenuto di azoto minerale del terreno in termini di comportamento caotico di un sistema complesso.

La disponibilità di più di 2.300 valori di nitrati misurati nel terreno nel Campo Sperimentale del CRA-CAT a Scafati, ha fatto sorgere l'ipotesi di applicare i metodi di indagine oggi disponibili per l'analisi di dati caotici osservati in sistemi fisici.

Secondo questo approccio, già collaudato in ambiti molto differenziati, in presenza di un sistema fisico che esibisce un comportamento caotico (fortemente dipendente dalle condizioni al contorno, imprevedibile, caratterizzato dalla presenza di attrattori strani nello spazio delle fasi), le proprietà dinamiche del sistema, descritte da un insieme multidimensionale di variabili, possono essere ricostruite integralmente a partire da una singola variabile monodimensionale, misurata sul sistema stesso ad intervalli regolarmente spazati; la molteplicità delle variabili descrittive viene sostituita dalla molteplicità di diverse copie della variabile misurata, ciascuna con un lag diverso.

L'approccio è stato applicato alla serie di dati di nitrati; tuttavia, già dopo una fase preliminare di analisi (calcolo di una correlazione non lineare fra i dati a vari lag), i dati non riuscivano a discriminare fra un comportamento caotico ed uno casuale.

Sono possibili due spiegazioni per la prestazione insufficiente: la serie di dati è di un ordine di grandezza meno numerosa del necessario; l'intervallo fra misure è troppo lungo per conservare qualche forma di correlazione fra dati contigui.

L'approccio al ciclo dell'azoto nel suolo mediante la teoria dei sistemi complessi potrebbe permettere una efficace interpretazione di aspetti fino ad oggi ritenuti non spiegabili, e non interessanti. Un tale approccio data-consuming richiede, però, la messa a punto di metodi di misura diretta o indiretta di nitrati del terreno che siano veloci ed automatici.

**Parole chiave:** nitrati, terreno, sistemi complessi

## LA VALUTAZIONE DEI SUOLI PER SCOPI UMANITARI: L'ESEMPIO DELLA REGIONE DI PIURA, PERÙ

**C. Dazzi. G. Lo Papa. I. Poma**

*Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 13, 90128, Palermo, dazzi@unipa.it; lopapa@unipa.it, pomaign@unipa.it.*

La competizione per l'accesso alle risorse naturali tra differenti popolazioni è stata la principale causa di esplosioni di violenza in numerosi paesi in via di sviluppo negli ultimi decenni. Molti paesi africani (es. Angola, Sudan) ed alcune aree dell'America Latina sono esempi lampanti di questa situazione. Laddove l'agricoltura è la principale economia e fonte di sostantamento, la limitazione delle risorse fisiche primarie per l'agricoltura, come il suolo, l'acqua, i nutrienti, le risorse energetiche, e la mancanza di idonee tecnologie necessarie per sostenere soddisfacenti produzioni agro-alimentari, può spingere le popolazioni in condizioni di estrema povertà, scatenando spesso cruenti conflitti sociali e lotte per la sopravvivenza. Mentre nei paesi più sviluppati gli scopi e gli approcci della valutazione dei suoli sono stati progressivamente estesi verso problematiche ambientali ed ecologiche, nei paesi in via di sviluppo la valutazione territoriale, così come concepita più di mezzo secolo fa resta uno strumento fondamentale per la pianificazione ai fini dello sviluppo economico sostenibile nelle aree rurali (FAO, 2007). I rilevamenti pedologici finalizzati alla valutazione territoriale per fini agricoli e forestali forniscono le informazioni necessarie per una corretta analisi economica nell'ambito della pianificazione rurale e, in questi particolari contesti, sono stati e vengono principalmente supportati da organizzazioni internazionali umanitarie, governative e non. Alcuni anni fa, il Ministero degli Esteri italiano si è fatto carico di sviluppare un piano bilaterale di pace tra il Perù e l'Ecuador in un'area di confine martoriata, nel secolo scorso, da continue e violente lotte tra le diverse popolazioni, adoperandosi per il miglioramento delle condizioni economiche delle popolazioni al fine di risolvere definitivamente i conflitti sociali tutt'ora presenti. Il piano ha previsto la realizzazione di un canale di irrigazione lungo 7 km e la trasformazione di un'area di circa 250 ettari in superficie agricola in irriguo. La fattibilità dell'intero progetto ha richiesto necessariamente uno studio preliminare di valutazione territoriale basato sul rilevamento pedologico. In questo lavoro vengono presentati i criteri, i metodi ed i

risultati sia del rilevamento dei suoli che del modello di valutazione adottato. In particolare, il modello è stato integrato con analisi agronomiche ed econometriche sia per fornire indicazioni pratiche sulla futura gestione delle aree irrigue che per ottenere i parametri economici necessari per valutare il raggiungimento degli obiettivi umani prefissati. La valutazione ha considerato anche i regimi e le caratteristiche chimico-fisiche delle acque di approvvigionamento ed i potenziali effetti sui suoli nell'ottica di garantire la sostenibilità ambientale degli interventi.

**Parole chiave:** *Povertà, conflitto sociale, sviluppo rurale, valutazione dei suoli.*

\*\*\*\*\*

### **FORM AND STABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER: AN INTEGRATION OF IMAGE ANALYSIS AND SEM-EDS TECHNIQUES WITH NaClO OXIDATIVE METHOD OF SOIL THIN SECTIONS**

**G. Falsone<sup>a,c</sup>, C. A. Wilson<sup>b</sup>, E. Bonifacio<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna (I)*

<sup>b</sup> *School of Biological and Environmental Sciences, University of Stirling (UK)*

<sup>c</sup> *Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino (I)*

The image analysis of soil thin sections is a very useful technique in studying the natural complexity of soil organic matter (SOM) and SEM-EDS technique can be further applied in mapping the distribution of the SOM forms on the basis of their chemical composition. On soil thin sections, bleaching with NaClO has been used to distinguish organic forms, and in the disturbed fine-earth fraction it is now a well established oxidative method used to isolate chemically stable SOM without affecting inorganic soil constituents. To investigate the relationship between microscale distribution of SOM and its stability in undisturbed soil samples, we combined optical and SEM-EDS analysis to the NaClO oxidation of soil thin sections. Moreover, to gain a better understanding on the distribution of different forms of SOM, we also took into account the soil pore system. The study involved five soils from Harwood Forest in Northumberland (UK) differently affected by water (two Gleysols and three Stagnosols), which is expected to influence SOM transformation in different ways. The image analysis indicated differences both in pore system and in SOM between the two soil types. In fact, unimodal distribution of pores was more evident

for soil profiles showing stagnic properties, with one 10-50  $\mu\text{m}$  modal pore class; while in the gleyic soils bimodality was detected, with an additional modal class around 200-500  $\mu\text{m}$ . In both soils plant organs at different stage of decomposition and amorphous organic compounds were found, but in Stagnosols amorphous organic matter reddish in color was more frequent. The SEM-EDS elemental analysis confirmed that the reddish compounds were Fe-rich (mean Fe content 2.7%) and their distribution was related to the presence of pores smaller than 50  $\mu\text{m}$  ( $r=0.90$ ;  $p<0.01$ ). Black and red amorphous compounds had higher O:C ratio than that of organs (0.32 and 0.30, respectively;  $p<0.01$ ) likely because the acidic compounds increased in more transformed organic fractions. After oxidation with NaClO, both morphological observation and SEM-EDS analysis showed that the nature of the changes that had occurred in the organic features were linked to the SOM form. In all samples, after the NaOCl treatment, the slightly decomposed organs were almost totally removed, while the reddish amorphous organic compounds seemed less affected both morphologically and chemically, with Fe:C ratio not significantly different ( $p=0.976$ ) before and after NaClO treatment. The proposed combined procedure seems to be a very promising approach to investigate the organic carbon dynamics and could provide new insights into the complexity of soil physical, chemical and biological processes.

**Keywords:** *undisturbed soil samples, carbon turnover, soil pores*

\*\*\*\*\*

### **VALUTAZIONE DI UN AGRO - ECOSISTEMA COSTIERO DEL LAZIO**

**R. Francaviglia<sup>1</sup>, R. Riviaccio<sup>1</sup>,  
A. Marchetti<sup>1</sup>, B. Pennelli<sup>1</sup>, V. Barbera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *CRA-RPS, Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Roma*

<sup>2</sup> *SIGA, Dipartimento Sistemi Agro-Ambientali, Università degli Studi, Palermo*

La ricerca è stata svolta in un'area di 144 ha ha circostante il Lago di Fogliano (Latina) dove l'uso principale dei terreni è agricolo, oltre ad una limitata attività zootecnica peculiare della zona, rappresentata dall'allevamento delle bufale da latte. I suoli sono Cutani Chromic/Gleyic Luvisols, Calcaric Fluvisols, Eutri-Sapric Histosols e Luvi-Hyposodic Planosols. Sono presenti anche associazioni di Eutric Fluvisols e Cutani-Chromic Luvisols. Nell'ambito di uno studio più

ampio per il monitoraggio della qualità delle acque di falda, sono stati prelevati 15 campioni di suolo lungo 6 transetti disposti dall'interno verso la sponda del lago, con differente uso del suolo (agricolo, zootecnico, ricreativo, insediativo, ecc.). Sui campioni sono stati determinati conducibilità elettrica (ECe), pH, N totale, C organico, granulometria e CSC. I dati dell'orizzonte superficiale, normalizzato a 25 cm, sono stati spazializzati con l'estensione Spatial Analyst di ArcGis e l'interpolatore IDW (Inverse Distance Weighted).

La tessitura è prevalentemente franco-sabbiosa, con piccole zone a tessitura sabbioso-franca, sabbiosa e franca. I valori di sostanza organica sono compresi tra 11 e 72 g kg<sup>-1</sup>. In relazione alle tessiture riscontrate sono da considerare elevati nella quasi totalità dell'area, con piccoli hot spot in cui assumono valore medio o basso, mentre il rapporto C/N risulta quasi sempre elevato, indice di notevoli quantità di residui vegetali indecomposti. La CSC mostra valori equamente distribuiti nei range 10-20 e 20-40 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>, con aree limitate con valori > 40 nei punti con tessitura franca. Il pH è principalmente neutro (6.6-7.3), debolmente acido (6-1-6.5) e moderatamente acido (5.6-6.0). La ECe dei terreni è quasi sempre trascurabile o moderata (0-0.5 e 0.5-1.0 dS m<sup>-1</sup>), con aree ridotte con valori forti (1.0-2.0 dS m<sup>-1</sup>). Le misure di ECw delle acque di falda presentano valori medi superiori a 5300 µS cm<sup>-1</sup> in un'estesa fascia, con punte di oltre 18000 µS cm<sup>-1</sup>. Ciò pone in risalto l'effetto dovuto all'intrusione salina delle acque del lago, che hanno valori medi di conducibilità elettrica di oltre 48000 µS cm<sup>-1</sup> con picchi di 61000 µS cm<sup>-1</sup> in estate. Considerati i valori molto elevati misurati anche negli orizzonti profondi dei suoli, questo parametro sarà successivamente valutato lungo tutto il profilo per comprendere meglio l'entità dell'intrusione salina dalle acque del lago.

**Parole-chiave:** uso del suolo, qualità del suolo, conducibilità elettrica

\*\*\*\*\*

## DINAMICHE DELL'ARSENICO NEI SUOLI DELLE PIANURE ALLUVIONALI DEI FIUMI GANGE E MEGHNA, BANGLADESH

M. Martin <sup>1</sup>, J. Hossain <sup>1,2</sup>, E. Barberis <sup>1</sup>, E. Bonifacio <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Di.Va.P.R.A. – Chimica Agraria e Pedologia, Università degli Studi di Torino

<sup>2</sup> Bangladesh Water Development Board, Ministry of Water Resources, Dhaka - 1000, Bangladesh

In Bangladesh la superficie irrigua è passata dal 40% a oltre il 75% in poco più di vent'anni, grazie allo sfruttamento delle falde acquifere, con un notevole aumento della produttività. Tuttavia, la presenza di arsenico (As) e altri contaminanti nell'acqua di falda pone potenziali rischi per la qualità degli alimenti e dell'ambiente. I suoli delle pianure alluvionali dei fiumi Gange e Meghna sono i più colpiti e ogni anno possono ricevere in questo modo fino a 10 kg/ha di As. I pareri sul destino di questo contaminante non sono concordi: mentre alcuni lavori riportano un progressivo accumulo, altri sembrano dimostrare un sostanziale abbattimento della sua concentrazione in seguito alle precipitazioni monsoniche. Le differenze riscontrate sono probabilmente legate a variazioni climatiche locali, tempo di permanenza dei suoli in condizioni di sommersione e, soprattutto, alle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli stessi. Il presente lavoro ha lo scopo di migliorare la comprensione delle dinamiche dell'As apportato con l'irrigazione in diverse zone del Bangladesh, tramite la valutazione di eventuali relazioni tra le forme di As e le proprietà dei suoli alluvionali nei bacini dei fiumi Gange e Meghna. I suoli delle due unità fisiografiche differiscono significativamente per la maggior parte delle caratteristiche fisico-chimiche. I suoli della pianura del Gange sono calcarei, con tessitura prevalentemente da franco-limosa a limoso-argillosa, mentre quelli della pianura del Meghna sono non calcarei, con tessitura per lo più franco-limosa. Gli ossidi di Fe, considerati tra i principali siti di adsorbimento per l'As nei suoli, sono mediamente più abbondanti nell'unità fisiografica della pianura del Gange, tuttavia le forme a scarso ordine cristallino sono decisamente meno rappresentate. Anche le forme di As differiscono, con concentrazioni maggiori nei suoli della pianura del Gange. Le correlazioni con gli ossidi di Fe, in particolare le forme a scarso ordine cristallino, più reattive, si evidenziano soltanto considerando le due serie separatamente, il che potrebbe indicare differenti meccanismi per la ritenzione dell'As nei suoli delle due unità fisiografiche. Anche se, in entrambi i casi, gli ossidi di Fe rappresentano i principali siti di adsorbimento per l'As, i suoli della pianura del Gange sembrano in grado di accumulare maggiormente l'As, che rimane relativamente più estraibile rispetto a quello presente nei suoli della pianura del Meghna, suggerendo anche una diversa incidenza dei fenomeni di sommersione.

**Parole chiave:** Arsenico, Suolo, Mobilità, Bangladesh

## FORME DI FOSFORO E PROPRIETÀ ADSORBENTI IN TRE SUOLI ALCALINI DOPO FERTILIZZAZIONE MINERALE ED ORGANICA DI LUNGO PERIODO

D. Pizzeghello<sup>a</sup>, A. Berti<sup>b</sup>, S. Nardi<sup>a</sup>,  
F. Morari<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Biotecnologie Agrarie,

<sup>b</sup> Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Università di Padova, Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (Padova), Italy

L'applicazione continua di fertilizzanti minerali e organici, tipica dell'agricoltura intensiva, può portare ad un accumulo di fosforo (P), ad una progressiva saturazione della capacità adsorbente dei suoli e ad un conseguente incremento del rischio di perdita dell'elemento verso i comparti acquatici. Con questo lavoro è stata studiata l'evoluzione nel lungo periodo (44 anni) delle forme di P nel suolo in un esperimento fattoriale che combinava tre tipi di suolo (sabbioso, argilloso e torboso) a tre tipi di fertilizzazione (assenza di fertilizzante, letame, concimazione minerale). È stato determinato il fosforo legato al calcio, al ferro e al ferro + alluminio, nonché l'effetto dei trattamenti sul fosforo disponibile estratto con ammonio ossalato, Mehlich-3, Olsen ed acqua. Infine, sono stati calcolati due indici rapidi di adsorbimento (PSI) e il grado di saturazione (DPS). Le diverse forme di fosforo del suolo sono state influenzate sia dalla quantità che dal tipo di fertilizzante. La letamazione ha causato un elevato incremento del contenuto di P influenzando, in particolar modo, il P estraibile in acqua e le forme più labili (Mehlich-3-P e Olsen-P). Le forme assimilabili e quelle più mobili sono risultate correlate positivamente con le sostanze umiche ad alto peso molecolare, suggerendo l'importanza del tipo di fertilizzante sull'evoluzione delle sostanze umiche stesse, oltretutto, sul comportamento del fosforo. I suoli letamati, e in minor misura quelli trattati con fertilizzante minerale, hanno superato i valori soglia di 20 mg kg<sup>-1</sup> per il P Olsen e 150 mg kg<sup>-1</sup> per il P Mehlich-3, evidenziando l'esistenza di un potenziale rischio di lisciviazione. Sebbene in termini assoluti gli accumuli maggiori siano stati riscontrati nei suoli argillosi e torbosi, sono i suoli sabbiosi ad aver destato la preoccupazione maggiore, causa la loro bassa capacità in adsorbimento e l'elevato grado di saturazione. Tra i metodi di analisi per la determinazione del fosforo assimilabile, l'estrazione Mehlich-3 ha dimostrato di essere il miglior indicatore sia per scopi agronomici che ambientali.

**Parole chiave:** Carbonati; Fertilizzazione di lungo periodo; Fosforo; Grado di saturazione; Letame; Mehlich-3.

\*\*\*\*\*

## IL PROGETTO PRACTICE: VALUTAZIONE INTEGRATA DEGLI INTERVENTI DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE. IL CASO DI STUDIO DEGLI INTERVENTI FORESTALI DI PULA (Ca)

C. Zucca<sup>1,2</sup>, S. Madrau<sup>1</sup>, C. Cucca<sup>1</sup>,  
F. Fava<sup>2</sup>, S. Campus<sup>3</sup>, R. Scotti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DIT (Dipartimento di Ingegneria del Territorio), Università di Sassari, V.le Italia, 39, 07100 Sassari. Italia. E-mail: madrau@uniss.it.

<sup>2</sup> NRD (Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione), Università di Sassari, V.le Italia, 57, 07100 Sassari. Italia.

<sup>3</sup> Scuola Forestale di Nuoro, Università di Sassari, Località Sa Terra Mala, Nuoro.

La desertificazione, intesa come *Land degradation in drylands*, è un problema importante a livello globale, dal punto di vista sia ambientale che socio-economico. Contrastare la desertificazione migliorando l'efficacia della gestione delle risorse territoriali costituisce un passo cruciale per lo sviluppo delle aree aride. Se la scienza ha fatto notevoli progressi nella comprensione delle cause dei processi di desertificazione, la valutazione ed il monitoraggio degli interventi di lotta alla desertificazione rimangono limitati, e ciò compromette la diffusione e l'adozione delle buone pratiche di prevenzione e ripristino. Il progetto PRACTICE, finanziato dal programma EC-FP7, affronta questo aspetto lavorando su una rete globale di siti di monitoraggio a lungo termine, distribuiti in Europa, nelle Americhe, in Africa e in Cina. Il progetto si propone in primo luogo di sviluppare e applicare un protocollo di valutazione integrata dell'efficacia degli interventi. Questo integra le molteplici dimensioni della *land degradation* mediante un *framework* concettuale finalizzato alla valutazione degli impatti degli interventi stessi sui beni e servizi forniti dagli ecosistemi, a diverse scale spaziali e secondo le differenti prospettive proprie dei diversi *stakeholders*. Viene fatto un uso integrato di rilevamenti di campo e di informazioni telerilevate. La valutazione degli impatti sulla funzionalità dei suoli viene condotta principalmente attraverso l'approccio noto come LFA (Landscape Function Analysis) che prevede il monitoraggio semi quantitativo di parametri pedologici e pedo-idrologici superficiali. Sul sito forestale di Pula-Pixnamanna (Ca) il metodo LFA è stato applica-

to e a sua volta integrato con un'analisi multi-temporale effettuata su ortofoto digitali (1954, 1977, 2006) con tecniche *object oriented* e mediante indicatori quantitativi di struttura del paesaggio. Lo studio è stato condotto in modo da comparare diversi tipi di interventi selvicolturali, tra loro e in rapporto a situazioni di controllo rispettivamente soggette ad evoluzione naturale (protetta da disturbi) ed a permanenza in atto di fattori di pressione e degradazione (pascolamento e incendi). I risultati ottenuti mostrano che gli interventi di riforestazione effettuati a partire dagli anni '50 hanno prodotto risultati sensibili in termini di riduzione delle aree a suolo nudo e degradate, oltre che in termini di accresciuta connettività e funzionalità dell'ecosistema.

**Parole chiave:** *valutazione integrata; indicatori; beni e servizi ecosistemici; LFA; landscape analysis.*

## **INCUBAZIONE DI TERRENI CON AGGIUNTE DI SOSTANZE PURE: LE INFORMAZIONI OTTENUTE MEDIANTE CONTENUTO IN CARBONIO ORGANICO E PARAMETRI DI UMIFICAZIONE PER LA COMPrensIONE DEI PROCESSI DI UMIFICAZIONE NEL TERRENO**

**F. Alianiello, M. G. Mascia**

*CRA-RPS (Consiglio per la ricerca in Agricoltura – Centro di Ricerca per lo studio delle relazioni Pianta-Suolo)*

Le sostanze umiche possono essere definite in maniera descrittiva, come ha fatto nel 2001 MacCarthy, che le definisce “una categoria di materiali naturali trovati o estratti dal suolo, sedimenti ed acque, che risultano dalla decomposizione di materiali che naturalmente si trovano nel suolo, nei sedimenti e nelle acque”. La definizione chimica di sostanze umiche invece si riferisce unicamente al metodo di estrazione. Le sostanze umiche, quindi, sono quelle che si ottengono dal terreno (o da altri ambienti) dopo estrazione alcalina e successive operazioni. Non sempre le due definizioni sembrano coincidere.

Sulla base dell'estrazione delle sostanze umiche sono stati proposti ormai da tempo dei cosiddetti parametri di umificazione, che si basano sui rapporti percentuali tra sostanze umiche e carbonio totale organico (TOC) o carbonio totale estratto (TEC) (che contiene, oltre alle sostanze umiche, anche del cosiddetto “non umico”). Questi parametri sono comparsi in numerose pubblicazioni ma, in diversi casi, è sembrato che il loro apporto all'informazione non fosse rilevante.

In questo studio vengono proposti dei valori di carbonio totale organico, carbonio totale estraibile e di parametri di umificazione ottenuti in un esperimento di incubazione di due suoli con aggiunta di sostanze organiche pure. Le sostanze pure aggiunte erano caseina, cellulosa, tripalmitina e lignina, e le analisi sono state fatte all'inizio, a 3 settimane, a 3, a 6 e a 12 mesi di incubazione. I risultati di carbonio organico totale, carbonio totale estratto, e dei parametri di umificazione, in un esperimento in cui le tesi erano ben differenziate, hanno fornito valori significativi (non solo in senso statistico), e hanno rilevato differenze nei comportamenti nel suolo delle diverse sostanze aggiunte, confermando l'utilità di tali semplici strumenti per lo studio dei processi riguardanti la sostanza organica del suolo.

Il TOC ha evidenziato le velocità differenziate di degradazione della sostanza organica (lignina < tripalmitina < cellulosa = caseina), il TEC e la

somma di acidi umici e fulvici (HA+FA) hanno indicato la ripartizione delle sostanze pure aggiunte fra i diversi pool di sostanza organica, e i parametri di umificazione hanno confermato ed evidenziato tali informazioni.

*Parole chiave: Sostanza organica, sostanze umiche, umificazione*

\*\*\*\*\*

## **LE AREE PRODUTTIVE DI TUBER MAGNATUM MANIFESTANO SIGNIFICATIVE DIFFERENZE DI ATTIVITÀ ENZIMATICHE DEL SUOLO**

**G. Bragato, E. Tomat, F. Fornasier**

*CRA – RPS, Via Trieste 23, 34170 Gorizia*

Le aree produttive del tartufo bianco pregiato (*Tuber magnatum*) presentano peculiari caratteristiche fisiche del suolo (Bragato et al., 2010). Con la presente indagine abbiamo voluto stabilire se contemporaneamente vi sono cambiamenti anche nella funzionalità biochimica andando a misurare l'attività enzimatica del suolo. Cepic Polje è una piccola piana fluviale di circa 2500 ettari nota per la produzione di *T. magnatum* e caratterizzata da suoli appartenenti alla sequenza Fluvisols-Cambisols. L'area è stata selezionata perché consente di effettuare confronti tra suoli produttivi e non produttivi in condizioni ambientali e biologiche controllate grazie alla presenza di simbionti della medesima età appartenenti alla stessa specie botanica (*Populus deltoides*).

L'indagine è stata condotta secondo un disegno casuale stratificato che metteva a confronto aree produttive e non produttive. Sono stati confrontati 20 siti che producono *T. magnatum* con altrettanti siti non produttivi. Le coordinate dei punti di campionamento sono state selezionate con un generatore di numeri pseudocasuali. I campioni di suolo sono stati raccolti nello strato 5-15 cm, seccati all'aria e setacciati a 2 mm. Abbiamo quindi determinato le seguenti attività enzimatiche: arilsulfatasi,  $\beta$ -glucosidasi, esterasi, fosfatasi alcalina e leucina aminopeptidasi. Le analisi sono state eseguite su micropiastra con substrati fluorescenti dopo aver estratto gli enzimi dal terreno mediante desorbimento con proteina, tecnica che permette una capacità di lavoro circa 10 volte superiore alle tecniche tradizionali e con maggiore sensibilità. I confronti statistici sono stati effettuati con il test *t* di Student per campioni indipendenti, previa valutazione dell'omogeneità della varianza.

Tutti gli enzimi presi in considerazione hanno manifestato differenze altamente significative, con valori più alti nei transetti tartufigeni per tutti gli enzimi considerati tranne la leucina aminopeptidasi, che mostrava un comportamento inverso. Le maggiori differenze hanno riguardato l'arilsulfatasi e l'esterasi, ma importanti erano anche le variazioni relative alla fosfatasi alcalina, verosimilmente legata all'assorbimento del P dal suolo da parte della simbiosi ectomicorrizica.

#### **Bibliografia**

Bragato G., Vignozzi N., Pellegrini S., Sladonja B., 2010. Physical characteristics of the soil environment suitable for *Tuber magnatum* production in fluvial landscapes. *Plant and Soil*, 329:51-63.

**Parole chiave:** *enzimi del suolo, pedoambiente, Tuber magnatum*

\*\*\*\*\*

### **RISULTATI PRELIMINARI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA E DELLA DIVERSITÀ MICROBICA IN SUOLI ANTROPOGENICI DI AMBIENTE IPERARIDO**

**B. Camilli**<sup>1</sup>, **M. T. Dell'Abate**<sup>2</sup>, **S. Mocali**<sup>2,3</sup>, **C. Dazzi**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 13, 90128, Palermo, [camilli@unipa.it](mailto:camilli@unipa.it), [dazzi@unipa.it](mailto:dazzi@unipa.it);

<sup>2</sup> Centro di Ricerca per le Relazioni Pianta Suolo, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura (CRA-RPS), Via della Navicella 2-4, 00184, Roma, [mariateresa.dellabate@entecra.it](mailto:mariateresa.dellabate@entecra.it);

<sup>3</sup> Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e Pedologia, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura (CRA-ABP), Piazza D'Azeglio, 30, 50121, Firenze, [stefano.mocali@entecra.it](mailto:stefano.mocali@entecra.it).

L'attività agricola influenza la qualità del suolo, particolarmente in ambienti iperaridi dove le estreme condizioni pedoclimatiche ne limitano la resilienza, aumentandone il rischio di degrado. L'obiettivo del presente studio consiste nella caratterizzazione della sostanza organica e della diversità microbica di suoli antropogenici, in un'area iperarida del Perù meridionale (Dipartimento di Arequipa). Nell'area di studio, i suoli naturali sono stati convertiti all'uso agricolo attraverso imponenti opere di terrazzamento e con un impressionante impatto sul pedopaesaggio originario. Tre pedon scelti secondo una cronosequenza che considera gli anni di uso agricolo (pedon YV, CU, YB con 5, 35 e 65 anni di coltivazione rispettivamente) sono stati campionati

nel topsoil. La quantità e la qualità della sostanza organica è stata stimata determinando il carbonio organico totale ( $C_{org}$ ), estraibile ( $C_{ext}$ ), la frazione umica e fulvica ( $C_{HA+FA}$ ) e la biomassa microbica ( $C_{mic}$ ). Le caratteristiche della comunità microbica sono state valutate attraverso il conteggio delle colonie (CFU), la respirazione microbica, l'analisi dell'impronta metabolica (CLPP) e della diversità genetica (DGGE). I risultati hanno mostrato un aumento di  $C_{org}$  nel suolo coltivato da 65 anni (YB). Valori inferiori e simili sono stati registrati nei suoli coltivati da 5 (YV) e 35 anni (CU). L'incremento del  $C_{ext}$  ed il valore costante di  $C_{HA+FA}$  suggeriscono che tale incremento sia principalmente dovuto all'aumento della frazione labile non umificata e della frazione insolubile. La capacità di umificare è minore in YB rispetto a YV e CU, come si desume dal minore grado di umificazione (DH). I valori di  $C_{mic}$  risultavano molto bassi in tutti i suoli (< 1% del  $C_{org}$ ), così come il numero delle colonie (CFU). Tuttavia, differenze rilevabili nell'attività microbica sono state osservate in YB (maggiore respirazione basale e cumulativa) mentre YV e CU mostravano curve simili ed inferiori. L'analisi dell'impronta metabolica evidenzia valori coerenti con quelli della sostanza organica, nonostante i valori simili di AWCD (Average Well Colour Development). YB mostra un profilo metabolico significativamente diverso ed un'attività microbica più lenta. Questo è probabilmente dovuto ad una specializzazione metabolica dei microrganismi per substrati organici complessi nel suolo maggiormente antropizzato. L'analisi molecolare DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) ha evidenziato un crescente aumento della diversità microbica dal pedon YV fino al YB. I risultati preliminari mostrano che, in aree iperaride, l'aumento del carbonio organico del suolo, a seguito dell'attività agricola, può avvenire in un tempo molto lungo, accrescendo progressivamente l'attività e la diversità microbica del suolo, importanti indici di qualità del suolo.

**Parole chiave:** *suoli Antropogenici, sostanza Organica, diversità Microbica, ambienti iperaridi*

\*\*\*\*\*

### **CARATTERIZZAZIONE MOLECOLARE DELLA COMUNITÀ MICROBICA COINVOLTA NEL CICLO DEL CARBONIO IN AREE E SISTEMI GESTIONALI DIVERSI**

**S. Landi**<sup>a</sup>, **R. Piccolo**<sup>a</sup>, **S. Simoncini**<sup>a</sup>, **R. Pastorelli**<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> CRA-ABP Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura – Centro di ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Piazza Massimo D'Azeglio 30, 50121 Firenze

<sup>b</sup> CRA-CIN Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura – Centro di ricerca per le Colture Industriali, Via di Corticella 133, 40128 Bologna

Il suolo è il più grande deposito di carbonio organico all'interno della biosfera terrestre. Tutte le pratiche che determinano l'impoverimento della sostanza organica riducono la resilienza del suolo e la produzione agricola, causando il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica e di metano. I maggiori responsabili delle trasformazioni della sostanza organica sono i microrganismi la cui attività è fortemente influenzata dalle caratteristiche chimico-fisiche del suolo e dalle interazioni ecologiche. In questo lavoro vengono affrontati alcuni aspetti chiave del ciclo del carbonio mediante l'analisi di DNA direttamente estratto dal suolo. Sono stati analizzati due gruppi di batteri, i degradatori della chitina e i metanotrofi, che utilizzano il metano come fonte di energia e fungono da regolatori dell'emissione di questo potente gas serra. Per comprendere meglio l'influenza dei fattori ambientali su questi gruppi microbici sono stati studiati sistemi gestionali diversi, che comprendono la foresta, gli impianti arborei intensivi, i seminativi e il pascolo, in suoli con caratteristiche chimico-fisiche diverse distribuiti in alcune aree dell'Italia centrale e meridionale.

L'analisi DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) del 16S rRNA degli eubatteri, degli attinomiceti e dei metanotrofi di tipo I e di tipo II, ha evidenziato una richness (numero bande/profilo) compresa in un range rispettivamente di 5 e 11, 7-12, 1-4 e 7-12. I metanotrofi di tipo II, rappresentati dai generi *Methylosinus* e *Methylocystis* ( $\alpha$ -Proteobatteri), sono risultati più abbondanti di quelli del tipo I, (generi *Methylomonas*, *Methylobacter*, *Methylomicrobium* e *Methylococcus*;  $\gamma$ -Proteobatteri). I geni funzionali codificanti per la subunità catalitica della metano monossigenasi insolubile (*pmoA*) e per la chitinasi (*chiA*), hanno mostrato una richness compresa, rispettivamente, tra 0 e 6, e tra 1 e 3. L'analisi UPGMA (Unweighted Pair Group Mathematical Average) condotta sui DGGE del gene per 16S rRNA della microflora eubatterica ha rilevato la formazione di cluster ben separati in base ai siti di campionamento, mentre per gli altri geni non è stata ottenuta una completa separazione in cluster né in base ai siti, né in base al management. L'analisi CCA (Canonical Correspondance Analyses) ha messo in evidenza una significativa cor-

relazione di questi gruppi microbici con i fattori ambientali in particolare con la granulometria del suolo. La microflora eubatterica è risultata influenzata dal contenuto in sabbia mentre gli attinomiceti dall'argilla (anche se con bassa significatività). I metanotrofi sono risultati altamente correlati con sabbia e argilla ma in modo opposto tra quelli di tipo I e II. I geni funzionali *chiA* e *pmoA* sono risultati maggiormente influenzati rispettivamente dall'argilla e dalla sabbia.

**Parole chiave:** metanotrofi, chitinasi, DGGE.

\*\*\*\*\*

## STABILITÀ DELLA COMUNITÀ MICROBICA DI SUOLI BOSCHIVI DOPO RISCALDAMENTO ED INUMIDIMENTO CONTROLLATI

**L. V. A. Laudicina, Luigi Badalucco, Antonino Indorante, E. Palazzolo**

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento dei Sistemi Agro-Ambientali, Viale delle Scienze, Edificio 4, 90128 Palermo

Da diversi anni gli incendi nell'area del bacino del Mediterraneo tendono ad incrementare per numero e superficie interessata. Ad oggi, in Italia la superficie territoriale percorsa dal fuoco è pari a circa 100.000 ettari anno<sup>-1</sup>, metà dei quali boschivi. A livello nazionale, la Sicilia è tra le regioni più funestate dagli incendi boschivi. Gli effetti dell'incendio possono essere fondamentalmente distinti in due tipi: a) diretto, tramite la combustione, il cui impatto è proporzionale alla durata e al decorso dell'incendio ed b) indiretto, mediato dal riscaldamento indotto del suolo e che si ripercuote sull'entità e sulla velocità dei processi che in esso avvengono. La combustione è un processo chimico-fisico rapidissimo di decomposizione, che avviene solo in presenza del combustibile (materiale vegetale), dell'ossigeno e di una piccola quantità di calore ad alto potenziale (innescò), che determina lo sviluppo a catena del processo stesso. Le proprietà fisico-chimiche del suolo subiscono modificazioni a temperature superiori a 200°C, mentre la componente biologica si altera anche a temperature più basse. Temperature superiori a 50°C possono provocare la morte dei microrganismi del suolo, con i funghi più termo-labili dei batteri. Obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare, in laboratorio, gli effetti del riscaldamento per 30 minuti a 160 o 380°C (rispettivamente incendio di bassa e media intensità), e del successivo inumidimento con acqua dolce o marina, sulla stabilità della biomassa microbica di un suolo boschivo sotto

diverse essenze (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. occidentalis*, *Cupressus sempervirens*, *Pinus halepensis*). I tre fattori sperimentali investigati (specie boschiva, riscaldamento e tipo di acqua per l'inumidimento) hanno tutti significativamente influenzato la biomassa microbica del suolo, nonché la sua composizione. Il riscaldamento a 380°C è stato il fattore che ha indotto una maggiore riduzione del pool di biomassa microbica del suolo. I batteri, rispetto ai funghi e alle micorrize, hanno mostrato una maggiore resistenza al riscaldamento del suolo, in particolare alla temperatura più elevata (380°C). Il tipo di acqua utilizzata per l'inumidimento dopo il riscaldamento gioca un ruolo chiave nel condizionare, a parità di temperatura, la diversità e l'equitabilità della comunità microbica. Inoltre, la comunità microbica del suolo ha mostrato una diversa stabilità ai fattori sperimentali in funzione delle diverse essenze, confermando che la copertura boschiva gioca un ruolo chiave nello sviluppo e nell'evoluzione della microflora del suolo. La comunità microbica meno resistente ai fattori sperimentali investigati sembra quella che si è stabilita sotto *Pinus halepensis*.

**Parole chiave:** suoli boschivi, riscaldamento, acqua marina, struttura della comunità microbica

\*\*\*\*\*

#### **CARATTERIZZAZIONE MICROMORFOLOGICA DI UN SUOLO AD OLIVETO SU TYPIC RHODOXERALS. PEDOGENESI E PEDOTURBAZIONI**

**S. Madrau<sup>1</sup>, C. Zucca<sup>1,2</sup>, A. Soro<sup>1</sup>, S. Kapur<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> DIT (Dipartimento di Ingegneria del Territorio), Università di Sassari, V.le Italia, 39, 07100 Sassari, Italia. E-mail: [madrau@uniss.it](mailto:madrau@uniss.it).

<sup>2</sup> NRD (Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione), Università di Sassari, V.le Italia, 57, 07100 Sassari, Italia.

<sup>3</sup> University of Çukurova, Departments of Soil Science and Archaeometry, Adana, Turkey.

Le Terre Rosse mediterranee, in virtù delle loro peculiari caratteristiche pedologiche e morfologiche, sono generalmente ritenute adatte alle colture arboree di lungo ciclo. Storicamente, nel bacino mediterraneo esse sono state estesamente destinate a colture tradizionali e, soprattutto gli uliveti, nel lungo periodo, hanno contribuito a plasmarne i paesaggi fisici e culturali. Il presente studio ha per oggetto il suolo rizosferico di un uliveto tradizionale ubicato non lontano da Sassari (Sardegna, Italia). Lo scopo dello studio è evi-

denziare le caratteristiche pedologiche microscopiche e sub-microscopiche originate sia dai processi pedogenetici, sia dagli effetti prodotti dall'uso del suolo, rimasto immutato negli ultimi 150 anni. Il suolo dell'uliveto in esame si è sviluppato su calcari marini miocenici. Sono stati studiati due profili aperti a breve distanza l'uno dall'altro, uno sotto chioma e l'altro nell'interfilare (il sesto d'impianto è regolare e approssimativamente di 5x5m). Sono state eseguite analisi chimiche e fisiche di laboratorio e i campioni indisturbati sono stati raccolti da ciascun orizzonte per analisi su sezione sottile e per analisi SEM. I risultati ottenuti evidenziano gli effetti delle piante sul ciclo del carbonio, con particolare riferimento alla distribuzione laterale e verticale degli acidi umici, insieme agli effetti di una vigorosa bioturbazione operata dagli apparati radicali e dalla fauna edafica, i quali si integrano con le caratteristiche ereditate da processi genetici lunghi e complessi.

**Keywords:** Colture arboree tradizionali; Mediterraneo; micromorfologia; SEM; acidi umici.

\*\*\*\*\*

#### **ATTIVITÀ MICROBICA DI UN SUOLO MEDITERRANEO TRATTATO CON EFFLUENTE ZOOTECNICO ADDIZIONATO CON ANTI NITRIFICANTE**

**A. Maienza<sup>1,2</sup>, A. Benedetti<sup>1</sup>, S. Grego<sup>2</sup>, M.T. Dell'Abate<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CRA Centro per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Roma.

<sup>2</sup> DABAC Dipartimento Agrobiologia e Agrochimica-Università della Tuscia, Viterbo

Corresponding author; E-mail [anitamaie@unitus.it](mailto:anitamaie@unitus.it)

L'obiettivo dello studio è stimare l'effetto esercitato dall'ammendamento con un effluente bovino sull'attività della biomassa microbica di un suolo proveniente da un ambiente mediterraneo e di verificare se l'aggiunta al refluo di una molecola antinitrificante provochi significative differenze in tali attività. Invero, l'apporto di sostanza organica facilmente degradabile comporta un atteso incremento della biomassa microbica e delle attività ad essa correlate, mentre sono poco conosciuti gli effetti che l'inibizione della nitrificazione nel suolo esercita sull'attività della comunità microbica. Sono state studiate in laboratorio quattro tesi: suolo controllo, suolo trattato con antinitrificante, suolo trattato con liquame bovino e suolo trattato con liquame ed antinitrificante.

L'incubazione è stata effettuata in condizioni ottimali, ad umidità costante e a temperatura di 30°C

per ventotto giorni, effettuando i prelievi per le analisi in cinque tempi prestabiliti (T0, T4, T7, T14, T28). Sono stati determinati i valori di pH del suolo, la mineralizzazione del carbonio del suolo ed il carbonio della biomassa microbica e valutate le variazioni intervenute nel tempo nelle diverse tesi. Le attività di otto enzimi sono state determinate fluorimetricamente; in particolare, si sono considerate le attività di cellulasi, xylosidasi e  $\beta$ glucosidasi (ciclo C), leucina ed N acetyl  $\beta$ -glucosaminidasi (NAG) (ciclo N), fosfatasi per il P ed aril sulfatasi per il ciclo dello S, a cui si aggiunge l'acetato esterasi per l'attività endocellulare. Alla fine del periodo di incubazione gli effetti dei trattamenti sull'attività microbica del suolo hanno presentato delle chiare correlazioni. In presenza dell'antinitrificante viene significativamente ridimensionato, durante tutto il periodo dell'incubazione, il processo di mineralizzazione della sostanza organica endogena del suolo, innescato dall'aggiunta di sostanza organica fresca al suolo (effluente); parallelamente, la variazione della dimensione del pool microbico, stimata dalla misura del carbonio della biomassa microbica, risulta essere considerevolmente inferiore quando al refluo viene aggiunto l'antinitrificante. Le attività enzimatiche riconducibili ai cicli del carbonio e dell'azoto in questo studio presentano attività inferiori nel suolo trattato con effluente ed antinitrificante rispetto al trattamento con il solo refluo e sono altresì correlate ai valori di pH misurati nel corso dell'incubazione. In conclusione, per tutti i parametri considerati i valori dopo l'aggiunta dell'inibitore all'effluente rispetto al solo effluente sono significativamente minori e le variazioni delle attività enzimatiche nelle due settimane successive al trattamento seguono l'andamento dell'attività di mineralizzazione del carbonio.

**Parole chiave:** attività microbica, anti nitrificante, effluente zootecnico, enzimi.

\*\*\*\*\*

## **EFFICACIA DELLA BIOFUMIGAZIONE CON *BRASSICA JUNCEA* NEL CONTROLLO DEL "MAL DEL PIEDE" DEL FRUMENTO ED EFFETTI SULLA DIVERSITÀ MICROBICA DEL SUOLO**

**S. Mocali**<sup>1,2</sup>, **A. Santori**<sup>3</sup>, **B. Felici**<sup>2</sup>, **M. Barba**<sup>3</sup>, **S. Landi**<sup>1</sup>, **A. Benedetti**<sup>2</sup>, **A. Infantino**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CRA-ABP Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, P.za D'Azeglio 30, 50121 – Firenze

<sup>2</sup>CRA-RPS Centro di Ricerca per lo studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Via della Navicella, 2-4, 00184 – Roma

<sup>3</sup>CRA-PAV Centro di Ricerca per la Patologia Vegetale, Via C.G. Bertero, 22, I-00156 Roma

Il "mal del piede" (Crown and root-rot, CRR) è una malattia dalla complessa eziologia nella quale sono coinvolte diverse specie fungine di *Fusarium*. Questa malattia è ben nota in Italia e la sua ricaduta economica sta aumentando sempre di più negli ultimi anni. Il controllo della malattia è reso problematico dall'impossibilità di applicare sostanze chimiche al suolo e dalla scarsa disponibilità di varietà resistenti. Oltre alla concia del seme, solo l'utilizzo di ampie rotazioni colturali potrebbe essere efficace, ma la loro pratica applicazione è limitata dal limitato numero di specie avvicendabili economicamente remunerative. Recentemente la "biofumigazione" è stata proposta come strategia alternativa che sfrutta le proprietà fumiganti dei residui verdi di *Brassica* per il controllo di numerosi patogeni del suolo. Tuttavia eventuali effetti negativi su altri organismi tellurici non-target devono essere attentamente valutati. Pertanto gli obiettivi del presente lavoro sono: i) verificare l'efficacia dei residui verdi di *Brassica juncea* nel controllo del CRR da *Fusarium* nel frumento; ii) verificare l'assenza di effetti negativi sulla comunità microbica del suolo monitorando sia l'attività che la diversità funzionale della comunità microbica in seguito alla biofumigazione. Una prova sperimentale preliminare è stata allestita presso l'azienda sperimentale del CRA-PAV a Monterotondo (Roma). Sono state preparate 2 parcelle di circa 4300 mq l'una: una seminata con *Brassica juncea* var. Scala ed una lasciata come controllo. Dopo 40 giorni le piante sono state trinciate ed interrate per consentire la successiva semina di frumento duro (var. Liberdur non conciato). Sono stati effettuati 3 campionamenti di suolo (0-20cm) per ciascuna tesi: prima della semina (T0), dopo 40 giorni (prima della trinciatura) (T1) e 14 giorni dopo (T2). Le piante di frumento sono state campionate in quattro momenti: 1) 3° foglia; 2) pieno accestimento; 3) levata; 4) botticella. I tessuti vegetali prelevati sono stati utilizzati per le analisi micologiche su terreno agarizzato con antibiotici per la valutazione dell'incidenza e della gravità di attacco sulle piante. Inoltre per ciascun campione di suolo sono state determinate sia la respirazione microbica basale e potenziale ( $C_{bas}$  e  $C_0$ ), la biomassa microbica ( $C_{mic}$ ), l'impronta metabolica della comunità microbica (Community Level Physiological Profile, CLPP) e infine la diversità genetica mediante metodi molecolari (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, DGGE). I risultati hanno evidenziato sia una buona capacità di con-

tenimento dei principali patogeni fungini del “mal del piede” che l’assenza di evidenti effetti negativi sulla comunità microbica del suolo e sulle sue funzioni in seguito all’utilizzo della *B.juncea*.

**Parole chiave:** *Biofumigazione, Brassica juncea, Mal del piede, Biodiversità del suolo, Diversità microbica*

\*\*\*\*\*

#### **NUOVI PRIMER PER LA CARATTERIZZAZIONE MOLECOLARE DELLA COMUNITÀ DI BATTERI RIDUTTORI DEL NITRATO DEL SUOLO**

**R. Pastorelli<sup>a, b</sup>, R. Piccolo<sup>a</sup>, S. Simoncini<sup>a</sup>, S. Landi<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> CRA-ABP Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura – Centro di ricerca per l’Agrobiologia e la Pedologia, Piazza Massimo D’Azeglio 30, 50121 Firenze

<sup>b</sup> CRA-CIN Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura – Centro di ricerca per le Colture Industriali, Via di Corticella 133, 40128 Bologna

Il nitrato è la forma di azoto ossidata più abbondante nella biosfera ma spesso costituisce un fattore limitante per la crescita delle colture agrarie. Nel suolo l’attività microbica influenza i livelli di nitrato mediante il processo di denitrificazione nel quale il nitrato è ridotto a nitrito e successivamente ad azoto molecolare. La denitrificazione porta alla perdita di azoto dal suolo agricolo rendendo tale processo interessante sia dal punto di vista ambientale che economico. Inoltre in un contesto attuale come quello dei cambiamenti climatici, la denitrificazione svolge un ruolo significativo in quanto può portare all’emissione di N<sub>2</sub>O nell’atmosfera, un potente gas serra coinvolto nel riscaldamento globale e nella degradazione dello strato di ozono. Il gene *narG* può essere utilizzato come marker funzionale dei microrganismi denitrificanti in quanto codifica per la subunità catalitica dell’enzima coinvolto nel primo step del processo di riduzione. Lo studio delle comunità batteriche funzionali del suolo risulta essere un strumento adatto alla valutazione della conservazione, resilienza e sostenibilità del suolo, in quanto queste sono sensibili ai cambiamenti delle proprietà chimico-fisiche ed alle diverse attività dovute alla gestione agraria. La nostra ricerca è stata rivolta allo sviluppo di un nuovo set di primer per l’identificazione del gene *narG*, adatto ad esplorare la diversità della comunità di batteri riduttori del nitrato nel suolo. Questi microrganismi rappresentano una comunità funzionale tassonomicamente molto diversa compren-

dendo specie appartenenti a vari phylum e perfino agli Archea. La validità dei nuovi primer è stata controllata mediante amplificazione su ceppi batterici di riferimento e su DNA estratto direttamente dal suolo. È stata valutata l’influenza di diversi fattori edafici e sistemi gestionali, sull’abbondanza e diversità di questo gruppo microbico. Sono stati analizzati suoli con caratteristiche chimico-fisiche diverse provenienti da ambienti che comprendono la foresta, gli impianti arborei intensivi, i seminativi e il pascolo, distribuiti in alcune aree dell’Italia centrale e meridionale. I prodotti PCR ottenuti sono stati separati elettroforeticamente mediante DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) ottenendo dei profili con poche bande ma con una buona risoluzione ed un discreto polimorfismo, indice di un numero variabile di prodotti PCR sintetizzati presumibilmente da individui o specie differenti. L’analisi UPGMA (Unweighted Pair Group Mathematical Average) ha generato alcuni cluster separati in base al sito di campionamento. Numerose bande del DGGE sono state clonate e sequenziate confermando che gli amplificati analizzati corrispondevano alla regione bersaglio scelta del gene *narG*. Dall’analisi filogenetica le sequenze parziali ottenute mostrano una maggiore correlazione con sequenze derivanti da □ e □-Proteobatteri.

**Parole chiave:** *denitrificazione, narG, DGGE*

\*\*\*\*\*

#### **. INDAGINE PRELIMINARE SULLA DIVERSITÀ MICROBICA DEL SUOLO: EFFETTO DEL SUBSTRATO PEDOGENETICO**

**A. Pignataro<sup>a, b</sup>, M. C. Moscatelli<sup>b</sup>, S. Mocali<sup>c</sup>, S. Grego<sup>b</sup>, A. Benedetti<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> CRA-RPS Centro per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura sezione Relazione Pianta Suolo, Roma

<sup>b</sup> Università degli Studi della Tuscia, Facoltà di Agraria - Viterbo, D.A.B.A.C. Dipartimento di Agrobiologia e Agrochimica

<sup>c</sup> CRA-ABP Centro per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura sezione AgroBiopedologia, Firenze

L e le funzioni biologiche di un suolo, garantite soprattutto dall’attività della comunità microbica, sono influenzate dall’interazione tra il tipo di copertura vegetale (morfologia della chioma, quantità e qualità della lettiera, apparato radicale, rizodeposizioni e prodotti radicali in genere) e il tipo di suolo. Il presente studio, che rientra in un progetto più ampio volto a caratterizzare la diversità microbica del suolo in ecosistemi forestali naturali, intende focalizzare l’attenzione

sull'influenza del diverso substrato pedologico nei confronti della composizione e delle attività dei servizi ecosistemici della comunità microbica. A tal fine sono stati confrontati tre sistemi caratterizzati da una medesima copertura (*Quercus cerris* spp) e condizioni topografiche simili (altitudine, piovosità, esposizione) ma con diverso substrato pedogenetico (Andosuolo, Entisuolo, Inceptisuolo). Il campionamento è stato effettuato nell'estate del 2009 in tre riserve naturali del Centro Italia (Riserva Naturale "Selva di Meana", Riserva Naturale "Monte Rufeno", Riserva Naturale "Lago di Vico") ad una profondità 0-20 cm nell'orizzonte A. La diversità funzionale è stata determinata attraverso la stima di otto attività enzimatiche e tramite la determinazione dell'impronta fisiologica delle comunità microbiche (CLPP) tramite l'impiego delle tecniche MicroResp e BIOLOG, unitamente pH, C organico, N totale, biomassa microbica, respirazione microbica e cinetica di mineralizzazione del carbonio. Dai dati ottenuti è stato calcolato l'indice di diversità di Simpson-Yule. I tre siti sono caratterizzati da significative differenze nel contenuto di C organico e pertanto tutti i dati biochimici sono stati normalizzati per tale valore così da eliminare ulteriori fonti di variazione.

**Parole chiave:** *Ecosistemi forestali, substrato pedologico, diversità funzionale,*

\*\*\*\*\*

## **INTERVENTO DI CONVERSIONE PER SCOPI PRODUTTIVI DI UN CASTAGNETO SPERIMENTALE: EFFETTI NEL BREVE TERMINE SULLA FERTILITÀ DEL SUOLO E TURNOVER DELLA SOSTANZA ORGANICA**

**L.Vittori Antisari, G. Falsone, S. Carbone, G. Vianello**

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna*

La gestione delle foreste oggi punta ad una migliore valorizzazione economica della risorsa, anche attraverso il recupero di zone tradizionalmente votate alla produzione. La marginalità delle zone di intervento, sovente causa del loro passato abbandono, può essere una criticità che deve essere presa in considerazione per una pianificazione strategica. In aree marginali abbondanti, infatti, le condizioni di evoluzione del suolo possono dare origini a suoli poco potenti e scarsamente sviluppati in cui la fertilità può essere garantita prevalentemente dal turnover della sostanza organica e dal biocycling. Per studiare la sostenibi-

lità ambientale di un intervento ad alto impatto destinato alla riqualificazione di un castagneto abbonato, si è valutato l'effetto sulla fertilità del suolo e sulla presenza di vari pool di sostanza organica. In particolare, questo studio presenta i dati relativi alle variazioni avvenute nel corso dei primi sei anni di intervento. L'area di studio è un castagneto sperimentale (Granaglione, BO) trattato a taglio raso e successivo innesto di *Castanea sativa* per la produzione legnosa. Il suolo del castagneto evolve su una formazione arenaceo quarzoso-micacea e feldspatica del medio Appennino tosco-emiliano. Prima del taglio raso (giugno 2004) è stato aperto un profilo di riferimento. Dopo il completamento dell'intervento (luglio 2004), campioni di suolo degli orizzonti superficiali sono stati prelevati annualmente. Per tutti i campioni sono stati determinati: pH, C organico totale e pool estraibili in NaOH-Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> e della biomassa microbica, respirazione della biomassa, N totale, capacità di scambio cationica, macroelementi nutritivi sia in forma scambiabile (Ca, Mg, K) che totale (Ca, Mg, K, P). Nell'area di studio, i fattori pedogenetici hanno determinato un suolo classificabile come Epileptic Regosol (Dystric). Comunque, nel primo orizzonte di superficie (A1) la saturazione basica è elevata, pari a 86%, grazie alla forte presenza di calcio che domina il complesso di scambio (saturazione calcica: 49%). Dal confronto con gli orizzonti sottostanti, in superficie è evidente l'arricchimento di calcio in forma scambiabile, e di Ca e P in forma totale. In seguito alle operazioni di miglioramento la quantità di calcio scambiabile in superficie diminuisce, mentre, contrariamente a quanto atteso, il carbonio organico totale non varia sensibilmente. Si osserva, comunque, una diminuzione della componente umificata (fino a 15%) ed un relativo aumento della fase organica labile, non umificata. Questi andamenti sono evidenti anche nell'orizzonte A2. La popolazione microbica sembra rispondere al nuovo input di composti facilmente disponibili con un aumento progressivo della biomassa nel tempo: il C-microbico varia da valori anche inferiori a 200 mg kg<sup>-1</sup> negli orizzonti A1 e A2 subito dopo il taglio, a valori di circa 1220 e 740 mg kg<sup>-1</sup> rispettivamente. Questo aumento è accompagnato, per lo meno nelle fasi iniziali, da un progressivo incremento della respirazione basale (fino a 5.5-3.5 µg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>, rispettivamente). I dati dei primi anni suggeriscono quindi un'iniziale perdita di fertilità dell'orizzonte superficiale ed un consumo di sostanza organica umificata probabilmente dovuto alle nuove esigenze della biomassa microbica. Il

sistema appare comunque ancora lontano dell'equilibrio, e l'indagine proseguirà nei prossimi anni per monitorare le variazioni.

**Parole chiave:** *castagneto da legno; pools di carbonio; sostenibilità ambientale*

\*\*\*\*\*

## **INDAGINE SUI MICROARTROPODI E SULLA QUALITÀ BIOLOGICA DEI SUOLI DELLA PINETA DI SAN VITALE (RAVENNA): PRIMI RISULTATI**

**S. Bacchi, A. Buscaroli, L. Paladin,  
D. Zannoni, A. Pasteris**

*Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali – Università degli studi di Bologna – Via Sant'Alberto, 163 – 48123 Ravenna silvia.bacchi2@unibo.it*

La Pineta di S. Vitale è stata originata dalla piantumazione di *Pinus pinea*, introdotto a partire dal XIV secolo, per sfruttare la produzione di pinoli, su un preesistente bosco planiziale. La Pineta ha un'estensione di circa 1100 ha, confina ad est con la laguna costiera salmastra della Pialassa Baiona ed è caratterizzata dalla presenza di una serie di allineamentipaleodunali, generati dall'avanzamento della linea di costa nel corso di alcuni secoli. Il sistema dunale influenza in modo sostanziale sia la posizione della falda freatica rispetto alla superficie topografica sia le caratteristiche dei suoli, suddivisi in tre pedotipi: Typic Ustipsamments, in corrispondenza delle sommità dunali; Aquic Ustipsamments, alla base delle dune; Typic Psammaquents, in corrispondenza delle bassure interdunali, dove la falda è molto vicina alla superficie o addirittura affiorante in alcuni periodi dell'anno. L'area è soggetta a intrusione di acqua salata o salmastra all'interno dell'acquifero, fenomeno che ha causato la salinizzazione del suolo in alcune zone della Pineta.

Vengono qui riportati i primi risultati di uno studio il cui obiettivo è valutare l'influenza dei diversi pedotipi e della salinizzazione sul popolamento di microartropodi e in particolare sulla qualità biologica del suolo valutata secondo il metodo QBS-ar. L'area di studio è stata divisa in due zone: Est, limitrofa alla Pialassa Baiona, maggiormente influenzata dall'ingressione di acqua salmastra; Ovest, dove tale fenomeno è meno rilevante. All'interno di ogni zona sono stati identificati tre transetti. Lungo ogni transetto sono state individuate tre stazioni, ciascuna rappresentativa di un pedotipo. In corrispondenza di ogni stazione sono stati raccolti tre campioni di suolo,

da cui si sono estratti i microartropodi. Sono state anche misurate alcune caratteristiche chimiche e fisiche del suolo. Il campionamento è stato ripetuto in due date, la prima in primavera, la seconda in estate. I risultati preliminari qui riportati si riferiscono al campionamento primaverile e confermano che le caratteristiche chimiche e fisiche variano secondo un modello comune lungo il gradiente sommità dunali-bassure interdunali. Non è invece stato possibile individuare un pattern valido per tutti i transetti per quanto riguarda la struttura del popolamento di microartropodi e il valore dell'indice QBS-ar, sebbene sembri possibile riconoscere alcune caratteristiche comuni alla maggior parte delle stazioni con il medesimo pedotipo. Non sembra possibile evidenziare uno stress sul popolamento attribuibile alla salinizzazione, risultato in larga parte atteso per il campionamento primaverile. La qualità biologica dei suoli, valutata secondo il metodo QBS-ar è nel complesso abbastanza elevata.

**Parole chiave:** *pedofauna, microartropodi, qualità biologica del suolo, QBS-ar, salinizzazione*

## **EFFETTI DI AMMENDAMENTI QUADRIENNALI CON COMPOST SULLA STRUTTURA DEGLI AGGREGATI DEL SUOLO E SUL LORO CONTENUTO IN CARBONIO ORGANICO IN DUE TERRENI DESTINATI A COLTURE ORTICOLE.**

**S. Baiano, L. Morra**

*CRA – Unità di ricerca per le Colture Alternative al Tabacco di Scafati (SA)*

L'utilizzo in agricoltura di biomasse di recupero è indicato per sostenere il contenuto di sostanza organica nei suoli e la produzione di biomasse vegetali. La conservazione della sostanza organica, tuttavia, dipende da una gestione del sistema colturale che favorisca la creazione di aggregati del suolo protettivi (microaggregati e frazione limosa-argillosa). Per questo motivo l'obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare: 1) l'impatto dell'ammendamento con compost da frazione organica di rifiuti solidi urbani (FORSU) sul contenuto di carbonio organico (CO) totale 2) comprendere com'è variata la distribuzione della sostanza organica fra classi di aggregati dopo quattro anni di ammendamento. La ricerca è stata condotta su due tipici suoli mediterranei nella regione Campania, uno a tessitura limoso-sabbiosa (Scafati) e uno a tessitura franco-argillosa (Battipaglia), destinati all'orticoltura. Su questi suoli sono applicati da quattro anni i seguenti trattamenti: 1) ammendamento con compost (30 t ha<sup>-1</sup>s.s. i primi tre anni, 15 t ha<sup>-1</sup>s.s. il quarto anno) 2) concimazione minerale N-P-K 3) ammendamento con compost (15 t ha<sup>-1</sup>s.s.) integrato con azoto minerale in dose pari a metà di quella distribuita nella tesi a concimazione minerale 4) controllo non fertilizzato. Ciascun trattamento è stato replicato quattro volte su parcelle elementari di 50 m<sup>2</sup> in un disegno a blocchi randomizzati. Campioni di suolo sono stati prelevati nel profilo 0-30 cm lo 06-12-2010 a Scafati e il 22-02-2011 a Battipaglia alla fine del quarto anno di prova. Da ciascun campione sono state separate, mediante setacciamento in acqua, tre frazioni di aggregati: macroaggregati (5000-250 µm), microaggregati (250-53 µm) e frazione limoso-argillosa (<53 µm). Per ciascuna frazione ottenuta è stato determinato il carbonio organico con il metodo di Walkley Black. I dati sono stati trattati statisticamente con l'ANOVA e il test Tukey HSD per la separazione delle medie. In entrambi i suoli si è osservato un incremento di CO totale nelle tesi ammendate con compost, rispetto alle tesi controllo non trattate e alle tesi a concimazione minerale. Questo incremento è risultato,

però, diversamente ripartito tra le classi di aggregati secondo la tessitura del suolo. In particolare, nel suolo limoso-sabbioso si è osservato un arricchimento di CO nei macroaggregati, mentre in quello franco-argilloso si è osservato un maggior aumento di CO nei microaggregati. Nessun effetto significativo dovuto all'aggiunta di compost è stato evidenziato nelle frazioni limoso-argillose. In conclusione il suolo franco-argilloso sembrerebbe più efficace di quello limoso-sabbioso a sequestrare il CO in aggregati maggiormente protettivi.

**Parole chiave:** *compost; aggregati del suolo; carbonio organico.*

\*\*\*\*\*

## **LIVELLI DI FONDO DI ELEMENTI IN TRACCIA IN SISTEMI TERRAZZATI DELL'ITALIA SETTENTRIONALE**

**C. Bini, S. Fontana, M. Gallo, M. Wahsha, D. Zilioli**

*Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica. Università Ca' Foscari Venezia - Dorsoduro 2137, Venezia.*

L'obiettivo principale di questo studio è di valutare i livelli di fondo di metalli pesanti, la loro distribuzione e l'eventuale presenza di contaminazione in Val Belluna, un'area situata in prossimità del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi (BL). Lo studio fa parte di una più ampia ricerca volta alla caratterizzazione di vari aspetti geomorfo-pedologici dei sistemi terrazzati del nord-est d'Italia. I campioni analizzati provengono da 35 diversi profili di suolo situati in sistemi terrazzati con diversi usi (terreni agricoli, pascoli e boschi) e a diversi gradi di abbandono. I seguenti elementi: Sb, As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, Tl, V, Zn, sono stati determinati mediante ICP-MS dopo digestione con HF e HClO<sub>4</sub>. Nella parte centrale della valle i livelli di fondo degli elementi in traccia considerati sono coerenti con le concentrazioni riscontrate nei suoli dell'Europa occidentale, e con il tipo di materiale parentale (prevalentemente calcareo), tuttavia agli estremi della valle (Sospirolo a NE e Sovramonte a NW) sono state rilevate concentrazioni superiori ai limiti di legge per As, Be, Co, Cu, Sn, Zn. Inoltre, nella zona di Sedico sono state riscontrate elevate concentrazioni di Pb, Sn e Zn. Questo potrebbe essere dovuto alla deposizione di polveri trasportate dal vento, e/o al trasporto in sospensione nei corsi d'acqua che drenano la zona (Cismon, Mis, Imperina-Cordevole) di materiali provenienti da aree minerarie ora abbandonate, ma intensamente

sfruttate fino agli anni '60, che si trovano nelle vicinanze (Valle Imperina, Vallalta, Transacqua). La parte centrale della Val Belluna non è interessata, per la sua struttura morfologica, dagli apporti provenienti dalle aree minerarie sopracitate e questa è probabilmente la ragione per cui non presenta contaminazione. Nella maggior parte dei profili esaminati, inoltre, le concentrazioni decrescono con la profondità. Questo può essere dovuto sia alle caratteristiche degli apporti di elementi viste in precedenza, sia al ruolo della sostanza organica nel trattenere i metalli bloccandoli in superficie. In generale, è difficile stabilire se gli elementi in traccia nei siti considerati abbiano un'origine geogenica o antropogenica, vista la presenza di numerose aree mineralizzate e quindi dell'interazione secolare di fattori naturali e antropici nel definire il contenuto di metalli nei suoli dell'area.

**Parole chiave:** sistemi terrazzati, elementi in traccia, metalli pesanti, aree minerarie

\*\*\*\*\*

#### **FITORISANAMENTO DI UN SITO EX-DISCARICA: VARIAZIONI DELLA QUALITÀ DEL SUOLO**

**L. Emili<sup>a</sup>, C. Macci<sup>b</sup>, S. Doni<sup>b</sup>,  
G. Masciandaro<sup>b</sup>, S. Marinari<sup>a</sup>, S. Grego<sup>a</sup>,  
B. Ceccanti<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Dipartimento Agrobiologia Agrochimica, Università degli Studi della Tuscia, via S. Camillo de Lellis, 01100 Viterbo, Italy

<sup>b</sup> Istituto per lo Studio degli Ecosistemi-Sezione di Chimica del Suolo, CNR, via Moruzzi, 1 56125 Pisa, Italy

Il fitorisanamento potrebbe rappresentare una soluzione sostenibile e alternativa ai metodi convenzionali che prevedono trattamenti chimico-fisici per ripristinare la qualità del suolo in aree inquinate. Nella presente ricerca sono stati monitorati gli effetti di tale tecnica di risanamento applicata ad un suolo contaminato da metalli pesanti e idrocarburi in un'area situata in località Madonna dell'Acqua (Pisa). L'area si estende su una superficie di 10.000 m<sup>2</sup> (100x100 m) ed è stata utilizzata per vari anni come discarica di rifiuti di varia natura (plastica, ferraglia, oli combustibili, materiale elettrico, ecc). L'impianto di fitorisanamento è stato realizzato nel mese di Febbraio 2008 attraverso la messa a dimora di tre specie vegetali (pioppo nero - *Populus nigra var. italica* L., paulonia - *Paulownia tomentosa* Thunb Sieb. & Zucc. Ex Steud e ginestra - *Cytisus scoparius* L.) con un sesto di impianto tra le due specie arboree di 2 x 2 m e la specie arbustiva intercalata

tra esse (1 x 1 m). La qualità del suolo è stata monitorata durante gli ultimi due anni (2008-2010) valutando le variazioni delle caratteristiche chimiche e biochimiche in relazione al livello di inquinamento. Nell'area oggetto di studio ad ogni campionamento sono stati prelevati dodici campioni di suolo alla profondità di 0-30 cm su cui sono stati determinati il contenuto di alcuni metalli pesanti come lo Zn e il Cu (totali ed estraibili in DTPA), il contenuto e l'attività della biomassa microbica misurata in termini di respirazione e attività degli enzimi  $\beta$ -glucosidasi, fosfatasi, ureasi e deidrogenasi.

I risultati ottenuti dopo due anni di fitorisanamento hanno mostrato che il sistema è stato capace di ridurre il livello di inquinamento da metalli pesanti registrando una diminuzione del Cu e dello Zn totali rispettivamente del 18% e del 10%, variazione che molto probabilmente ha contribuito a favorire un aumento significativo dell'attività microbica (mediamente del 36% per la respirazione potenziale e del 28% per l'attività enzimatica). Di contro nei due anni si è registrato anche un sensibile aumento della disponibilità e mobilità di tali metalli, da ricondurre verosimilmente alla maggiore presenza di essudati radicali. L'aumentata disponibilità potrebbe aver rappresentato la causa dello stress ecofisiologico registrato nella biomassa microbica con un aumento del qCO<sub>2</sub> del 200% e una riduzione del C<sub>mic</sub>:C<sub>org</sub> del 50%). In conclusione l'azione di fitorisanamento durante i primi anni dall'impianto delle specie vegetali determina una riduzione del contenuto totale di metalli pesanti, tuttavia nelle interazioni suolo-pianta-microrganismi sembra causare una condizione di stress per la popolazione microbica legata ad una maggiore mobilità e disponibilità di tali inquinanti inorganici presenti nel suolo.

**Parole chiave:** fitorisanamento; metalli pesanti; qualità del suolo; biomassa microbica; attività enzimatica

\*\*\*\*\*

#### **FLUSSO DI ELEMENTI NEL SUOLO E TRASFERIMENTO A PIANTE DI USO ALIMENTARE. CASO DI STUDIO: TRITICUM AESTIVUM L.**

**S. Fontana, C. Bini, M. Wahsha, M. Bullo**

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica Università Ca' Foscari Venezia - Dorsoduro 2137, Venezia.

I terreni agricoli sono spesso sottoposti ad apporti di elementi potenzialmente tossici derivanti da

varie fonti (concimi, pesticidi, attività industriale, viabilità, ecc.). I contaminanti presenti nel suolo possono essere assorbiti dalle piante attraverso l'apparato radicale e trasferiti alle parti aeree, entrando così nella catena alimentare e rappresentando un potenziale rischio per la salute umana.

L'area di studio presa in considerazione è situata in prossimità del distretto conciarario vicentino (Arzignano) e dell'asse autostradale Milano-Venezia. Il grano tenero (*Triticum aestivum* L.) è una delle coltivazioni più diffuse nella zona. I suoli sono sviluppati su depositi alluvionali prevalentemente calcarei (*fluvisols*). Il campionamento è stato condotto su otto stazioni. Per ogni stazione sono stati prelevati un campione di suolo superficiale (0-20 cm), un campione sottostante all'orizzonte Ap (45-70 cm) e un campione di grano maturo. Sui campioni di suolo sono state condotte le analisi di routine. Il contenuto totale di K, Ca, Mg, P, S, Al, Fe, Mn, Cr, Pb, Ni, Zn, Cu nei suoli e nelle piante è stato determinato mediante ICP-OES. I caratteri pedologici presentano poche variazioni tra un sito e l'altro. Tutti i metalli tranne Cr e Cu presentano concentrazioni al di sotto dei limiti di legge. Il cromo è superiore al limite in 7 campioni su 16 e molto vicino al limite in altri 4 campioni. Il rame è superiore ai limiti di legge in due campioni. Non si nota nessun gradiente nelle concentrazioni in relazione alla distanza dall'autostrada. Il contenuto di metalli nei semi del grano è più basso del contenuto nelle radici per tutti i metalli considerati, mentre per alcuni nutrienti (K, P, S) è vero il contrario. Il contenuto di elementi potenzialmente tossici nei semi è più basso delle soglie di tossicità individuate da alcuni autori. La distribuzione di metalli all'interno della pianta segue due diversi andamenti: per alcuni micronutrienti essenziali (e.g. Cu, Zn) si ha radici>semi>fusto, mentre per altri elementi (e.g. Fe, Ni, Cr) radici>fusto>semi. Sono stati calcolati i seguenti indici: Fattore di arricchimento superficiale (concentrazione in superficie/concentrazione in profondità) e fattore di traslocazione (concentrazione nei semi/concentrazione nelle radici). Cr, Al, Ni e Fe sono quasi completamente immobilizzati nelle radici, suggerendo un effetto barriera. Limitatamente ai campioni considerati si può escludere un rischio per la salute umana derivante dal consumo di grano.

**Parole chiave:** *fluvisols, elementi potenzialmente tossici, metalli pesanti, Triticum aestivum*

\*\*\*\*\*

## UTILIZZO DI RESIDUI ORGANICI PER IL RECUPERO DEL SUOLO E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

A. Galvez.<sup>1,2</sup>, T. Sinicco.<sup>1</sup>, M. L. Cayuela<sup>3</sup>,  
M.D. Mingorance<sup>2</sup>, F. Fornasier<sup>1</sup>, C. Mondini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gruppo di Ricerca di Gorizia, CRA-RPS, Via Trieste 23, 34170 Gorizia, Italia.

<sup>2</sup> Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, Profesor Albareda 1, 18008 Granada, Spagna

<sup>3</sup> Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia, Spagna.

La sostanza organica (SOM) rappresenta uno dei più importanti componenti del suolo, in quanto influenza praticamente tutte le proprietà del terreno di interesse agronomico ed ambientale. Essa riveste, inoltre, un ruolo significativo all'interno del ciclo globale del C, con conseguenze anche per il cambiamento climatico. Ciò nonostante, l'intensificazione delle pratiche agricole sta provocando, negli ultimi decenni, una diminuzione significativa del contenuto di SOM. Una soluzione a questo problema è rappresentata dall'ammendamento del terreno con residui organici che, oltre ad aumentare il tenore di SOM e contribuire a contrastare il cambiamento climatico, permette di risolvere il problema dello smaltimento dei residui organici in modo compatibile con l'ambiente. Tuttavia, la sostenibilità del riciclo dei residui organici in agricoltura richiede un'attenta valutazione dei suoi effetti sul suolo e sull'ambiente. Lo scopo di questo lavoro era la valutazione dell'applicazione al suolo di diversi residui organici sulla fertilità del suolo e le sue implicazioni sul cambiamento climatico, attraverso lo studio della mineralizzazione della sostanza organica, del contenuto ed attività dei microorganismi e delle emissioni di gas ad effetto serra.

Un suolo agricolo degradato (Fluventic Eutrucept, 1.0% C.O.) è stato ammendato con tre diversi residui organici (digestato da liquame suino, farina di colza dalla produzione di biodiesel, compost da residui alimentari) a tre diverse dosi: 0.1, 0.25 e 0.5% (p/p). Il suolo ammendato è stato poi incubato per 30 giorni a 20 °C. Durante l'incubazione è stata misurata l'evoluzione di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O, il contenuto di C, N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e P estraibili con K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, il contenuto di C e N della biomassa microbica ed alcune attività enzimatiche implicate nel ciclo dei principali elementi nutritivi. L'aggiunta dei diversi residui ha provocato un incremento nella respirazione e nel contenuto ed attività della biomassa microbica, più signifi-

cativo con la farina di colza. Questo residuo ha anche causato emissioni di N<sub>2</sub>O, comunque inferiori a 0.7% dell'N somministrato col residuo. L'azoto minerale netto ed il P disponibile sono aumentati significativamente nei suoli ammendati, ad eccezione di quelli trattati con il compost. Circa il 96% del C aggiunto con il compost è rimasto nel suolo alla fine della prova. I risultati ottenuti dimostrano che l'utilizzo più efficace dei residui organici dipende dalle loro caratteristiche. La farina di colza ed il digestato sono più indicati per migliorare la fertilità chimica e biologica del suolo, mentre il compost è più appropriato per aumentare il contenuto di SOM e favorire il sequestro del C.

**Parole chiave:** *Residui organici, Mineralizzazione, Sequestro di C, Emissioni di N<sub>2</sub>O, Sostanza organica del suolo*

\*\*\*\*\*

## **FITODECONTAMINAZIONE DEL SUOLO E DI SISTEMI ACQUOSI DA COMPOSTI DISTRUTTORI ENDOCRINI**

**C.E. Gattullo, E. Loffredo, A. Traversa, N. Senesi**

*Dipartimento di Biologia e Chimica Agro-forestale e Ambientale, Università degli Studi di Bari*

I composti distruttori endocrini (EDC) rappresentano un gruppo eterogeneo di sostanze organiche naturali o di sintesi capaci di alterare il normale funzionamento del sistema endocrino degli animali e dell'uomo. Tra gli EDC, il bisfenolo A (BPA), usato nella produzione del policarbonato e delle resine epossidiche, ed il 4-nonilfenolo (NP), prodotto intermedio di surfattanti, hanno un ruolo di rilievo. Questi composti vengono rilasciati nei suoli e nelle acque attraverso lo sversamento o l'impiego di acque reflue, fanghi, rifiuti ed altre matrici contaminate. Essendo complessa e costosa la loro rimozione mediante tecniche tradizionali chimico-fisiche di risanamento, è opportuno considerare l'impiego di nuovi metodi più sostenibili come la fitodecontaminazione che consiste nell'uso delle piante per asportare, trasformare o immobilizzare contaminanti presenti nell'ambiente.

In questo studio, piantine di festuca (FE, *Festuca arundinacea*), loglio (LO, *Lolium perenne*) e ravanello (RA, *Raphanus sativus*) sono state testate per la capacità di rimozione di NP e BPA da un suolo franco-limoso-argilloso (Elliot soil dell'IHSS), e del solo NP da sistemi acquosi in presenza o assenza dell'acido umico (AU) dello stesso suolo. Entrambi i composti sono stati ana-

lizzati mediante cromatografia HPLC e detector di fluorescenza.

La fitodecontaminazione del suolo è risultata vantaggiosa in condizioni di scarsa areazione ed elevata umidità dello stesso, e significativa solo nelle prove con FE. Tale specie ha rimosso in soli 4 giorni il 23% sia di BPA che di NP i quali sono risultati presenti solo in minima parte negli organi vegetali. L'impiego di piantine di LO e RA per la rimozione del NP dall'acqua ha prodotto risultati molto apprezzabili ed incoraggianti. Infatti, in soli 2 giorni sia LO che RA hanno rimosso circa il 97% del NP. L'elevata efficienza fitodecontaminante di LO e RA è stata osservata anche in sistemi acquosi contenenti AU alle dosi di 10 e 200 ppm. Solo l'AU a 200 ppm ha lievemente ridotto il NP rimosso che tuttavia ha raggiunto valori del 93% (LO) e 90% (RA) del NP iniziale. Anche in tal caso, la quantità di NP estratto dai tessuti vegetali di entrambe le specie è risultata minima rispetto alla quantità iniziale di prodotto e ulteriormente ridotta nelle prove con l'AU, soprattutto alla concentrazione maggiore.

**Parole chiave:** *fitodecontaminazione, suolo, acqua, acido umico, distruttore endocrino.*

\*\*\*\*\*

## **LA RETE DI MONITORAGGIO DEI SUOLI AI FINI AMBIENTALI DELLA SICILIA**

**G. Lo Papa<sup>1</sup>, A. Granata<sup>2</sup>, S. Marino<sup>2</sup>, V. Palumbo<sup>2</sup>, C. Dazzi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Dipartimento dei Sistemi AGroAmbientali (SAGA), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 13, 90128, Palermo, lopapa@unipa.it, dazzi@unipa.it;*

<sup>2</sup> *Regione Siciliana - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA Sicilia), Corso Calatafimi 217/219, 90129, Palermo, agranata@arpa.sicilia.it, smarino@arpa.sicilia.it, vpalumbo@arpa.sicilia.it.*

Il suolo è una delle risorse vitali del pianeta sottoposta a continue e crescenti pressioni. La sua protezione rappresenta pertanto uno degli obiettivi fondamentali per l'umanità. La Commissione Europea, con la COM(2002) 179 del 16 aprile 2002 "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo", ha delineato le principali problematiche dei suoli europei tracciando alcune linee strategiche per la predisposizione della prima direttiva quadro europea per la protezione del suolo. Con la successiva adozione della strategia tematica per la protezione dei suoli, all'interno del sesto programma comunitario d'azione in campo ambientale del settembre 2006, di fatto la Commissione Europea ha predisposto una proposta di direttiva quadro, la cui approvazione è ancora in itinere, che identifica una serie di minacce

per il suolo e le azioni di protezione per conservarne le capacità di svolgere funzioni produttive, ambientali, socio-economiche e culturali. Sulla base delle strategie comunitarie, degli attuali riferimenti normativi in fase di approvazione e delle linee guida tecniche elaborate a livello nazionale per la progettazione delle reti di monitoraggio dei suoli ai fini ambientali, l'ARPA Sicilia, sin dal 2007, ha attivato una rete regionale di monitoraggio con la finalità principale di acquisire la conoscenza sullo stato ambientale dei suoli siciliani ed attivare strumenti di supporto utili per lo sviluppo di idonee politiche per la conservazione e la protezione del suolo. La metodologia ha previsto l'implementazione di tre principali reti di monitoraggio: 1) a maglia fissa; 2) di siti rappresentativi ad uso agricolo, forestale ed urbano; 3) di siti specialistici (siti industriali). In questo lavoro vengono riportati e discussi i criteri scientifici utilizzati per l'implementazione della rete, gli obiettivi specifici che si intendono perseguire, alcuni scenari di degrado identificati nel territorio regionale ed i primi risultati ottenuti. Vengono altresì riportati i modelli di simulazione che saranno utilizzati per fornire idonei strumenti conoscitivi a supporto delle attività politiche regionali per la conservazione della risorsa suolo.

**Parole chiave:** Protezione del suolo, monitoraggio, governance ambientale.

\*\*\*\*\*

### MISURAZIONE DEL CONTENUTO DI ARSENICO IN SUOLI SOGGETTI AD INQUINAMENTO ANTROPICO: METODI ANALITICI A CONFRONTO

**R. Marabottini, S. Grego, L. Piacentini, M.C. Moscatelli, S.R. Stazi**

*Dipartimento di Agrobiologia e Agrochimica, Università della Tuscia, Via S. Camillo De Lellis s.n.c., 01100 Viterbo*

L'Arsenico è un metalloide naturalmente presente nei siti minerari. In questo studio, oggetto di un progetto PRIN, sono stati utilizzati suoli provenienti da un ex sito minerario, il giacimento aurifero di Pestarena (comune di Macugnaga in Piemonte).

L'attività mineraria, ma soprattutto la scarsa gestione degli scarti di lavorazione ha come conseguenza una severa e diffusa contaminazione da arsenico nelle acque e nei suoli delle zone interessate. Nell'area mineraria, inoltre, sono presenti discariche di materiale che contribuiscono alla contaminazione ambientale. I suoli sono stati messi a disposizione dall'U.O. dell'Università di

Torino e campionati in due diverse aree in prossimità di una zona di accumulo di sterili di miniera in cui è presumibile accertare una media ed elevata contaminazione da As. In particolare sono stati prelevati 5 campioni per ogni area alla profondità di 0-20 cm previa rimozione della cotica erbosa. Analogamente sono stati prelevati n. 5 campioni di suolo, con le medesime modalità, in un'area al di fuori di quella interessata dalle attività minerarie ma caratterizzata da medesimo suolo, pendio e vegetazione (Controllo). La metodica analitica per la misurazione di arsenico nei suoli prevede una digestione della matrice secca con miscele di acidi e quindi una misurazione in spettroscopia ad assorbimento atomico, ad una lunghezza d'onda di 193.7 nm. Essendo i campioni ricchi di altri contaminanti metallici potenzialmente interferenti, si è deciso di confrontare tre diverse metodiche analitiche: trasformazione in idruri, lettura in fiamma diretta, metodo delle aggiunte. Tale studio è preliminare ad un'analisi di diversità strutturale e funzionale delle comunità microbiche del suolo, al fine di valutare le conseguenze causate da tale inquinamento antropico. La misurazione di arsenico è stata effettuata su aliquote di terreno seccato a temperatura costante a 105°C. I suoli seccati sono stati digeriti per via umida con una miscela una miscela 3:1 di acido cloridrico (HCl) ed acido nitrico (HNO<sub>3</sub>). In questo lavoro la digestione in acqua regia è stata preceduta da un trattamento del suolo con perossido di idrogeno allo scopo di migliorare la distruzione della materia organica. La miscela così digerita è stata filtrata, diluita e analizzata per il contenuto in Arsenico totale. Al fine di verificare l'efficacia di estrazione della miscela di digestione è stata effettuata una verifica di rilascio su un suolo opportunamente inquinato con una quantità nota di arsenico.

**Parole chiave:** arsenico nei suoli, contaminazione antropica di arsenico, siti ex-minerari

\*\*\*\*\*

### BIODISPONIBILITÀ DI NANOPARTICELLE "INGEGNERIZZATE" NEL SUOLO

**L. Vittori Antisari<sup>1</sup>, S. Carbone<sup>1</sup>, A. Fabrizi<sup>2</sup>, A. Gatti<sup>2</sup>, G. Vianello<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Facoltà di Agraria Via Fanin 40 – 40127 Bologna - Italia

<sup>2</sup> Laboratorio dei Biomateriali Dipartimento di Chirurgie Specialistiche, Testa e Collo, Università di Modena e Reggio Emilia via Campi 213 /A- 41100 Modena – Italia

Le nanoparticelle (NP) sono definite da dimensioni inferiori a 100nm e sono utilizzate in tutto il mondo in diversi prodotti di consumo, come per esempio cibo, vestiti, prodotti farmaceutici e prodotti per la casa. Inoltre è accertata la loro immisione in atmosfera da fonti di incenerimento (impianti di incenerimento rifiuti, industrie/attività artigianali). In alcuni casi le NP sono formate da ossidi di metalli ed è riconosciuta a diversi livelli la loro tossicità. La tossicità del metallo pesante nel suolo non dipende dalla sua concentrazione totale ma dalla presenza di forme bio-disponibili. Per valutare la biodisponibilità di metalli pesanti nel suolo si possono utilizzare varie tipologie di estraenti, che presentano una diversa capacità di estrazione, da chelanti (es. EDTA, DTPA) a sali neutri (es.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) fino ad estrarre con acqua deionizzata. Lo scopo del lavoro è stato quello di valutare la biodisponibilità dei metalli pesanti a diversi tempi di incubazione (7 e 60 giorni) presenti nelle NP ( $\text{CeO}_2$ , Co,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) con cui l'orizzonte A1 di *Epileptic Cambisol* è stato irrorato. In particolare il suolo è stato incubato a temperatura ed umidità costanti ( $25^\circ\text{C}$ , 60%WHC) e le concentrazioni delle NPs utilizzate sono state di  $500\mu\text{g/g}$  di suolo. Gli estraenti utilizzati per saggiare la biodisponibilità delle NP sono stati EDTA,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$  dopo aver raggiunto l'equilibrio a 16h. Le analisi al microscopio elettronico ambientale (ESEM-Environmental Scanning Electron Microscope) ed al EDS - (Energy Dispersive Spectroscopy) hanno messo in evidenza come le NP irrorate nel suolo si distribuiscono formando aggregati di dimensioni maggiori e come siano presenti minerali naturali che contengono i diversi elementi (es Monazite Ce/La). La solubilità degli elementi presenti nelle NP è secondo questa sequenza  $\text{Fe} > \text{Co} > \text{Ce}$ . Infatti il  $\text{Ce}^{\text{IV}}$  è insolubile con tutti gli estraenti usati a questi valori di pH e di potenziale redox del suolo. Il Co presenta ugualmente una bassa estraibilità dell'elemento con tutti gli estraenti, mentre il Fe è poco solubile in acqua, un 30% è solubile in  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e quasi il 50 % è disponibile in EDTA. La biodisponibilità dell'elemento presente nelle nanoparticelle ingegnerizzate immesse nel suolo a valori di pH basici è molto basso.

**Parole chiave:** nanoparticelle;  $\text{CeO}_2$ ;  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; Co; biodisponibilità; ESEM-EDS.

**AUTORI**

	Pag		Pag
Agnelli A.	13	De Dato G.	16
Agnelli N.	18	De Giorgio D.	19
Alianiello F.	25	De Lorenzi F.	18
Andrenelli M.C.	18	De Mascellis R.	10, 18
Bacchi S.	32	Dell'Abate M.T.	26, 28
Badalucco L.	27	Desantis P.	11
Baffi C.	13	Doni S.	34
Baiano S.	33	Emili L.	34
Barba M.	29	Fabrizi A.	37
Barbera V.	21	Falsone G.	5, 21, 31
Barberis E.	22	Fantappiè M.	8, 11
Basile A.	18	Fava F.	23
Benedetti A.	28, 29, 30	Felici B.	29
Berti A.	23	Filippa G.	13, 14, 15
Bini C.	33, 34	Fontana S.	33, 34
Bitella G.	11	Fornasier F.	23, 35
Bonfante A.	18	Francaviglia R.	21
Bonifacio E.	5, 6, 21	Freppaz M.	13, 14, 15
Brecciaroli G.	13	Galliani C.	14
Bragato G.	25	Gallo M.	33
Bucelli P.	18	Galvez A.	35
Buffa G.	15	Gatti A.	37
Bullo M.	34	Gattullo E.C.	36
Buondonno A.	5	Granata A.	36
Buscaroli A.	32	Grego S.	28, 30, 34, 37
Cabula E.	5	Grilli E.	5
Camilli B.	10, 26	Hossein J.	22
Campus S.	23	Iamarino M.	9
Capra G.F.	5	Indorante A.	27
Carbone S.	31, 37	Infantino A.	29
Cassinari C.	13	Kapur S.	28
Castellini M.	19	L'Abate G.	8
Castrignanò A.	6,7	Lagomarsino A.	16
Catoni M.	6	Landi S.	26, 29, 30
Cavani L.	17	Laudicina V.A.	27
Cayuela M.L.	35	Lo Papa G.	9, 10, 20, 36
Ceccanti B.	34	Loffredo E.	36
Celi L.	5, 15	Macci C.	34
Ciavatta C.	17	Madrau S.	23, 28
Cocco S.	13	Magini S.	11, 18
Colombo C.	6,7	Maienza A.	16, 28
Comolli R.	6	Marabottini R.	37
Contillo R.	19	Marchetti A.	21
Corti G.	13	Marinari S.	5, 34
Costantini E.A.C.	8, 11, 18	Marino S.	36
Cremonini S.	12	Martin M.	22
Cucca C.	23	Marzadori C.	17
Curtaz F.	14	Mascia M.G.	25
D'Amico M.	14	Masciandaro G.	34
Dazzi C.	4, 9, 10, 20, 26, 36	Menenti M.	18
De Angelis P.	16	Mileti A.	9

	Pag		Pag.
Mingorance M.D.	35	Zannoni D.	32
Mocali S.	26, 29, 30	Zilioli D.	33
Mondini C.	35	Zucca C.	23, 28
Monger H. C.	6		
Morari F.	23		
Moretti P.	10		
Morra L.	33		
Moscatelli M.C.	30, 37		
Nardi S.	23		
Natarelli L.	18		
Navillod E.	14		
Orefice N.	10		
Paladin L.	32		
Palazzolo E.	27		
Palermo V.	9,10		
Palumbo P.	6,7		
Palumbo V.	36		
Pasteris A.	32		
Pastorelli R.	26, 30		
Pellegrini S.	18		
Pennelli B.	21		
Piacentini L.	37		
Piccolo R.	26, 30		
Pignataro A.	30		
Pizzeghello D.	23		
Poma I.	20		
Priori S.	11, 18		
Ratto S.	14		
Rivella E.	15		
Rivieccio R.	21		
Said-Pullicino D.	5		
Santori A.	29		
Sciubba L.	17		
Scotti R.	23		
Senesi N.	36		
Silva S.	13		
Simoncini S.	26, 30		
Sinicco T.	35		
Sollitto D.	7		
Soro C.A.	28		
Stanchi S.	14		
Stazi S.R.	16, 37		
Terribile F.	9, 18		
Tomat E.	23		
Traversa A.	36		
Vacca S.	5		
Ventrella D.	19		
Vianello G.	12, 31, 37		
Vignozzi, A.	18		
Vingiani S.	9, 10		
Vittori Antisari L.	12, 31, 37		
Wahsha M.	33, 34		
Wilson C. A.	21		
Zanini E.	14, 15		